

AUTOSTRADA (A1) : MILANO – NAPOLI

TRATTO : BARBERINO – FIRENZE NORD

**AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
BARBERINO DI MUGELLO – INCISA VALDARNO**

**VARIANTE - Sottoattraversamento autostrada A1
PROGETTO DEFINITIVO**

PARTICOLARI COSTRUTTIVI

IDROLOGIA – IDRAULICA

RELAZIONE DI CALCOLO

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N.1739 RESPONSABILE UFFICIO IDR	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Michele Pastorino Ord. Ingg. Savona N. 1104 CAPO COMMESSA/PROJECT ENGINEER	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE
---	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA:	REVISIONE		
	DIRETTORIO			FILE					n.	data	
—	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.	SETTEMBRE 2014			
—	1	1	0	1	8	1	0	3	STPIDR	4000	—
								SCALA:	—		

 ingegneria europea	PIANIFICAZIONE COMMESSE Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	CONSULENZA A CURA DI : —	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	IL RESPONSABILE UNITA' STP

VISTO DEL COMMITTENTE  RUP: Ing. Alberto Fiore	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	--

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO <i>Ottobre 2009</i>
--------------------	---

INDICE

PREMESSA	2
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
2. IDROLOGIA	2
2.1. CARATTERIZZAZIONE DEL REGIME PLUVIOMETRICO	2
2.2. DATI PLUVIOMETRICI E CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	2
3. DATI TOPOGRAFICI A DISPOSIZIONE.....	3
4. DRENAGGIO DEL CORPO AUTOSTRADALE.....	3
5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER AUMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE... 	5
5.1. Analisi di compatibilita' idraulica Tratto di Calenzano.....	6
6. VERIFICHE EFFETTUATE DRENAGGIO DI PIATTAFORMA	8
6.1. ANALISI IDRAULICA	8
6.2. TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	9
7. FOSSI DI GUARDIA	11
7.1. Tipologie di fossi.....	12
7.2. ANALISI IDRAULICA	12
7.2.1 Risultati dell'analisi idraulica	13
8. ALLEGATO VERIFICHE DRENAGGIO DI PIATTAFORMA.....	14

SPEA S.p.A.	<p style="text-align: right;">Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO <i>Ottobre 2009</i></p>
-------------	---

PREMESSA

La presente relazione idrologica-idraulica è di supporto alla progettazione definitiva dell'ammmodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A1 Milano-Napoli, tratto Barberino di Mugello – Firenze Nord (dalla progr. km 261+503 alla progr. km 277+000) per una lunghezza complessiva di circa 16 km.

La relazione affronta la verifica del Drenaggio del Nuovo tracciato (tratta sud) prevedendoli sistema chiuso con presidi idraulici prima dell'immissione nei corsi d'acqua superficiali.

Nella tratta interessata dall'intervento, l'autostrada è caratterizzata da un andamento planimetrico di tipo flessuoso con alternanza di viadotti e gallerie attraversando un territorio prevalentemente collinare.

La presente relazione descrive dal punto di vista idrologico ed idraulico il progetto del drenaggio di piattaforma come sistema chiuso.

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato, ricade totalmente nella provincia di Firenze, ed ha uno sviluppo complessivo di ca 17 km; si articola inizialmente su un tratto preappenninico, a nord, fino alle propaggini della Piana di Firenze e comuni limitrofi.

Il tratto è caratterizzato da diversi tratti in galleria, in viadotto ed in trincea. Solo nei tratti iniziali (in corrispondenza di Barberino) e finali nel comune di Calenzano abbiamo tratti in rilevato.

2. IDROLOGIA

2.1. CARATTERIZZAZIONE DEL REGIME PLUVIOMETRICO

I dati idrologici sono ricavati dalla "Relazione su aggiornamento fino al 2002 delle curve di possibilità pluviometrica" effettuata Nell'ambito della Convenzione tra Regione Toscana e Pin – Servizi Scientifici e Didattici per l'Università di Firenze nell'ambito del progetto ALTO.

2.2. DATI PLUVIOMETRICI E CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

L'analisi idrologica definisce il regime delle piogge di breve durata e notevole intensità, considerando durate inferiori all'ora e comprese tra 1 e 24 ore.

L'acquisizione dei dati pluviometrici si è limitata quindi a considerare le stazioni dotate di pluviometro registratore che permettono di individuare le precipitazioni di massima intensità e breve durata (Annali Idrologici, Parte I, Tabelle III e V).

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009
--------------------	--

Sono state analizzate tutte le stazioni pluviografiche gestite dal Servizio Idrografico e Mareografico - Sezione di Pisa - dotate di strumento registratore, ricadenti nell'area in esame o ad essa adiacenti.

Si riportano nella Tabella 1, le caratteristiche delle stazioni pluviografiche disponibili.

Tabella 1 Stazioni pluviografiche

NUMERO STAZIONE	STAZIONE	COMUNE	LAT.	LONG.	QUOTA (m.s.l.m.)	BACINO
2764	FIRENZE (IDROGRAFICO)	Firenze	43°47'	1°12'	51	Arno
2766	FIRENZE (XIMENIANO)	Firenze	43°47'	1°12'	51	Arno
2779	PRATO	Prato	43°53'	1°21'	74	Bisenzio
2781	LE CROCI DI CALENZANO	Calenzano	43°57'	1°15'	440	Bisenzio
2782	CALENZANO	Calenzano	43°52'	1°17'	67	Bisenzio

Per i successivi calcoli idraulici è stata quindi utilizzata la stazione di Firenze Ximeniano ritenuta la più significativa per l'intervento in oggetto.

La curva di possibilità climatica è stata ricavata dalla pubblicazione dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa dal titolo "Linee segnalatrici di probabilità Pluviometrica" del 2002. I parametri si riferiscono all'espressione

$$h = at^n T_r^m$$

con t durata in ore, T_r tempo di ritorno in anni pari a 25 anni, h altezza di precipitazione in mm

t > 1ora			t < 1ora		
a	n	m	a	n	m
24.83	0.23	0.19	25.310	0.49	0.167

Tabella 2 Caratteristiche delle LSPP

3. DATI TOPOGRAFICI A DISPOSIZIONE

Per l'intero tratto abbiamo utilizzato il rilievo celerimetrico 1:1000 ed il progetto esecutivo stradale e strutturale della tratta sud.

4. DRENAGGIO DEL CORPO AUTOSTRADALE

Il drenaggio è costituito essenzialmente da un sistema di raccolta marginale primario, composto da canalette, cunette e caditoie (nel caso di viadotti), e da un sistema longitudinale secondario in carreggiata, consistente in collettori a sezione circolare. Prima dell'immissione nel reticolo superficiale sono previsti presidi idraulici costituiti da impianti di separazione e trattamento oli.

Il sistema è quindi da ritenersi "chiuso" nel senso che sono noti ed individuabili i recapiti nel reticolo idrografico minore.

-da progr. Km 9+500 a progr. Km 9+800

SPEA S.p.A.	<p style="text-align: right;">Autostrada A1 Milano-Napoli</p> <p style="text-align: center;">Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord</p> <p style="text-align: center;">SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p style="text-align: right;"><i>Ottobre 2009</i></p>
-------------	--

I fossi di guardia che raccolgono le acque di versante o delle scarpate autostradali, sono del tipo FR1 (base=0.5 m, altezza=0.5, pendenza sponde 1/1) ed hanno la funzione di recupero volumi impermeabilizzati.

A seguire vengono brevemente descritte le tipologie di drenaggio adottate in corrispondenza delle diverse sezioni autostradali e per il drenaggio dei versanti.

Piattaforma autostradale: sezioni in rilevato e mezza costa

Per le sezioni in rilevato è previsto l'impiego di canalette ad embrice mentre nel caso di sezioni a mezza costa si è utilizzato una cunetta triangolare o una canaletta .

Le canalette assolvono la funzione di primo elemento ricettore; si prevederà quindi nel caso di canaletta grigliata e cunetta triangolare all'interposizione di pozzetti di scarico nella tubazione sottostante in polipropilene (se presente) e di pozzetti di ispezione.

Le tubazioni di drenaggio, rinfiancate, saranno poste altimetricamente in modo da garantire un ricoprimento minimo di 50 cm; le pendenze delle tubazioni longitudinali seguono la livelletta stradale con pendenza minima pari allo 0.2 % mentre le tubazioni trasversali alla carreggiata assumono una pendenza non inferiore all'1%.

Le calate delle canalette grigliate sono prevista ogni 20 m, mentre i pozzetti di ispezione ogni 50 m. Nei paragrafi successivi sono riportate le verifiche effettuate e le relative tabelle di calcolo che indicano da progressiva a progressiva le lunghezze massime da utilizzare per l'interasse degli elementi di scarico.

In corrispondenza delle curve autostradali è previsto il drenaggio a centro strada con canaletta grigliata continua; se necessario è stato previsto al di sotto della canaletta la tubazione in polipropilene con calate ogni 20 m e pozzetti di ispezione ogni 50 m.

Piattaforma autostradale: sezioni in trincea

Nelle sezioni in trincea si rende necessaria la raccolta delle acque scolanti dalla superficie stradale e dalle scarpate laterali. La raccolta avviene tramite cunette triangolari o canaletta con griglia, poste a fianco della corsia di emergenza, dove defluiscono sia le acque che precipitano sul manto stradale che quelle sulle scarpate.

Al di sotto delle cunette vengono poste tubazioni longitudinali in polipropilene che, tramite caditoie poste in pozzetti, raccolgono i deflussi e li scaricano esternamente.

Nei tratti in cui la pavimentazione presenta una pendenza trasversale verso l'interno le acque convergono verso una canaletta con griglia, precedentemente descritta, al bordo della corsia interna alla curva.

Piattaforma autostradale: sezioni in viadotto

Le acque che precipitano sui viadotti defluiscono longitudinalmente sul bordo della pavimentazione, in una canaletta ideale delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla superficie pavimentata. I deflussi vengono scaricati, tramite caditoie poste al margine della carreggiata oppure in caditoie a bocca di lupo, in un collettore longitudinale ancorato all'impalcato. Le caditoie hanno interasse 10 m ed il collettore è una tubazione in acciaio DN400.

SPEA S.p.A.	<p style="text-align: right;">Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009</p>
-------------	--

Piazzole di sosta

In corrispondenza delle piazzole di sosta di progetto sono previsti muri di sottoscarpa o muri di contenimento. Nel caso dei muri di sottoscarpa è prevista la realizzazione di una canaletta di raccolta delle acque provenienti dagli embrici. La canaletta rettangolare è in cls e scarica tramite pozzetto nella tubazione o nel fosso di guardia. Nel caso di muro di contenimento è prevista la realizzazione di canaletta grigliata sul bordo strada che raccoglie l'acqua di piattaforma e quindi scarica nel collettore.

Piattaforma autostradale sezioni con barriera fonoassorbente

In diversi tratti la piattaforma Autostradale è prevista con barriere fonoassorbenti; in questi casi si prevede la realizzazione di canaletta grigliata. Nei paragrafi successivi sono riportate le verifiche effettuate e le relative tabelle di calcolo.

Drenaggio acque di versante

Il drenaggio delle acque di versante è garantito da un sistema di fossi di guardia rivestiti se la pendenza è maggiore del 1 %. In generale è prevista l'adozione di fossi di guardia disposti, nei tratti in trincea, al margine della scarpata e, per i tratti in rilevato, al piede del rilevato stesso. La tipologia dei fossi è FR1 con le seguenti dimensioni; base=0.5 m, altezza =0.5 e pendenza scarpe 1/1. Laddove possibile sono comunque stati mantenuti i fossi di guardia esistenti.

5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER AUMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE

La nuova infrastruttura stradale impermeabilizzando nuove aree originariamente di tipo rurale determina l'incremento dei picchi di piena dei corpi idrici recettori (scoline, fossi ecc). La mitigazione di tale effetto viene effettuata tramite la costruzione di invasi naturali/artificiali che consentano il temporaneo trattenimento delle acque di drenaggio della piattaforma stradale prima del loro recapito nel reticolo idrografico.

Già in fase di progetto definitivo è stato definito in accordo con alcune indicazioni contenute nell'*Allegato 3 delle Norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno del 2202*, Tale criterio però non è stato recepito nella forma finale del Piano di Assetto idrogeologico ad oggi vigente. Pertanto pur confermando la validità del criterio suddetto abbiamo ricalcolato, a vantaggio di sicurezza, i volumi impermeabilizzati sulla base del volume specifico di 0.1 m³/m². Considerando un allargamento medio di 15 m di superficie pavimentata costante per ca 9.5 km (escluse quindi le gallerie, mentre sono inclusi i viadotti sebbene non impediscano lo scorrimento superficiale sul terreno) si ottiene un volume da recuperare pari a ca 14.250 mc. Il volume è recuperato con i fossi di guardia e con invasi naturali nel tratto di Calenzano. In particolare il volume recuperato con i fossi di guardia è pari a 8.500 mc considerando che la capacità per metro lineare è pari a ca 0.5.mc/ml per uno sviluppo di ca 17 km. Nell'area di Calenzano sono stati inoltre previste aree di accumulo e recupero volumi impermeabilizzati per un totale di ca 8.500 mc. Il totale di volumi recuperati è pari a 17.000 mc.

Per l'area di Bellosguardo si rimanda alla relazione IDR452 allegata al progetto di Bellosguardo. Per tale aree sono comunque previste aree di accumulo in situ oltre a vasche di fitodepurazione per la qualità delle acque.

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli
	Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009

A seguito di richieste del Comune di Calenzano è stato inoltre approfondito la tratta in oggetto per verificarne la compatibilità idraulica

5.1. Analisi di compatibilità idraulica Tratto di Calenzano

Premesso che la situazione attuale del sistema fognario del tratto adiacente all'Autostrada esistente nel Comune di Calenzano è di grave insufficienza e che attualmente parte della carreggiata esistente ha come recapiti la fognatura Comunale è stato effettuato un approfondimento tecnico al fine di valutare e realizzare il non incremento delle portate in fognatura.. Si fa inoltre presente che, oltre alle vasche di compensazione suddette richieste il Comune di Calenzano ha richiesto in fase di Conferenza dei Servizi sul progetto definitivo, di realizzare un collettore DN1200 che raccoglie e scarica tutto il drenaggio di piattaforma (esistente e di progetto) nel Canale di Cinta Occidentale (recettore naturale del sistema fognario del tratto in questione). Tale collettore è riportato negli elaborati grafici allegati.

Di seguito si riporta l'approfondimento di compatibilità idraulica dell'intervento indipendentemente dalla realizzazione del Collettore DN1200.

Tale analisi consiste nell'individuazione dei recettori finali del drenaggio di piattaforma e nella valutazione della compatibilità idraulica del reticolo esistente in funzione del maggiore apporto idrico conseguente all'intervento Autostradale. Infatti l'ampliamento della piattaforma Autostradale modifica, sebbene solo parzialmente, le attuali condizioni di deflusso idrico interessando aree in precedenza a diversa permeabilità.

Per il calcolo dell'incremento della portata abbiamo utilizzato il metodo di Wooding precedentemente descritto con le seguenti ipotesi:

- Coefficiente di deflusso per stato attuale pari a 0.4
- Coefficiente di deflusso a seguito dell'allargamento della carreggiata pari a 1

Di seguito si riportano i risultati eseguiti con $C=0.4$ e $C=1$ ed L_C =allargamento medio della carreggiata pari a 15 m

INPUT													
a	45.19	mm/hr^n	a	0.00170813	m/sec^n								
n	0.4												
g	9.81	m/sq											
viscosità	0.00000131	mq/s											
m	2												
scabrezza	45												
Metodo proposto da Wooding													
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C		alfa	tpc	qo	hmax	p
[m]	[m]	[m]				[m]				[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]
15005.01	15631.61	16	0.02100	0.0270	0.0342	20.27	0.4		8.32260	344.46823	0.0003	7.07035	184.72869
15631.61	16607.07	16	0.01600	0.0250	0.0297	19.00	0.4		7.75276	345.95651	0.0003	7.08255	184.25146
16607.07	17375.19	16	0.00390	0.0250	0.0253	16.19	0.4		7.15802	326.78488	0.0003	6.92287	190.66311
17375.19	17450.00	16	0.02600	0.0250	0.0361	23.08	0.4		8.54637	370.89749	0.0003	7.28254	176.71422

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009

INPUT												
a	45.19	mm/hr^n	a	0.00170813	m/sec^n							
n	0.4											
g	9.81	m/sq										
viscosità	0.00000131	mq/s										
m	2											
scabrezza	70											
Metodo proposto da Wooding												
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]
15005.01	15631.61	16	0.02100	0.0270	0.0342	20.27	1	8.32260	179.02196	0.0012	13.60454	273.57730
15631.61	16607.07	16	0.01600	0.0250	0.0297	19.00	1	7.75276	179.79543	0.0012	13.62802	272.87054
16607.07	17375.19	16	0.00390	0.0250	0.0253	16.19	1	7.15802	169.83183	0.0013	13.32076	282.36599
17375.19	17450.00	16	0.02600	0.0250	0.0361	23.08	1	8.54637	192.75739	0.0012	14.01283	261.70814

Dall'analisi delle tabelle suddette si evince un incremento di portata di piena (per metro di carreggiata ed in relazione al tempo di ritorno pari a 25 anni) di circa $Q_{0(\text{progetto})} - Q_{0(\text{attuale})} = 0.0012 - 0.0003 = 0.0009 \text{ mc/s} \cdot \text{m}$.

In generale abbiamo quindi un incremento su tutto il tratto (ca 2.5 km) pari a $Q_{0\text{tot}} = 0.0009 \times 2530 = 2.27 \text{ mc/s}$.

L'area impermeabilizzata è ca 34.000 mq; essendo all'interno del comprensorio di bonifica per il recupero dei volumi impermeabilizzati si utilizza il parametro del Piano Generale di Bonifica (0.1 mc/mq di superficie impermeabilizzata) pertanto si prevede di recuperare almeno 3.400 mc.

Il sistema di smaltimento autostradale è previsto come sistema chiuso con scarico nei presidi idraulici e successivamente nella rete di drenaggio esistente (fossi o fognature).

Di seguito si riportano in tabella con i recettori individuati, la lunghezza dei tratti di piattaforma sottesi, l'incremento della portata prevista, l'area individuata per il recupero dei volumi ed il volume stimato. Le caratteristiche dei fossi di guardia e delle aree sono ricavate dal rilievo celerimetrico in scala 1:1.000.

Recettore individuato	Lunghezza tratto di Autostrada Sottesa	Area impermeabilizzata a sottesa	Volume da recuperare per impermeabilizzazione	Incremento di portata previsto	Area interna individuata per recupero volumi	Volume stimato
	[m]	[mq]	[mc]	[mc/s]	[mq]	[mc]
Torrente Chiosina	400	10.000	1.000	0.36		
Fosso svicolo Calenzano carr. sud alla progr.16+652	1200	12.000	1.200	1.08	1.200+1.200	2.400
Fognatura Via Vittorio Emanuele progr.17+037	390	2.500+2.000	450	0.35	4.000+450	4.450
Fosso delle ferrovie	540	4.000+3.500	750	0.48	1.500	1.500
Totale	2530	34.000	3.400	2.27	8.450	8.450

SPEA S.p.A.	<p style="text-align: right;">Autostrada A1 Milano-Napoli</p> <p style="text-align: center;">Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord</p> <p style="text-align: center;">SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p style="text-align: right;"><i>Ottobre 2009</i></p>
-------------	--

Dall'analisi della tabella si evince che l'incremento di portata è trascurabile per il torrente Chiosina in quanto l'incremento sulla portata per tempo di ritorno 25 anni è inferiore al 1%. Per l'intero tratto il volume da recuperare per impermeabilizzazione è pari a ca 3.400 mc, le aree individuate per il recupero sono pari a ca 8.450 mq; nell'ipotesi di scavare ca 1 m rispetto al piano di campagna attuale si ottiene un volume pari a ca 8.450 mc. Tale volume è circa 2.5 volte rispetto al volume impermeabilizzato, pertanto la situazione di progetto risulta essere migliorativa rispetto allo stato attuale.

6. VERIFICHE EFFETTUATE DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

Il dimensionamento del sistema di drenaggio autostradale dipende in prima analisi dalla definizione del cosiddetto rischio d'insufficienza che dovrà caratterizzare l'opera stessa durante la fase di esercizio; tale rischio fissa la frequenza probabile che si possano manifestare eventi estremi più gravosi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche dell'opera, e quindi con portate e/o volumi complessivi maggiori di quelli previsti, con conseguenti esondazioni, ristagni d'acqua ed in ultima analisi danni a cose e persone.

Di conseguenza nei calcoli di verifica e/o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorrono tra due eventi di entità uguale o superiore a quella di progetto.

Nell'ambito del presente progetto gli elementi di raccolta in carreggiata (canalette con griglia-embrici, cunette triangolari, tubazioni longitudinali in carreggiata ecc..) sono stati dimensionati con tempo di ritorno di progetto pari a 25 anni; i fossi di guardia sono calcolati per TR100 anni. I presidi idraulici sono invece calcolati sulle acque di prima pioggia.

6.1. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica consiste nel dimensionamento degli elementi di raccolta, nella verifica dei tiranti in piattaforma e nel dimensionamento degli interassi delle caditoie (pozzetti di scarico, embrici, caditoie su viadotti ecc.).

Per tutti gli elementi di raccolta (interasse embrici, cunetta triangolare, caditoie, canaletta con griglia e caditoie viadotti) sono stati dimensionati verificando la portata massima defluibile con un franco di sicurezza, ossia imponendo il grado di riempimento dell'elemento tubazione, usualmente pari al 80% - 90% e calcolando la massima portata defluente dalla falda piana inclinata (superficie autostradale scolante).

L'analisi idraulica è stata effettuata con il Metodo di Wooding.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i punti di scarico sia che siano canalette che caditoie. Il criterio utilizzato inoltre è stato di prevedere tubazioni in carreggiata da DN400 fino a DN 800, prevedendo opportuni pozzetti di salto dove è prevista la continuità sul cervello della fognatura. In generale sono previsti scarichi nei corsi d'acqua superficiali con interassi non superiori a 1000 m. Questa scelta, laddove compatibile con le strutture di

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO <i>Ottobre 2009</i>
--------------------	---

progetto, consente da un lato di avere un numero limitato di presidi idraulici, dall'altro di conoscere e quindi intervenire sui singoli recapiti.

Per valutare la portata massima all'interno degli elementi marginali (canalette, condotte ecc.) è stato utilizzato uno schema di moto uniforme, come è usuale. Si utilizza la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = kAR^{2/3}i^{1/2}$$

dove:

Q è la portata di dimensionamento della canalizzazione (m³/s);

k è il coefficiente di scabrezza di Strickler (m^{1/3}/s);

A è l'area del condotto (m²);

R è il raggio idraulico (m);

i è la pendenza media del condotto.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per ciascun tratto (individuati da progressiva a progressiva come da tavole allegate) ipotizzando a vantaggio di sicurezza una pendenza media longitudinale pari alla minima ricavata per ciascun tratto a pendenza pressochè omogenea come ricavato dai profili longitudinali. La pendenza trasversale è stata posta variabile in funzione di quanto individuato sui profili (andamento cigli) ed al minimo pari a 1.2 %.

6.2. TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le principali fonti di inquinamento, per un'infrastruttura autostradale, sono il traffico veicolare e la deposizione atmosferica. Il traffico veicolare rappresenta una forma di inquinamento sia diretta che indiretta. I veicoli emettono, direttamente, sostanze inquinanti e le producono, indirettamente, in quanto causano l'usura del manto stradale e delle componenti degli automezzi stessi e possono trasportare materiale inquinato da altri siti. Inoltre le caratteristiche del carico inquinante da piattaforma dipendono dalla tipologia della fonte di rilascio, tipo di superficie autostradale, aree di parcheggio, aree di esazione, aree di servizio ecc.

La progettazione del sistema di drenaggio è stata quindi effettuata con gli obiettivi complementari di garantire la sicurezza del traffico anche in concomitanza di precipitazioni eccezionali e di assicurare la compatibilità dei recapiti con l'idrografia locale. Con riferimento a quest'ultimo obiettivo, la progettazione del sistema di drenaggio definisce la raccolta, il convogliamento ed il recapito delle acque meteoriche secondo uno schema preciso, con la possibilità di predisporre, ove necessario, opportuni interventi di controllo qualitativo e quantitativo dei deflussi a monte di corpi idrici ricettori. Tali interventi di controllo, nella loro accezione più ampia, vengono definiti "presidi idraulici" e sono costituiti da impianti di separazione di fanghi ed oli.

In generale ciascun impianto è costituito da:

-pozzetto deviatore

-separatori di fanghi

separatori oli coalescenti

L'acqua da trattare confluisce dapprima nel pozzetto deviatore. Da esso tutte le prime acque (una quota costante nel tempo) sono convogliate all'impianto di separazione, mentre le restanti defluiscono dal troppopieno. Nel separatore fanghi avviene la rimozione del materiale sedimentabile, che si deposita sul fondo della vasca. Una lastra posta in prossimità dell'ingresso, rallentando il flusso in arrivo, facilita il processo di sedimentazione. Successivamente si ha il passaggio nel separatore oli, in cui la particolare conformazione del tubo in ingresso consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente. Le microparticelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, vengono adsorbite dal filtro a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie. L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante posto in apposito cilindro in PEHD), che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente. All'interno del separatore oli può essere installato un sistema di allarme, che ne segnala la necessità di svuotamento.

Il dimensionamento del separatore oli avviene in conformità a quanto previsto da norme DIN 1999 ed EN 858, considerando come prime piogge i 5 mm iniziali che si calcola ricadano nei primi 15 minuti, quindi con una piovosità pari a 0.0055 l/(s mq).

La grandezza nominale dell'impianto (l/s) si determina moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assunto un fattore di densità unitario), come da formula seguente:

$$GN \text{ separatore oli} = S \text{ (mq)} \times 0.0055 \text{ l/(s mq)}$$

Le quantità massime di oli trattenute nei separatori oli coalescenti prima che la chiusura automatica entri in funzione sono le seguenti:

GN (l/s)	Volume oli (litri)
3	185
6	185
10	185
15	338
20	499
30	731
40	1336
50	1353
65	1353
80	1454

Tabella 3 *Quantità massime di oli trattenute nel separator*

Per quanto concerne il dimensionamento del pozzetto deviatore, una volta noto l'afflusso totale e determinata la quantità d'acqua da trattare con un separatore avente opportuna grandezza nominale, si ottiene la portata che può trascinare attraverso la lama di deflusso del pozzetto.

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO <i>Ottobre 2009</i>
--------------------	---

Il deviatore in questione è uno sfioratore laterale, che possiede una tubazione in ingresso e due in uscita (una collegata al separatore ed una di bypass). La soglia (opportunitamente sagomata) viene progettata in modo tale che l'altezza del livello d'acqua nel pozzetto deviatore sia pari a quella che si determina nel separatore in corrispondenza del carico nominale.

Il calcolo idraulico delle tubazioni in ingresso e in uscita al pozzetto deviatore è stato effettuato sulla base dei dati di portata relativi all'afflusso totale, alla grandezza nominale del separatore e alla differenza tra questi due valori. Stabiliti portata da convogliare, scabrezza, pendenza ed assunto un diametro delle tubazioni, dai valori tabulati (abachi di Bazin) si ricavano i valori effettivi di altezza e velocità di flusso nelle tubazioni.

La tipologia dei vari impianti disoleatori dislocati lungo il tracciato Autostradale (riportate nelle planimetrie allegate al progetto) con le caratteristiche principali relative a ciascuno di essi è illustrata nella tabella seguente.

Disoleatore	Quota ingresso [m s.l.m.]	Quota uscita [m s.l.m.]	Q in arrivo (l/s) Tr100anni	Lunghezza tot carreggiata (m)	Larghezza carreggiata (m)	Sup.drenata(mq)	Q a disoleatore(l/s)	Disoleatore	Qsfiorata(l/s)
1	283,8	283,65	1130,00	1130	15	16950	93,23	GN80+GN40	1050,00
2	317,95	317,8	940,00	940,00	15	14100	77,55	GN80	860,00
3	340,7	340,55	830,00	830,00	15	12450	68,48	GN65	790,00
4	347,3	347	545,00	545,00	15	8175	44,96	GN65	480,00
5	347,95	347,8	310,00	310,00	15	4650	25,58	GN40	270,00
6	279,5	279,35	400,00	400,00	15	6000	33,00	GN40	380,00
7	224,15	224	420,00	420,00	15	6300	34,65	GN40	380,00
8	203,8	203,65	590,00	590,00	15	8850	48,68	GN65	570,00
9	184,5	184,2	300,00	300,00	15	4500	24,75	GN40	260,00
10	130,77	130,62	945,00	945,00	15	14175	77,96	GN80	925,00
11	108,3	108,15	620,00	620,00	15	9300	51,15	GN65	540,00
12	76,85	76,7	550,00	550,00	33,25	18288	100,58	GN80+GN40	485,00
13	61,85	61,7	1180,00	1180,00	15	17700	97,35	GN80+GN40	1100,00
14	61,2	61,05	1270,00	1270,00	15	19050	104,78	GN80+GN40	1140,00
15	57,5	57,35	330,00	330,00	33,25	15973	87,85	GN80	250,00
16	52,15	52	290,00	290,00	33,25	9643	53,03	GN65	225,00

Tabella 4 Impianti di separazione fanghi e oli

7. FOSSI DI GUARDIA

i fossi di guardia hanno la funzione di proteggere la carreggiata dalle acque di versante e solo in alcuni casi sono i recettori dei presidi idraulici. Il sistema è stato calcolato per un tempo di ritorno di 100 anni e con durate inferiori all'ora. In definitiva la cpp utilizzata è la seguente:

$$h(t)=54.61t^{0.49} \text{ [mm]}$$

L'evento critico è stato qui definito come una pioggia di intensità costante e durata pari a 15 minuti. Per la valutazione della portata idrologica centennale si è fatto riferimento al *Metodo Razionale*. Tale approccio valuta la portata nel seguente modo:

$$Q=(1/3.6)ciA \text{ [mc/s]}$$

c coefficiente di deflusso [-].

i l'intensità di pioggia [mm/h].

A l'area del bacino in Km². In fase di progetto definitivo è stato utilizzato il rilievo celerimetrico in scala 1:1.000. Il rilievo è stato utilizzato per individuare le caratteristiche di

SPEA S.p.A.	<p style="text-align: right;">Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009</p>
-------------	--

deflusso superficiale (linee spartiacque), le linee di deflusso, i corpi recettori e la pendenza seguita dalle varie canalizzazioni. Il rilievo è stato integrato con la Cartografia Tecnica Regionale laddove ritenuto necessario.

7.1. Tipologie di fossi

Il sistema di drenaggio in esame è essenzialmente costituito da fossi di guardia che raccolgono le acque di versante e/o delle scarpate autostradali. La tipologia di fossi utilizzata è la seguente:

- FR1 (base=0.5 m, altezza=0.5, pendenza sponde 1/1) in cemento.
- FR2 (base=0.75 m, altezza=0.75, pendenza sponde 1/1) in cemento.
- FI1 (base=0.5 m, altezza=0.5, pendenza sponde 1.5/1) in terra.

Gli attraversamenti della viabilità secondaria sono realizzati con tubazioni circolari in cemento di diametro opportuno.

7.2. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica consiste nel dimensionamento degli elementi di raccolta ritenuti più sfavoriti rispetto all'evento critico, definito come una pioggia ad intensità costante di durata pari a 15 minuti.

Gli elementi di raccolta sono stati verificati confrontando la portata idrologica centennale con la portata massima defluibile nel collettore con un franco di sicurezza, ossia con grado di riempimento dell'elemento non superiore al 80% - 85%.

La capacità di smaltimento del collettore è stata valutata in condizioni di moto uniforme, utilizzando l'equazione di Manning:

$$Q=(1/n)\Omega R^{2/3}S^{1/2}$$

dove:

Q portata liquida [mc/s].

n coefficient di Manning [$sm^{-1/3}$].

Ω area liquida [mq].

R raggio idraulico [m].

S pendenza del canale [-].

La scabrezza idraulica è stata fissata pari a $0.018 sm^{-1/3}$ per i collettori in cemento e pari a $0.025sm^{-1/3}$ per i fossi in terra.

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO Ottobre 2009
--------------------	--

7.2.1 Risultati dell'analisi idraulica

Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi idraulica effettuata con le metodologie sopradescritte. Nella tabella seguente sono riportati i risultati dell'analisi:

<i>Dati collettore</i>					<i>Dati bacino idr.</i>		
¹ Progr. Km	Tipologia	L [m]	S [%]	² Q _{85%} [mc/s]	A [ha]	c [-]	Q ₁₀₀ [mc/s]
0+255.00	FR1	165.00	3.30	1.50	0.4243	0.7	0.100
0+470.00	FR1	250.00	0.56	0.62	0.9800	0.7	0.240
0+773.80	FR1	250.00	3.40	1.50	0.7700	0.7	0.200
1+040.00	FR1	030.00	2.00	1.16	0.083	0.7	0.020
2+178.24	FR1	144.00	8.5	2.40	1.7000	0.7	0.850
2+440.15	FR1	175.00	9.20	2.49	0.5000	0.7	0.250
2+806.40	FR2	93.00	7.50	6.00	3.00	0.7	³ 4.05
2+905.00	FR1	85.00	16.00	3.29	3.5000	0.7	2.76
3+130.09	FR1	235.00	0.30	0.50	1.0000	0.7	0.50
3+367.00	FR2	166.00	0.7	2.00	2.5000	0.7	1.25
5+261.58	FR1	130.00	18.0	3.90	7.6000	0.7	3.77
10+535.00	FR2	130.00	13.00	2.96	3.0000	0.7	2.40
11+835.00	FR2	136.00	0.75	2.00	2.5000	0.7	2.00
12+208.07	FR2	80.00+105.00+90.00+45.00	0.85	2.24	0.7000	0.7	⁴ 2.20

¹ La progressiva è riferita al punto più a nord del collettore.

² Corrisponde ad un'altezza d'acqua del fosso pari all'85% del totale.

³ In aggiunta al versante è stato considerato il drenaggio di 1.650Km di piattaforma autostradale.

⁴ In aggiunta al versante è stato considerato il drenaggio di 1.650Km di piattaforma autostradale.

SPEA S.p.A.	Autostrada A1 Milano-Napoli Ampliamento alla 3° corsia tratto Barberino di Mugello-Firenze Nord SISTEMA DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA AUTOSTRADALE TRATTA SUD PROGETTO DEFINITIVO <i>Ottobre 2009</i>
--------------------	---

8. ALLEGATO VERIFICHE DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

Di seguito si riporta le verifiche del drenaggio di piattaforma per ciascuna tipologia evidenziata nei paragrafi precedenti. Nelle tabelle sono riportate le progressive Autostradali, le pendenze minime di progetto e la capacità di deflusso per ciascun elemento. Dal punto di vista progettuale è quindi ipotizzato un “passo” degli elementi di scarico che risulta sempre verificato. Tale indicazione progettuale tiene conto non solo delle analisi idrauliche ma anche di manutenzione e di gestione del sistema.

CALCOLO CUNETTA TRIANGOLARE:

E' stato calcolato il valore di q_0 tramite il metodo di Wooding precedentemente descritto ed il valore di q_{max} capacità di smaltimento della cunetta triangolare e dove necessario della tubazione posta al di sotto della cunetta stessa.

Tale valore è stato calcolato in moto uniforme con la formula di Gauckler-Strickler nell'ipotesi di riempimento pari al 80 %.

Di seguito si riporta il calcolo effettuato per valutare la capacità di smaltimento della cunetta e laddove necessario della tubazione sottostante e la tabella di calcolo per la determinazione dell'interasse dei pozzetti di scarico in funzione della pendenza longitudinale

Tabella 5: Scala di deflusso cunetta triangolare

Sezione triangolare	Tipo	CT2				
a	0.15	m				
b	0.75	m				
c	0.25	m				
d	0.075	m				
alfa	0.1974	rad	11.31	gradi		
beta	1.2793	rad	73.30	gradi		
Scabrezza (Strickler)	60					
Tirante, h	h/a	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	$Q/i^{0.5}$	$v/i^{0.5}$
[m]		[m]	[mq]	[m]	[mc/s]	[m/s]
0.050	0.33	0.307	0.0066	0.022	0.0308	4.649
0.055	0.37	0.338	0.0080	0.024	0.0397	4.954
0.060	0.40	0.369	0.0095	0.026	0.0501	5.250
0.065	0.43	0.399	0.0112	0.028	0.0620	5.538
0.070	0.47	0.430	0.0130	0.030	0.0755	5.818
0.075	0.50	0.461	0.0149	0.032	0.0908	6.092
0.080	0.53	0.491	0.0170	0.035	0.1079	6.360
0.085	0.57	0.522	0.0191	0.037	0.1268	6.622
0.090	0.60	0.553	0.0215	0.039	0.1477	6.879
0.095	0.63	0.584	0.0239	0.041	0.1706	7.132
0.100	0.67	0.614	0.0265	0.043	0.1956	7.380
0.105	0.70	0.645	0.0292	0.045	0.2227	7.624
0.110	0.73	0.676	0.0321	0.047	0.2522	7.864
0.115	0.77	0.706	0.0350	0.050	0.2839	8.101
0.120	0.80	0.737	0.0382	0.052	0.3180	8.334
0.125	0.83	0.768	0.0414	0.054	0.3546	8.564
0.130	0.87	0.799	0.0448	0.056	0.3937	8.791
0.135	0.90	0.829	0.0483	0.058	0.4354	9.015
0.140	0.93	0.860	0.0519	0.060	0.4797	9.236
0.145	0.97	0.891	0.0557	0.063	0.5268	9.454
0.150	1.00	0.921	0.0596	0.065	0.57661	9.671

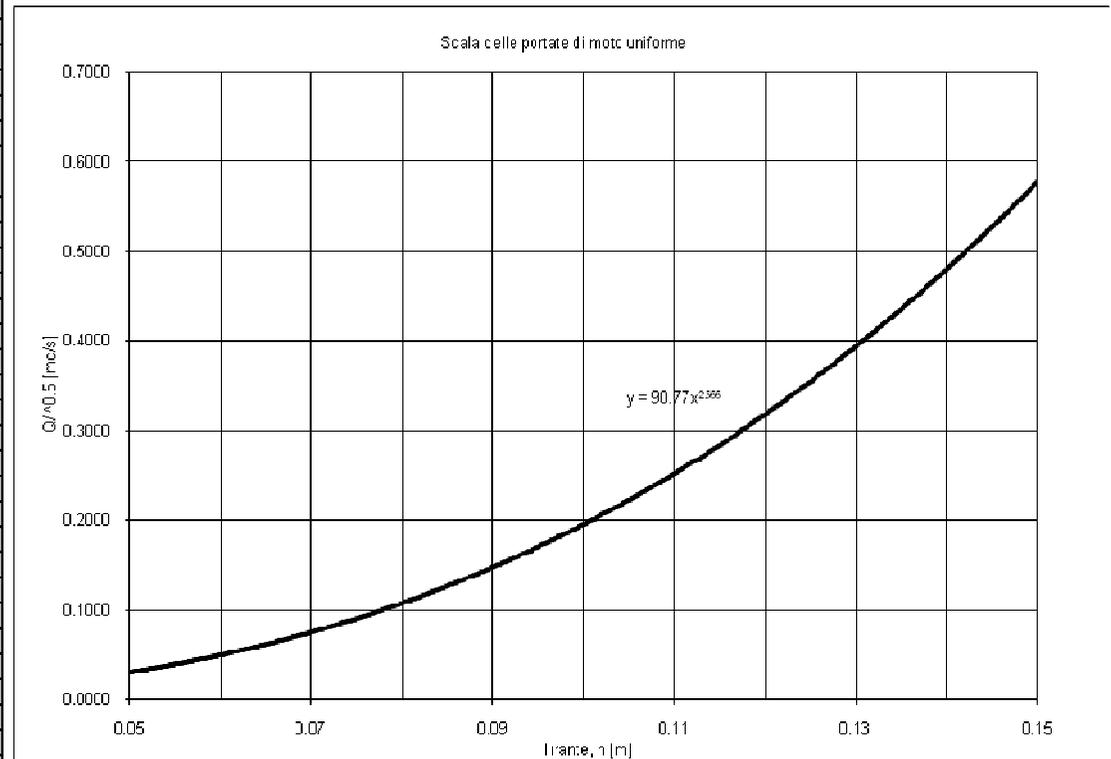


Tabella 6: Determinazione interasse caditoie Cunetta triangolare

Cunetta triangolare: Verifica considerando riempimento 100 % cunetta esistente ed eventualmente tubazione DN400 con riempimento 80 %.																	
a	43.31	mm/hr^n		a	0.00078343	m/sec^n											
n	0.49																
g	9.81	m/sq															
viscosità	0.0000131	mq/s															
m	2																
scabrezza	70								Metodo proposto da Wooding								
														Q max smaltibile dalla cunetta triangolare	Q max smaltibile dalla cunetta triangolare + tubazione DN 400	Lmax ammissibile per cunetta	Lmax ammissibile per cunetta + tubazione
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C		alfa	tpc	qo	hmax	p				
[m]	[m]	[m]				[m]				[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1		11.84906	155.97189	0.00089	9.30235	214.70830	0.06822534	0.27018384	76.3	302.0
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1		14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.103147018	0.40847958	122.4	484.7
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0368	22.08	1		13.42773	169.62973	0.00086	9.69295	205.71050	0.094746586	0.37521245	110.5	437.8
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0783	16.77	1		19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.107873734	0.42719817	100.7	398.7
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0737	15.79	1		19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.08744714	0.34630541	80.8	319.9
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0710	15.22	1		18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.063164391	0.25014163	58.0	229.6
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1		18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.063164391	0.25014163	58.0	229.6
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1		18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.083558635	0.33090628	77.1	305.2
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1		12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.072935956	0.28883868	80.7	319.4
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1		18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.036009243	0.14260267	33.0	130.6
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1		13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.092975466	0.36819851	108.1	428.1

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 30 ed i 100 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 200 e 400 m.

Cunetta triangolare: Verifica considerando riempimento 100 % cunetta esistente ed eventualmente tubazione DN800 con riempimento 80 %.																			
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	Q max smaltibile dalla cunetta triangolare	Q max smaltibile dalla cunetta triangolare + tubazione DN 800	Lmax ammisibile per cunetta	Lmax ammisibile per cunetta + tubazione			
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]			
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.001	9.30235	214.70830	0.06822534	1.27325036	76.3	1423.2			
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.103147018	1.9249736	122.4	2284.0			
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.00091	9.17279	217.86549	0.052214199	0.97444362	57.5	1073.4			
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.00108	7.76747	259.03501	0.094746586	1.76820116	87.8	1638.3			
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.107873734	2.01318558	100.7	1878.8			
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.08744714	1.63197577	80.8	1507.4			
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.063164391	1.17880077	58.0	1082.0			
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.083558635	1.55940684	77.1	1438.3			
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.072935956	1.36116189	80.7	1505.2			
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.036009243	0.67201984	33.0	615.5			
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.092975466	1.73514775	108.1	2017.5			

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 20 ed i 90 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore DN800 è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 600 e 2200 m.

Cunetta triangolare: Verifica considerando riempimento 100 % cunetta esistente ed eventualmente tubazione DN1000 con riempimento 80 %.																
a	43.31	mm/hr^n		a	0.00078343	m/sec^n										
n	0.49															
g	9.81	m/sq														
viscosità	0.00000131	mq/s														
m	2															
scabrezza	70								Metodo proposto da Wooding							
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	Q max smaltibile dalla cunetta triangolare	Q max smaltibile dalla cunetta triangolare tubazione DN 1000	Lmax ammisibile per cunetta	Lmax ammissibile per cunetta + tubazione
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.001	9.30235	214.70830	0.06822534	2.284154122	76.3	2553.2
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.001	9.85130	202.26999	0.103147018	3.453316436	122.4	4097.5
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.001	9.17279	217.86549	0.052214199	1.748108211	57.5	1925.7
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.001	7.76747	259.03501	0.094746586	3.172073696	87.8	2939.0
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.001	7.82158	257.16993	0.107873734	3.611564776	100.7	3370.4
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.001	7.74440	259.83814	0.08744714	2.927691451	80.8	2704.2
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.001	7.69771	261.47877	0.063164391	2.114715797	58.0	1941.0
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.001	7.73400	260.20175	0.083558635	2.797506046	77.1	2580.3
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.001	9.20669	217.03069	0.072935956	2.44186347	80.7	2700.3
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.001	7.68136	262.05813	0.036009243	1.205573491	33.0	1104.1
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.001	9.66118	206.41458	0.092975466	3.11277737	108.1	3619.3

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 20 ed i 90 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore DN1000 è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 1100 e 4000 m.

CALCOLO INTERASSE POZZETTI DI SCARICO PER CANALETTA CON GRIGLIE A MARGINE CARREGGIATA ED A CENTRO STRADA

E' stato calcolato il valore di q_0 tramite il metodo di Wooding precedentemente descritto ed il valore di q_{max} capacità di smaltimento della canaletta e dove necessario della tubazione posta al di sotto della cunetta stessa. Tale valore è stato calcolato in moto uniforme con la formula di Gauckler-Strickler nell'ipotesi di riempimento pari al 80 %.

Tabella 7 Determinazione interasse di scarico Canaletta grigliata

Canaletta con griglia: Verifica considerando riempimento canaletta 100% ed eventualmente tubazione DN400 con riempimento 85 %.																
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	q0	hmax	p	Q max smaltibile dalla canaletta con griglia	Q max smaltibile dalla canaletta triangolare + tubazione DN 400	Lmax ammissibile per canaletta	Lmax ammissibile per canaletta + tubazione
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.0009	9.30235	214.70830	0.035496479	0.25791359	40	288
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.053665631	0.3899287	64	463
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.00091	9.17279	217.86549	0.027166155	0.19738636	30	217
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.00108	7.76747	259.03501	0.04929503	0.35817238	46	332
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.056124861	0.40779719	52	381
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.045497253	0.33057814	42	305
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.032863353	0.23878159	30	219
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.04347413	0.31587835	40	291
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.037947332	0.27572123	42	305
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.018734994	0.13612645	17	125
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.048373546	0.35147698	56	409

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 17 ed i 60 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore DN400 è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 100 e 300 m.

Canaletta con griglia: Verifica considerando riempimento canaletta 100% ed eventualmente tubazione DN630 con riempimento 85 %.																
a	43.31	mm/hr'n	a	0.00078343	m/sec'n											
n	0.49															
g	9.81	m/sq														
viscosità	0.00000131	mq/s														
m	2															
scabrezza	70								Metodo proposto da Wooding							
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	Q max smaltibile dalla canaletta con griglia	Q max smaltibile dalla canaletta tubazione DN 630	Lmax ammissibile per canaletta	Lmax ammissibile per canaletta + tubazione
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.0009	9.30235	214.70830	0.035496479	0.74612569	40	834
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.053665631	1.12803602	64	1338
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.00091	9.17279	217.86549	0.027166155	0.57102471	30	629
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.00108	7.76747	259.03501	0.04929503	1.03616725	46	960
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.056124861	1.17972831	52	1101
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.045497253	0.95633907	42	883
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.032863353	0.69077817	30	634
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.04347413	0.91381362	40	843
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.037947332	0.79764192	42	882
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.018734994	0.39380414	17	361
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.048373546	1.01679793	56	1182

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 15 ed i 50 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore DN630 è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 300 e 1000 m.

Canaletta con griglia: Verifica considerando riempimento canaletta 100% ed eventualmente tubazione DN800 con riempimento 85 %.																
a	43.31	mm/hr'n	a	0.00078343	m/sec'n											
n	0.49															
g	9.81	m/sq														
viscosità	0.00000131	mq/s														
m	2															
scabrezza	70								Metodo proposto da Wooding							
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	Q max smaltibile dalla canaletta con griglia	Q max smaltibile dalla canaletta tubazione DN 800	Lmax ammissibile per canaletta	Lmax ammissibile per canaletta + tubazione
[m]	[m]	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.0009	9.30235	214.70830	0.035496479	1.37202682	40	1534
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.053665631	2.07430958	64	2461
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.00091	9.17279	217.86549	0.027166155	1.0500392	30	1157
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.00108	7.76747	259.03501	0.04929503	1.90537502	46	1765
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.056124861	2.16936489	52	2025
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.045497253	1.75858151	42	1624
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.032863353	1.27025001	30	1166
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.04347413	1.68038282	40	1550
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.037947332	1.46675837	42	1622
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.018734994	0.72415392	17	663
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.048373546	1.86975739	56	2174

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dalla canaletta varia tra i 15 ed i 50 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 20 m nella condotta e pozzetti ogni 50. La canaletta con il collettore DN800 è sufficiente, in funzione della pendenza longitudinale, per tratti variabili tra 600 e 2400 m.

CALCOLO INTERASSE CADITOIE VIADOTTI:

E' stato calcolato il valore di q_0 tramite il metodo di Wooding precedentemente descritto ed il valore di q_{max} , capacità di smaltimento delle caditoie come soglia sfiorante o soglia sotto-battente utilizzando il valore più cautelativo.

Tabella 8 Calcolo interasse caditoie viadotti

PASSO CADITOIE VIADOTTI

PASSO CADITOIE VIADOTTI								Metodo proposto da Wooding					Calcolo portata massima smaltibile dal pluviale del viadotto Elemento marginale:pluviale DN160 mm				
a	43.31	mm/hr^n		a	0.00078343	m/sec^n		alfa	tpc	qo	hmax	p	Pluviale DN				
n	0.49								[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	Tirante massimo ammesso sul pluviale				0.16
g	9.81	m/sq											Cq	soglia sfiorante			0.35
viscosità	0.00000131	mq/s											Cq	sotto battente			0.6
m	2																
scabrezza	70																
Da progr.	A Progr.	Lc	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	Qmax funzionamento sotto battente	Qmax funzionamento soglia sfiorante	Q max calcolo	di interasse max	ammissibile
m	m	[m]				[m]			[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
0.00	71.30	15	0.01400	0.0250	0.0287	17.19	1	11.84906	155.97189	0.00089	9.30235	214.70830	0.012	0.009	0.069	0.012	13
71.30	1725.29	15	0.03200	0.0250	0.0406	24.36	1	14.10598	175.33342	0.00084	9.85130	202.26999	0.012	0.009	0.069	0.012	14
1725.29	4798.85	15	0.00820	0.0250	0.0263	15.79	1	11.35435	151.57086	0.00091	9.17279	217.86549	0.012	0.009	0.069	0.012	13
4798.85	8233.08	15	0.02700	0.0700	0.0750	16.08	1	19.17370	107.95022	0.00108	7.76747	259.03501	0.012	0.009	0.069	0.012	11
8233.08	12183.18	15	0.03500	0.0700	0.0783	16.77	1	19.58279	109.49064	0.00107	7.82158	257.16993	0.012	0.009	0.069	0.012	11
12183.18	14291.14	15	0.02300	0.0700	0.0737	15.79	1	19.00107	107.29695	0.00108	7.74440	259.83814	0.012	0.009	0.069	0.012	11
14291.14	15005.01	15	0.01200	0.0700	0.0710	15.22	1	18.65485	105.98088	0.00109	7.69771	261.47877	0.012	0.009	0.069	0.012	11
15005.01	15631.61	15	0.02100	0.0700	0.0731	15.66	1	18.92360	107.00315	0.00108	7.73400	260.20175	0.012	0.009	0.069	0.012	11
15631.61	16607.07	15	0.01600	0.0270	0.0314	17.44	1	12.40101	152.71614	0.00090	9.20669	217.03069	0.012	0.009	0.069	0.012	13
16607.07	17375.19	15	0.00390	0.0700	0.0701	15.02	1	18.53461	105.52194	0.00109	7.68136	262.05813	0.012	0.009	0.069	0.012	11
17375.19	17544.42	15	0.02600	0.0250	0.0361	21.64	1	13.29436	168.49706	0.00086	9.66118	206.41458	0.012	0.009	0.069	0.012	14

Dall'analisi della tabella si evince che lo scarico dei pluviali dei viadotti è variabile tra 11 e 14 m. In via cautelativa abbiamo utilizzato scarichi ogni 10 m