

AUTOSTRADA (A12) : ROMA - CIVITAVECCHIA

TRATTO: CERVETERI - TORRIMPIETRA

POTENZIAMENTO FUNZIONALE TRATTO CERVETERI - TORRIMPIETRA

PROGETTO DEFINITIVO

AU - CORPO AUTOSTRADALE

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologico idraulica e interferenze idrografiche

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Paolo De Paoli
Ord. Ingg. Pavia n.1739

**RESPONSABILE IDROLOGIA
E IDRAULICA**

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Danilo D'Alessandro
Ord. Ingg. L'Aquila N. 1503

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

**RESPONSABILE PROGETTAZIONE
NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tlp.	Disciplina	Progressivo	Rev.	nn
111206	LL00	PD	AU	IDR	00000	00000	R	I D R	0001	00	SCALA -

	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
									n.	data	
									0	LUGLIO 2018	
									1	-	
									2	-	
REDATTO:						VERIFICATO:				3	-
										4	-

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO ING. M. TORRESI</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	--	---

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	AMBITO DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	IDROGRAFIA	8
3	IDROLOGIA	10
4	SISTEMI DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	12
4.1	METODOLOGIA PROGETTUALE	12
4.1.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta.....</i>	12
4.1.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento.....</i>	14
4.2	ELEMENTI DI RACCOLTA	15
4.2.1	<i>Embrici</i>	15
4.2.2	<i>Canali con griglia.....</i>	16
4.3	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO.....	18
4.3.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP.....</i>	18
4.3.2	<i>Schema iterativo di calcolo per il dimensionamento dei collettori.....</i>	20
4.4	VERIFICHE STATICHE DEI COLLETTORI IN PEAD	20
4.5	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	27
4.5.1	<i>Interventi in corrispondenza delle piazzole di sosta</i>	27
4.5.2	<i>Interventi in spartitraffico.....</i>	27
4.5.3	<i>Tombamento cunettoni trapezoidali in cls.....</i>	29
	ALLEGATO A1	31
	ALLEGATO A2	35
	ALLEGATO A3	40

1 Premessa

L'intervento in esame ha come obiettivo il potenziamento funzionale dell'autostrada A12 Roma – Civitavecchia nella tratta compresa fra gli svincoli di Torrimpietra (km 15) e Cerveteri-Ladispoli (km 28).

Il potenziamento funzionale consiste nella riorganizzazione della sola carreggiata Sud esistente, per incrementarne le dimensioni della corsia di emergenza, in modo che questa possa essere utilizzata come ulteriore corsia di marcia nei limitati periodi dell'anno in cui i livelli di traffico lo richiedono. Il progetto prevede pertanto lo spostamento dello spartitraffico centrale (con contestuale riduzione della sua larghezza) di 1,0 m verso la carreggiata Nord e la riduzione della larghezza delle corsie di marcia da 3,75 a 3,50 m.

Inoltre, il progetto prevede l'introduzione, lungo la carreggiata Sud, di 15 nuove piazzole per la sosta di emergenza più 1 piazzola di servizio per gli addetti alla manutenzione del primo portale di segnaletica con LCS posizionato in ingresso a Cerveteri, attualmente non presenti lungo la tratta. Tale accorgimento, avente lo scopo di incrementare la sicurezza della circolazione in condizioni ordinarie, consente di mitigare l'assenza della corsia di emergenza quando essa viene impiegata come corsia di marcia.

L'intervento in esame è completato dalla realizzazione di una rotatoria sulla viabilità di adduzione allo svincolo di Cerveteri, dove l'intersezione esistente tra la viabilità ordinaria ed i rami di svincolo è stata identificata come elemento critico del sistema infrastrutturale.

Le suddette modifiche alla piattaforma autostradale determinano variazioni nello schema di drenaggio rispetto al sistema attuale.

In corrispondenza delle curve, lo spostamento dello spartitraffico determina il riposizionamento del sistema di drenaggio centrale. Inoltre, il passaggio da spartitraffico bifilare a spartitraffico monofilare comporta l'adozione di un sistema di captazione lineare, costituita da una canaletta continua grigliata in PEAD ubicata in corrispondenza della barriera centrale, con sottostante collettore in PEAD.

In corrispondenza delle nuove piazzole di sosta è stato mantenuto, ove possibile, lo schema di drenaggio esistente, pertanto:

- per piazzole in rilevato, embrici con fosso di guardia al piede del rilevato
- per piazzole in trincea, ripristino della cunetta esistente, eventualmente con collettore sottostante e caditoie grigliate.

Fra il km 16+680 ed il km 17+485, è presente in carreggiata Sud una cunetta trapezoidale aperta in cls, di base 0,40 m e profonda circa 0,60 m, che drena la piattaforma autostradale e la scarpata sovrastante. Tale cunetta, in occasione del funzionamento della corsia di emergenza come corsia di marcia, si troverebbe adiacente al deflusso veicolare, costituendo un pericolo non accettabile per i veicoli in transito in caso di svio. Pertanto, in questa sede si è provveduto alla sostituzione della cunetta aperta con un canale rettangolare in calcestruzzo dotato di griglia carrabile.

La medesima soluzione è stata adottata in carreggiata Nord fra le prog 23+255 e 23+965.

La realizzazione delle piazzole ha richiesto il prolungamento dei tombini esistenti a km 17+360 e 21+703

La nuova rotatoria in uscita dallo svincolo di Cerveteri-Ladispoli è ubicata per gran parte sull'attuale sedime stradale, il progetto del drenaggio è finalizzato al ripristino della funzionalità del sistema attualmente in essere, composto da embrici sulle scarpate e fosso di guardia al piede. Il nuovo ingombro della piattaforma stradale richiede il prolungamento di alcuni tombini esistenti.

Per la valutazione delle portate si è fatto riferimento allo Studio idrologico riportato nel Capitolo 3. L'analisi idrologica ha permesso di stimare, partendo dalle sollecitazioni meteoriche, la portata drenata dalla piattaforma autostradale, preventivamente suddivisa, in base alle caratteristiche dell'asse viario e alla posizione dei recapiti, in diversi bacini scolanti.

Note le portate di progetto è stato effettuato il dimensionamento idraulico (paragrafo 4.1 e 4.2) dei diversi elementi di raccolta e convogliamento, che compongono il sistema di drenaggio in progetto. Tale dimensionamento è stato effettuato con riferimento a diversi tempi di ritorno: 25 anni per gli elementi marginali e 50 anni per le canalizzazioni in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini.

2 Ambito di riferimento

Da un punto di vista geografico-amministrativo l'ambito di riferimento si trova interamente all'interno della Regione Lazio.

Il territorio oggetto dell'intervento in esame ricade nell'area di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio per quanto riguarda il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e nell'area di competenza del distretto idrografico dell'Appennino Centrale per quanto invece riguarda il Piano di Gestione del Rischio alluvioni (PGRA).

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n°17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. n°21 del 07/06/2012 – S.O. n°35). Tale piano affronta tutti gli aspetti relativi alla difesa del suolo, con particolare riferimento alla difesa dei versanti e alla regimazione idraulica. Uno degli strumenti più importanti forniti da tale piano è certamente la mappatura della pericolosità e del rischio idraulici.

La redazione delle mappe di pericolosità idraulica è basata sui seguenti Tempi di Ritorno:

- P1 - alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità);
- P2 - alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);
- P3 - alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità).

Il Piano di Gestione del rischio alluvioni del distretto dell'Appennino Centrale, redatto ai sensi della Direttiva Europea 2007/60/CE e del Decreto Legislativo n. 49 del 23 febbraio 2010, è stato invece adottato dal comitato istituzionale integrato il 17/12/2015 e approvato dal comitato istituzionale il 03/03/2016. L'area su cui insiste il presente progetto ricade nella UoM Bacini Laziali ed è inserita nell' "Area Omogenea 1 –Bacini Regionali Nord".

Le mappe di pericolosità idraulica fornite nell'ambito del P.G.R.A. rimandano all'ultimo aggiornamento delle mappe fornite dal P.A.I. (giugno 2013) benché i tempi di ritorno utilizzati da queste non siano perfettamente corrispondenti alle specifiche della Direttiva Europea 2007/60/CE e del Decreto Legislativo n. 49/2010. In particolare al capitolo 3 della Relazione Generale di piano è riportata la seguente classificazione in fasce:

Seguono le mappe ufficiali della Pericolosità del PGRA (Tavole 17 e 18) su cui è stato inserito il tratto autostradale oggetto degli interventi (linea in verde), da cui emerge che gli interventi in progetto non ricadono in aree perimetrate.

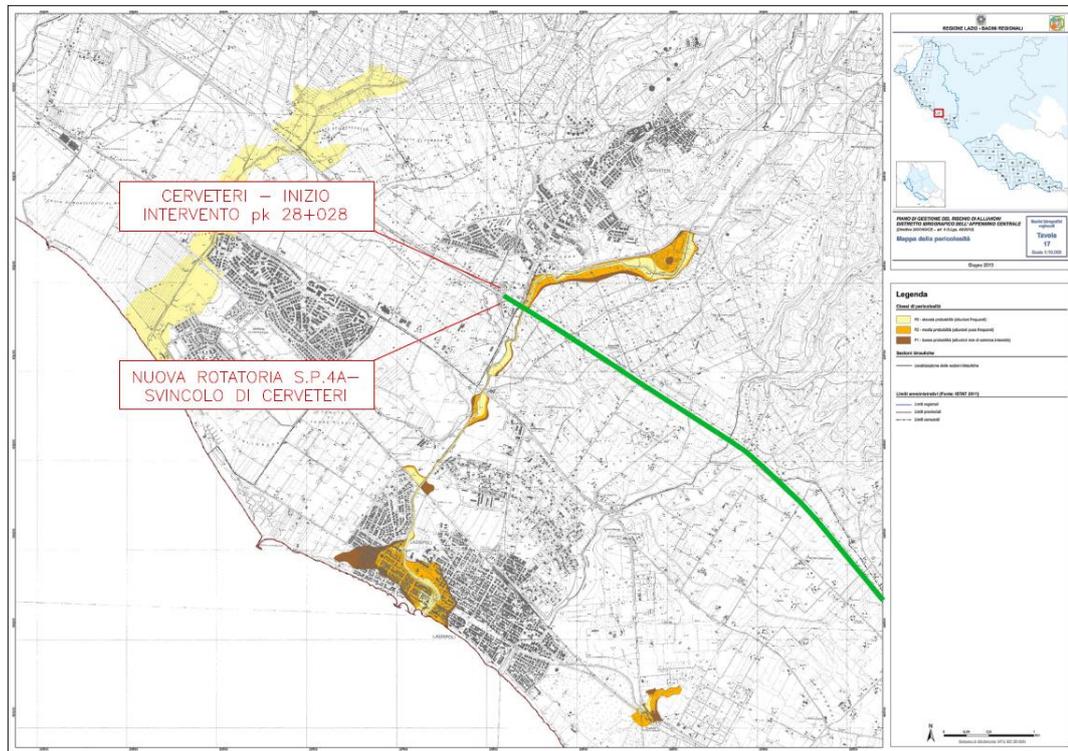


Figura 1: mappa della Pericolosità Idraulica del PGRA (Tav. 17)

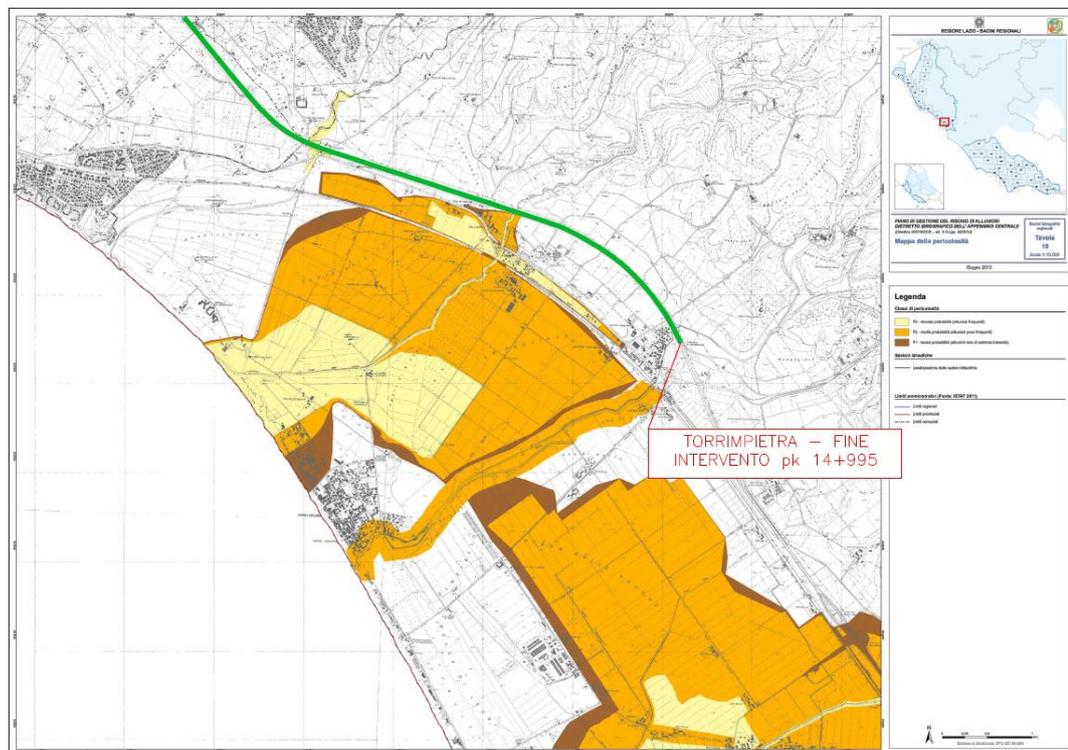


Figura 2: mappa della Pericolosità Idraulica del PGRA (Tav. 18)

Al fine di verificare la compatibilità idraulica del progetto della rotatoria sulla S.P.4, di seguito si riporta lo stralcio su ortofoto dell'intervento in esame da cui si evince che l'intervento non ricade in aree perimetrate.

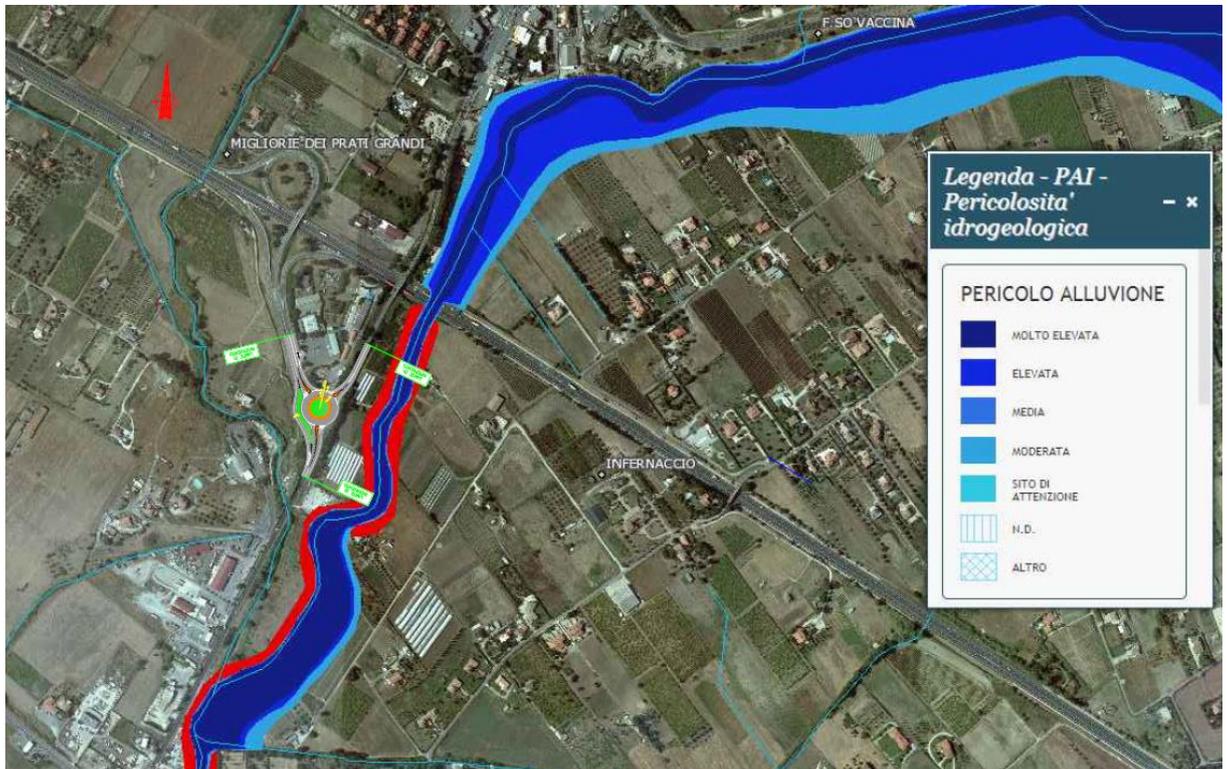


Figura 3: aree con pericolosità idraulica su Fosso Vaccina

In materia di programmazione territoriale la Regione Lazio ha adottato il nuovo **Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR)** (Giunta Regionale con atti n. 556 del 25 luglio 2007 e n. 1025 del 21 dicembre 2007, ai sensi dell'art. 21, 22, 23 della legge regionale sul paesaggio n. 24/98). Tale Piano deve garantire una tutela omogenea sul territorio regionale delle aree e dei beni individuate nel Piano stesso.

Inoltre sono stati contestualmente approvati i Piani Territoriali Paesistici (PTP), tra cui il **Piano Territoriale Paesistico Ambito Territoriale n.2 Litorale Nord**, approvato con LL.RR. – 6 luglio 98 nn. 24 e 25 suppl. ord. N. 1 al BUR n. 21 del 30.7.98) e il Testo Coordinato delle Norme Tecniche di Attuazione (art. 20 comma 2 della L.R. 6.7.98 n. 24).

A scala regionale, uno strumento di pianificazione territoriale non trascurabile e strettamente legato agli interventi previsti in progetto è il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Il PTA è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della Regione, e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo. Il Piano è stato adottato con Deliberazione di Giunta

Regionale n. 266 del 2 maggio 2006 e approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 42 del 27 settembre 2007 (Supplemento ordinario al "Bollettino Ufficiale" n. 3 n. 34 del 10 dicembre 2007), conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque). Con la Deliberazione Giunta Regionale - numero 819 del 28/12/2016 è stato adottato l'aggiornamento al Piano.

2.1 Idrografia

Il reticolo idrografico naturale, interferente con il tratto autostradale in studio, è costituito da una serie di aste principali, secondarie e minori che attraversano l'autostrada ortogonalmente e confluiscono nel mare. I bacini interferiti dal tratto autostradale più a sud, si alimentano dal versante sud del bacino del lago di Bracciano, mentre quelli a monte del fosso Vaccina, al di fuori e a nord della zona di interesse, si alimentano dai monti della Tolfa.

L'autostrada corre nel tratto pedecollinare dei bacini idrografici interferiti.

Nella tabella seguente, si riporta l'elenco delle interferenze con il reticolo idrografico corredato dalla rispettiva progressiva autostradale.

Op. n.	Corso d'acqua	Progr. attraversamento [Km]
69	Rio Tre Denari	15+302.43
79	Fosso delle Cadute (ex Palidoro)	17+560.78
84	Fosso della Mentuccia	19+092.67
89	Fosso Cupino (ex Statua)	19+910.49
92	Fosso del Quartaccio	21+165.48
98	Fosso Monteroni	22+391.70
104	Fosso Sanguinara	24+244.91
106	Fosso di Pinzanello	24+446.44
110	Fosso di Ponte Stretto	24+917.84
120	Fosso Vaccina	27+630.28

Gli interventi in progetto, riguardando solo puntualmente il tracciato autostradale, non vanno ad intaccare lo stato attuale delle suddette interferenze con il reticolo idrografico superficiale. Si rendono invece necessari i seguenti interventi di prolungamento degli attraversamenti minori che non avranno ripercussioni sulle aree circostanti in quanto appartenenti al sistema di drenaggio della piattaforma autostradale.

Op. n.	Tipologia	Material e	Geometria	Progressiva [km]	Intervento di Riferimento	Intervento
78	tombino circolare	cls	φ 1200	17+362.3	Piazzola n°13	da prolungare
94	tombino circolare	cls	φ 1200	21+703.53	Piazzola n° 8	da prolungare

3 Idrologia

L'elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica adottate per il presente progetto è stata effettuata sulla base dei contenuti della pubblicazione CNR –GNDCI – VAPI, “Sintesi del rapporto regionale per i compartimenti di Bologna, Pisa, Roma e zona emiliana del bacino del Po”.

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata: nel caso specifico essi sono commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa.

Pertanto, partendo dalle curve di possibilità pluviometrica ottenute per $t > 1$ h, è stato necessario, applicando una nota metodologia proposta in letteratura (AAVV, Sistemi di fognatura, Manuale di progettazione, 1997, ed. HOEPLI), estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora.

In particolare, il sopraccitato metodo parte dall'osservazione che i rapporti r_d fra le altezze di pioggia di durata d inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località [Bell 1969]. Per le finalità del presente studio si è quindi ritenuto legittimo fare riferimento ai dati disponibili per il pluviografo di Milano Monviso dove, su un campione di 17 anni di osservazioni sono stati calcolati i rapporti r_d dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata h' rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria $h1$.

* $h1'/h1$	$h2'/h1$	$h3'/h1$	$h4'/h1$	$h5'/h1$	$h10'/h1$	$h15'/h1$	$h30'/h1$
0,13	0,18	0,23	0,27	0,32	0,49	0,60	0,81

Tabella 3.1 – Tabella del valore del coefficiente r_d in funzione della durata di pioggia d'

Di seguito si riporta il calcolo effettuato per i diversi tempi di ritorno, le LSPP sono state calcolate imponendo la continuità sull'ora. Le curve di possibilità climatica sono riportate nella tabella e figura seguenti per i diversi periodi di ritorno.

¹ rapporti altezze di pioggia ved. Artina et al., 'Sistemi di Fognatura', Hoepli

Curve di possibilità pluviometrica				
	$t \geq 1$ ora		$t < 1$ ora	
Tr	a	n	a	n
200	71	0.37	71	0.50
100	62	0.37	62	0.50
50	53	0.37	53	0.50
25	44	0.37	44	0.50
10	31	0.37	31	0.50

Tabella 3.2 – Curve di possibilità pluviometrica

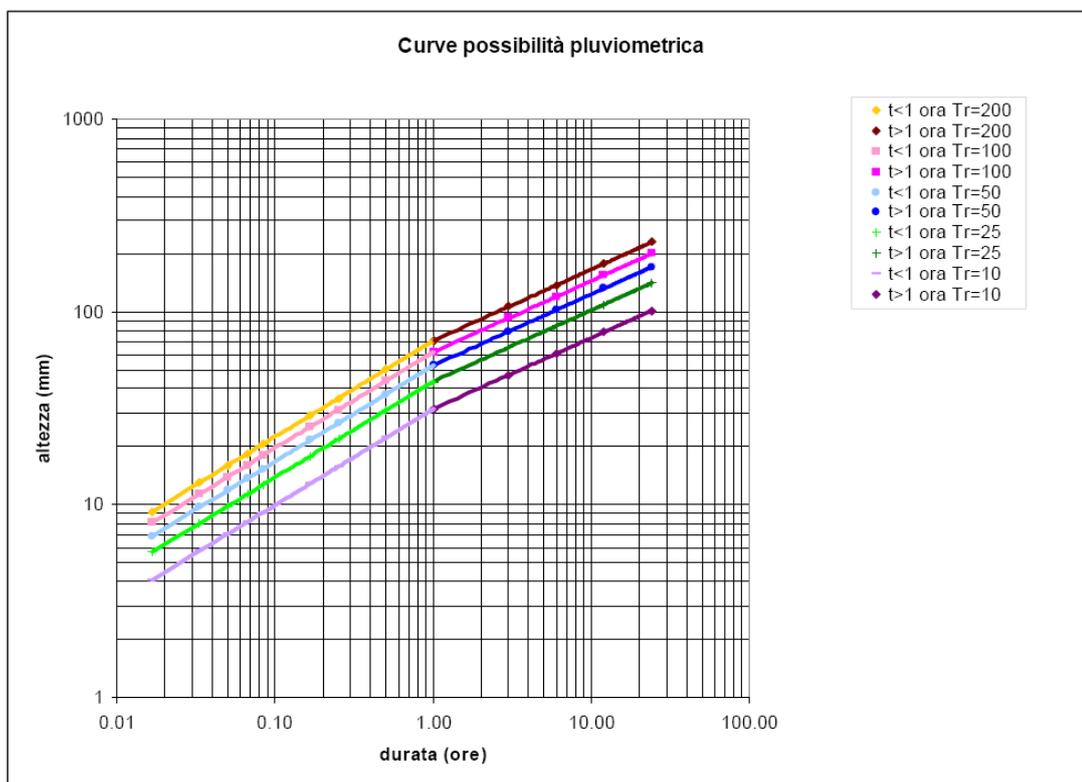


Figura 4: Altezze di pioggia in funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento

4 Sistemi di drenaggio del corpo stradale

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.

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	<ul style="list-style-type: none"> • embrici • caditoie • canalette con griglia • cunette triangolari 	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Collettori longitudinali e trasversali 	50 anni

Tabella 4.1 – Elementi del sistema di drenaggio

Come si vede dalla Tabella 4.1, a seconda della funzione del sistema di drenaggio, si utilizza un tempo di ritorno diverso per il calcolo e dimensionamento dello stesso.

4.1 Metodologia progettuale

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

4.1.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

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

Il dimensionamento degli elementi lineari (cunette, canalizzazioni con griglia) avviene confrontando la portata generata dalla superficie drenata afferente l'elemento di raccolta e la massima portata smaltibile dall'elemento.

La portata da drenare è calcolata tramite la formula razionale

$$Q_p = \varphi A_i = \varphi A_a t^{n-1} [m^3/s]$$

Con A superficie totale da drenare, φ coefficiente di deflusso equivalente 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 al modello cinematico lineare, con l'ipotesi di sollecitazione di intensità costante, si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione, dato dalla seguente formula:

$$t_c = t_a + \frac{L}{V} \text{ [min]}$$

dove:

t_a = tempo di accesso, necessario alla particella d'acqua per raggiungere il ciglio stradale, posto cautelativamente pari a 3 minuti;

L = lunghezza del tratto [m];

V = velocità nel tratto [m/s].

Nei tratti con embrici lungo il cordolo esterno della carreggiata il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

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

dove:

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

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ [m] lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le

canalizzazioni a lato della carreggiata.

Come in precedenza, si è assunto un valore minimo di intensità di precipitazione pari a 3 minuti.

Nel caso di embrici posti lungo il ciglio stradale in corrispondenza di un cordolo o marciapiede, la massima portata smaltibile è quella corrispondente al massimo allagamento ammissibile della carreggiata.

4.1.2 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 [m];

v_i = velocità nel tronco i -esimo [m/s].

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:

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

dove:

Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

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

A area bagnata (m^2);

C contorno bagnato (m);

j pendenza media della condotta (m/m);

$\Re = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

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

4.2 Elementi di raccolta

4.2.1 Embrici

Nei tratti in rilevato il drenaggio della piattaforma avviene per mezzo di embrici che scaricano le portate raccolte nel fosso di guardia al piede del rilevato.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello.

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 allagamento della banchina per l'autostrada si è considerato $B=1.50$ m, a meno dei casi in cui l'interasse degli embrici è inferiore di 10 m.

In tali casi, l'interasse tra gli embrici è stato in ogni caso limitato inferiormente al valore di 10 metri. Si ritiene in ogni caso che tale valore possa garantire la sicurezza idraulica delle corsie di marcia, in base alle considerazioni che seguono.

Facendo riferimento allo schema di moto uniforme sopra descritto, sono state considerate le due combinazioni più gravose dal punto di vista dello smaltimento delle acque meteoriche: la condizione A) con pendenza longitudinale pari allo 0.1 % e pendenza trasversale pari al 2,5% (rettifilo) e la condizione B) con pendenza longitudinale pari allo 0.2 % e pendenza trasversale pari all'1% (rotazione di sagoma). Per tali due condizioni, considerando un allagamento pari alla larghezza della corsia d'emergenza (3,5 metri) e una sezione trasversale contribuente pari a 14 metri, si ottengono degli interassi di calcolo pari a 64 metri e 23 metri rispettivamente. Risulta dunque che, anche nei tratti più critici dal punto di vista della combinazione delle pendenze complessive, lo schema di calcolo di moto uniforme garantisce che l'interasse minimo adottato evita l'allagamento delle corsie riservate alla marcia dei veicoli in condizioni ordinarie.

Occorre inoltre evidenziare che lo schema di moto uniforme risulta estremamente a favore di sicurezza ove si considerino tratte dell'ordine dei pochi metri. All'intorno dello scarico con

embrici si instaura in effetti un profilo di rigurgito, in cui la condizione di valle è rappresentato dal passaggio in corrente critica in corrispondenza dello scarico stesso.

4.2.2 Canali con griglia

La canaletta con griglia viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma lungo lo spartitraffico autostradale, quando la pendenza trasversale della sezione stradale è verso l'interno.

Lo scarico della canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD.

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

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%). Con tale riempimento si ha che:

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

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

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

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

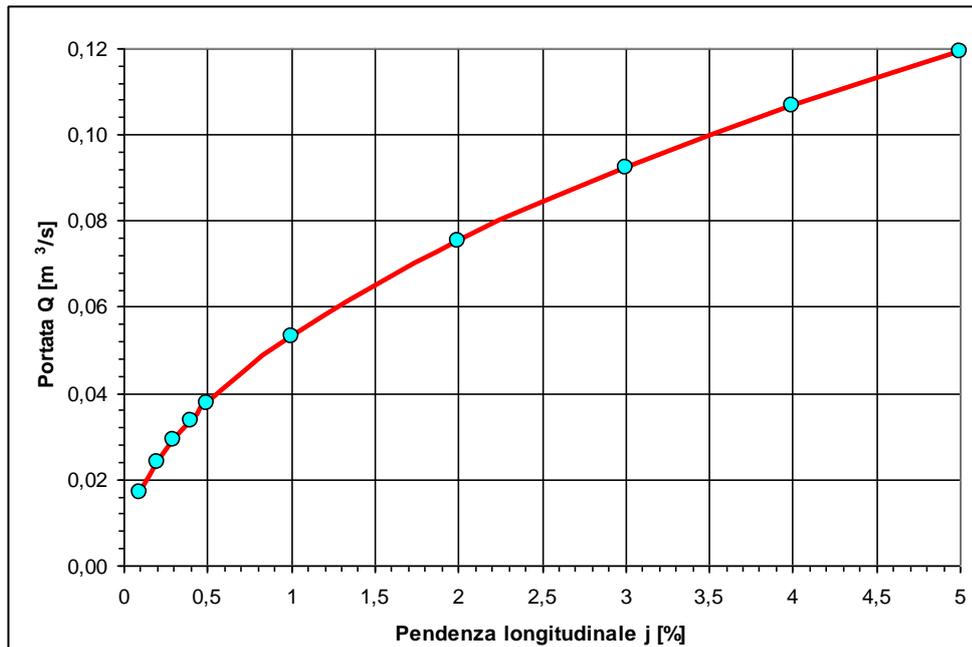


Figura 5: Portata massima transitante per canaletta con griglia

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 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17.5 l/s. Si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato.

Nel calcolo del contributo (portata generatasi per metro lineare di infrastruttura) sono state considerate le effettive condizioni geometriche (pendenza longitudinale e trasversale, sezione contribuente, percorso idraulico trasversale) e la curva caratteristica di probabilità pluviometria descritta nella sezione idrologia. Ne deriva un passo massimo di interasse tra i bocchettoni di scarico variabile, generalmente non inferiore a 20 m. Al fine di prevenire eventuali malfunzionamenti della canaletta dovuti alla formazione di depositi al suo interno, si è imposto un interasse di 10 m fra i bocchettoni.

Metodologia analoga di verifica è stata adottata per la verifica dei canali rettangolari in calcestruzzo con griglia utilizzati per la chiusura delle cunette trapezoidali aperte esistenti.

4.3 Elementi di convogliamento

4.3.1 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 vengono 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 viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella 3.1), che risulta identico per le due tipologie di tubi visti in precedenza, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

DN	Spessore	Raggio interno
(mm)	(mm)	(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

Tabella 4.2: Diametri esterni ed interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m^2 e in PP SN 16 kN/m^2

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 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s per consentire una velocità minima dell'acqua che sia in grado di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 70% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni.

Nelle figure 3.5 e 3.6 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il riempimento massimo detto in precedenza.

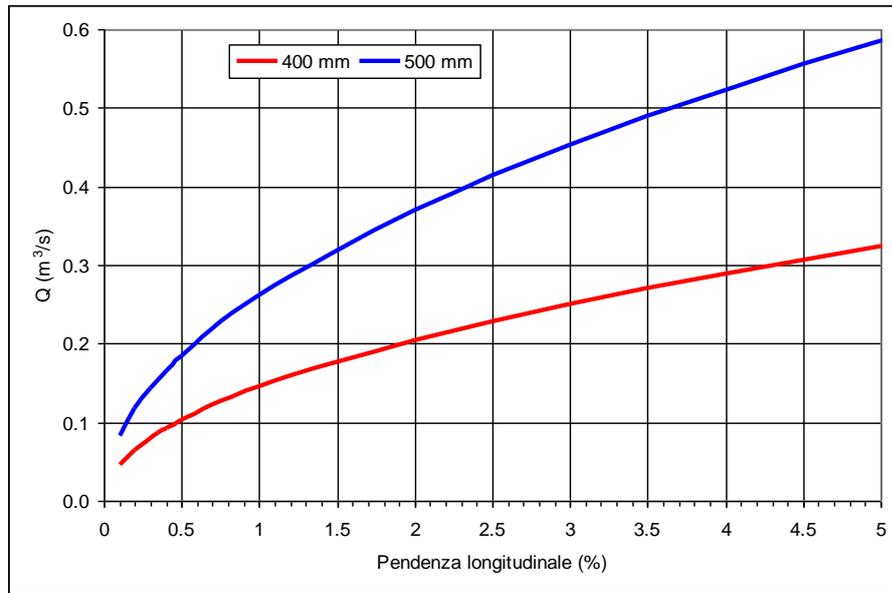


Figura 6: Portata massima transitante per coll. circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm

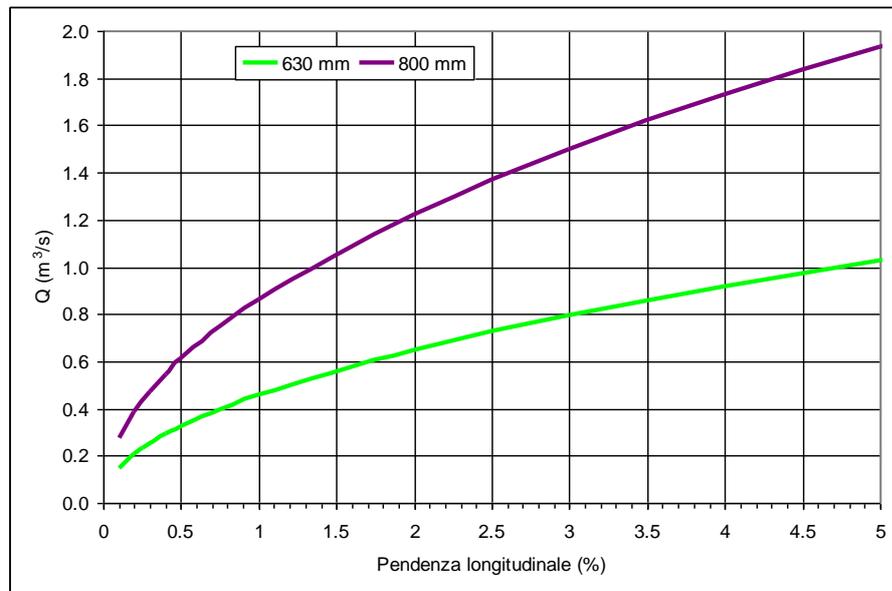


Figura 7: Portata massima transitante per coll. circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm

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

4.3.2 Schema iterativo di calcolo per il dimensionamento dei collettori

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato, come indicato nella sezione 4.3.1, in condizioni di moto uniforme e facendo riferimento alla curva di probabilità pluviometrica indicata nella sezione idrologica.

Poiché la determinazione della portata al colmo prevede l'individuazione di un tempo di corrivazione del singolo elemento in fase di dimensionamento, e tale tempo di corrivazione è a sua volta dipendente dalla velocità (e quindi dalla portata), il metodo risulta intrinsecamente iterativo.

Lo schema di calcolo, che necessita rigorosamente prima l'analisi degli elementi a monte e successivamente l'analisi di quelli più a valle, prevede i seguenti passi:

- 1) si determina la sezione di calcolo
- 2) si individua l'area contribuente effettivamente drenata dalla sezione di calcolo
- 3) si stabilisce una velocità di prima approssimazione
- 4) si determina così un tempo di concentrazione (di prima approssimazione) del singolo elemento
- 5) si utilizza la formula razionale per il calcolo della portata
- 6) si determina la velocità che risulta nelle condizioni di moto uniforme
- 7) se la velocità ottenuta è poco dissimile dalla velocità di progetto, il dimensionamento è effettuato; in caso contrario, si riparte dal punto 3 con la nuova velocità ottenuta.

Il metodo converge rapidamente.

4.4 Verifiche statiche dei collettori in Pead

Di seguito vengono riportate delle tabelle di calcolo per la verifica alla deformabilità dei collettori in Pead posti sotto la pavimentazione autostradale. Le verifiche si sono fatte per il ricoprimento minimo (pari a 60 cm) e per un ricoprimento 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	$\gamma_t =$	20	kN/m^3
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	0.70	°
Angolo di supporto	$2\alpha =$	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	$\gamma' =$	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	$\chi =$	0.732	
Carico idrostatico	$Q_{idr} =$	0.000	kN/m
Carico statico	$Q_{st} =$	4.800	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	$P =$	100	$kN/ruota$
Coeff. dinamico	$\omega =$	1.5	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	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	$\Delta d =$	11.64	mm
Deformazione relativa %	$\delta =$	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_r =	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_v =	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_r =	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_s =	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_r =	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_v =	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_r =	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_v =	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_r =	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_v =	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			

4.5 Descrizione degli interventi in progetto

4.5.1 Interventi in corrispondenza delle piazzole di sosta

Le nuove piazzole di sosta sono dislocate lungo tutto il tratto oggetto del potenziamento funzionale in carreggiata Sud.

Trattandosi di modifiche puntuali alla configurazione esistente, gli interventi di progetto sono stati studiati in maniera da ripristinare quanto più possibile lo schema di drenaggio esistente. Gli interventi sono stati limitati alle piazzole di sosta, cercando di rendere congruente il sistema di drenaggio di nuova realizzazione con quello esistente nei tratti a monte e valle.

Laddove le piazzole si trovino in rilevato, si predispone, in analogia con la situazione esistente, il drenaggio per mezzo di embrici che scaricano nel fosso al piede della scarpata, che viene ripristinato per tener conto del nuovo ingombro del rilevato stradale.

Nei casi di piazzola in trincea, il progetto prevede il ripristino della cunetta esistente. Tali cunette non hanno una sezione geometrica unica su tutto il tratto considerato, in quanto derivano da diversi interventi di tombatura degli originari cunettoni trapezoidali profondi circa 50 cm di primo impianto. Le cunette esistenti hanno sezione triangolare, una larghezza compresa fra 140 e 190 cm ed una profondità di circa 20 cm. Per la sola piazzola n. 5 si prevede la realizzazione della cunetta con sottostante collettore DN400 in PVC serie pesante con griglie ogni 25 m, in analogia alla situazione esistente.

4.5.2 Interventi in spartitraffico

Il progetto prevede lo spostamento dello spartitraffico e la sostituzione della esistente barriera bifilare con una monofilare. Di conseguenza, non è stato possibile mantenere l'esistente sistema di drenaggio nei tratti in curva. Attualmente è presente il sistema di drenaggio di primo impianto, costituito da pozzetti con griglia ubicati fra le due barriere con intervallo medio di 50 m, che intercettano le acque di piattaforma e le convogliano nel sottostante collettore in cls, di diametro variabile fra 400 e 500 mm. In corrispondenza di opere d'arte (ponti, tombini, sottovia) o di punti di minimo della piattaforma autostradale, il sistema attuale prevede collettori trasversali di scarico delle portate verso i recapiti esterni.

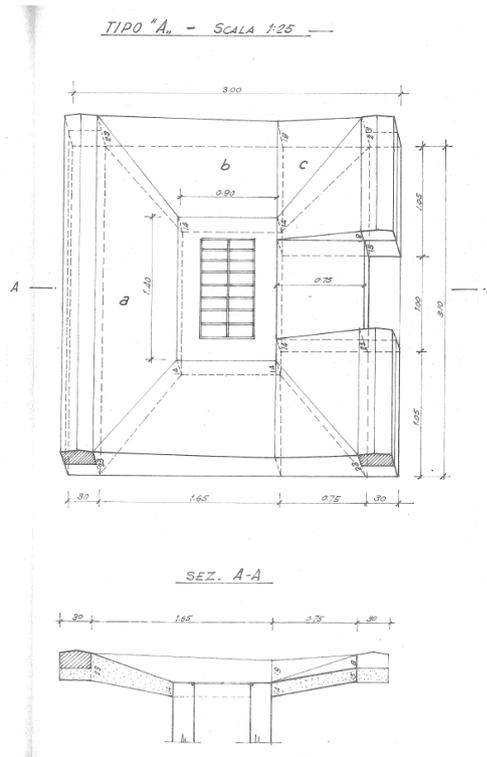


Figura 8: pozzetto di caduta con griglia esistente

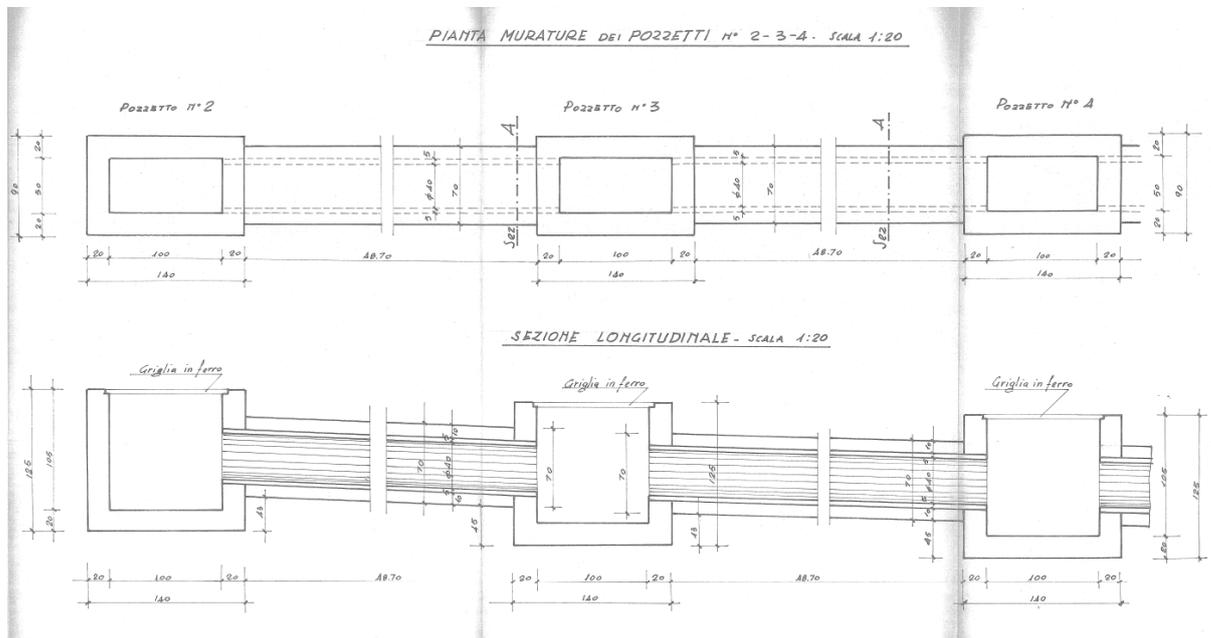


Figura 9: collettore trasversale esistente

La presenza di uno spartitraffico monofilare, in luogo di un bifilare, e la larghezza della banchina interna di soli 60 cm rende di fatto impossibile la riproposizione dell'attuale sistema di drenaggio centrale, che pertanto è stato modificato come segue.

Lungo l'intero sviluppo dei tratti in curva è prevista la posa di una canaletta in Pead con griglia, ubicata nella banchina interna. La canaletta è dotata di discendenti che scaricano la portata nel sottostante collettore in Pead SN 8 kN/m^2 . Ad intervalli di 50 m sono ubicati pozzetti di ispezione del collettore, posizionati sempre all'interno della banchina. In corrispondenza dei pozzetti, la canaletta grigliata viene interrotta per consentire l'inserimento del chiusino di ispezione.

Lo scarico verso l'esterno delle portate di piattaforma avviene negli stessi punti in cui avviene attualmente: il progetto prevede la sostituzione dell'esistente collettore in cls con un collettore in PP SN 16 kN/m^2 ed il mantenimento dell'esistente manufatto di testa sul rilevato, punto di arrivo del collettore.

4.5.3 Tombamento cunettoni trapezoidali in cls

Lungo la tratta in esame, su ambo le carreggiate, sono presenti cunettoni trapezoidali in cls risalenti all'epoca della costruzione della A12. Tali cunettoni sono ricavati in fregio a muri di controripa che sostengono dei terrapieni esterni all'autostrada e fungono da sistema di drenaggio per le acque di piattaforma e per le acque di versante. Tali cunettoni hanno base di larghezza 0,40 m e profondità 0,60 m.

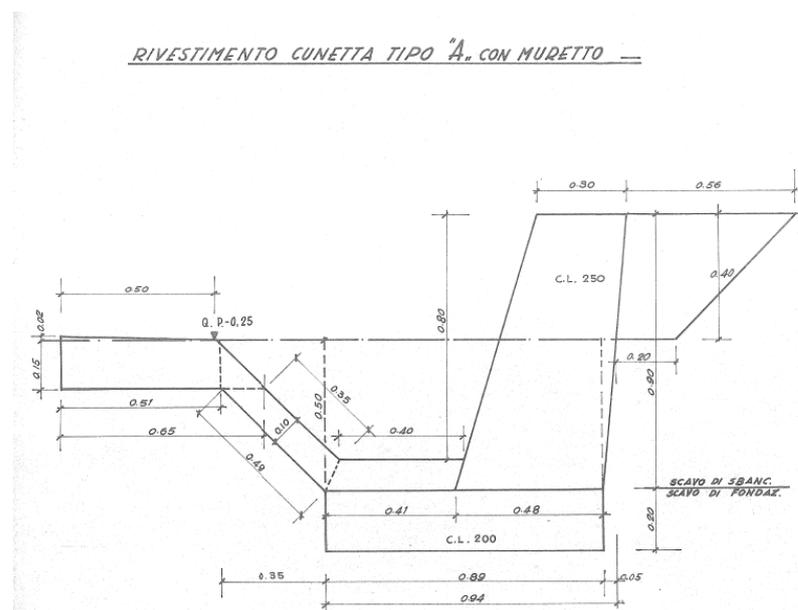


Figura 10: cunettone trapezoidale esistente tipo "A"

Tali cunettoni costituiscono, al contempo, un elemento di rischio per l'utenza veicolare, in quanto la loro profondità e la presenza del muro a tergo li rende particolarmente pericolosi in caso di svio del veicolo. Negli ultimi anni, ASPI ha previsto il ricoprimento di tali cunettoni,

con l'introduzione di una cunetta triangolare in cls dotata, ove necessario, di un collettore in PVC sottostante, alimentato da caditoie con griglia ubicate lungo la cunetta.

Nella tratta in esame sono ancora presenti cunettoni trapezoidali in carreggiata Sud, tra il km 16+680 ed il 17+480, ed in carreggiata Nord, fra il km 23+255 ed il 23+965. In questi tratti, stante l'estensione della superficie drenata, non è possibile sostituire il cunettone con la canaletta triangolare e la tubazione, le cui capacità di smaltimento delle portate sono insufficienti rispetto alle portate in arrivo. Pertanto, è stato previsto l'impiego di canali prefabbricati in cemento chiusi superiormente con una griglia carrabile di classe D400. Tali canali sono posati all'interno del cunettone esistente, prevedendo la demolizione di una limitata porzione di cunetta esistente.

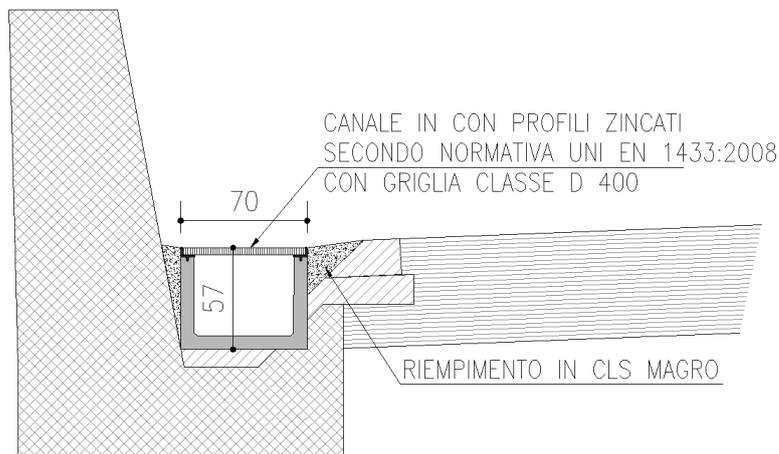


Figura 11: sistemazione di progetto dei cunettoni trapezoidali con installazione canale grigliato prefabbricato

Allegato A1

Verifica canalette CG-CR

Input

$K(\text{Gauckler-Strickler}) = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

$Tr (\text{Tempo di ritorno}) = 25 \text{ anni}$

$Cp(\text{coeff. deflusso carreggiata}) = 1.0$

$Cs(\text{coeff. deflusso scarpate}) = 0.6$

$Ce (\text{coeff. Deflusso aree esterne}) = 0.3$

$a(Tr) = 43.63 \text{ mm/h}$

$n(t < 1h) = 0.50$

LEGENDA

prog.iniz=progressiva iniziale

prog.fin.=progressiva finale

L= lunghezza tratto cunetta

bp= larghezza pavimentato

bs= larghezza scarpata

be= larghezza area esterna

J_{long} =pendenza longitudinale tratto

Tc =tempo di corrivazione

ic =intensita' pioggia critica

h_{max} = tirante massimo in canaletta

Sc =superficie carreggiata

Ss=superficie scarpate

Se=superficie aree esterne

Stot=superficie drenata totale

φ_{eq} = cx deflusso equivalente

Qp= portata di pioggia tratto

h=tirante idrico in canaletta

h/hmax= riempimento cunetta

V=velocita'

q0= portata specifica

CARREGGIATA NORD

prog.iniz (m)	prog.fin. (m)	Lato	L (m)	INT	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trav}	J _{tot}	Ta (min)	i _c (mm/h)	d max (m)	h max (m)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ_{eq}	Qp (l/s)	h (m)	h/hmax (adim.)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/m)
15055	15015	INT	40.00	10.00	12.55	11.50	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	4.9	152.7	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.22	0.6	0.49
15055	15065	INT	10.00	10.00	12.12	11.50	0.0	0.0	0.004	0.012	0.013	4.9	153.1	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.05	0.24	0.5	0.49
15065	15315	INT	250.00	10.00	12.43	11.50	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	4.9	152.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.22	0.6	0.49
15315	15440	INT	125.00	10.00	13.53	11.50	0.0	0.0	0.007	0.012	0.014	5.0	151.7	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.19	0.6	0.48
15440	15465	INT	25.00	10.00	13.03	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.014	4.9	152.2	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.20	0.6	0.49
15465	15625	INT	160.00	10.00	12.99	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.014	4.9	152.2	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.20	0.6	0.49
15625	15850	INT	225.00	10.00	14.16	11.50	0.0	0.0	0.009	0.012	0.015	5.0	151.2	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.18	0.7	0.48
15850	16075	INT	225.00	10.00	14.04	11.50	0.0	0.0	0.008	0.012	0.015	5.0	151.3	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.18	0.7	0.48
16075	16215	INT	140.00	10.00	12.77	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	4.9	152.5	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.21	0.6	0.49
16215	16315	INT	100.00	10.00	12.32	11.50	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	4.9	152.9	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.05	0.23	0.5	0.49

prog.iniz (m)	prog.fin. (m)	Lato	L (m)	INT	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trav}	J _{tot}	Ta (min)	i _c (mm/h)	d max (m)	h max (m)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	h/hmax (adim.)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/m)
16315	16400	INT	85.00	10.00	11.58	11.50	0.0	0.0	0.001	0.012	0.012	4.8	153.7	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.07	0.34	0.4	0.49
16400	16455	INT	55.00	10.00	11.51	11.50	0.0	0.0	0.000	0.012	0.012	4.8	153.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.11	0.57	0.2	0.49
16455	16510	INT	55.00	10.00	11.51	11.50	0.0	0.0	0.001	0.012	0.012	4.8	153.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.10	0.49	0.3	0.49
16510	16540	INT	30.00	10.00	11.50	11.50	0.0	0.0	0.000	0.012	0.012	4.8	153.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.12	0.59	0.2	0.49
16540	16605	INT	65.00	10.00	11.55	11.50	0.0	0.0	0.001	0.012	0.012	4.8	153.7	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.08	0.38	0.3	0.49
16605	16630	INT	25.00	10.00	11.66	11.50	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.8	153.6	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.06	0.30	0.4	0.49
16630	16700	INT	70.00	10.00	12.17	11.50	0.0	0.0	0.004	0.012	0.013	4.9	153.1	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.05	0.24	0.5	0.49
16700	16775	INT	75.00	10.00	11.73	11.50	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.8	153.5	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.06	0.29	0.4	0.49
16775	16950	INT	175.00	10.00	13.91	11.50	0.0	0.0	0.008	0.012	0.015	5.0	151.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.19	0.7	0.48
16950	17175	INT	225.00	10.00	16.11	11.50	0.0	0.0	0.012	0.012	0.017	5.1	149.5	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.16	0.7	0.48
17175	17225	INT	50.00	10.00	15.60	11.50	0.0	0.0	0.011	0.012	0.016	5.1	149.9	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.17	0.7	0.48
16680	17360	EST	680.00	-	12.78	11.50	0.0	0.0	0.012	0.025	0.028	6.7	130.2	0.51	0.44	9500	2200	0	11700	0.92	391.2	0.32	0.73	2.4	0.58
17360	17485	EST	125.00	-	12.78	11.50	0.0	0.0	0.012	0.025	0.028	10.7	103.6	0.51	0.44	1830	1450	0	3280	0.82	77.7	0.10	0.23	1.5	0.62
23255	23965	EST	710.00	-	12.39	11.50	0.0	0.0	0.010	0.025	0.027	8.0	119.4	0.51	0.44	9200.0	3460	0.0	12660	0.89	374.0	0.33	0.76	2.2	0.53
23630	23800	INT	170.00	10.00	12.83	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	4.9	152.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.21	0.6	0.49
23800	23950	INT	150.00	10.00	13.31	11.50	0.0	0.0	0.007	0.012	0.014	4.9	151.9	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.20	0.6	0.49
23950	23995	INT	45.00	10.00	14.19	11.50	0.0	0.0	0.009	0.012	0.015	5.0	151.1	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.18	0.7	0.48
24525	24625	INT	100.00	10.00	14.97	11.50	0.0	0.0	0.010	0.012	0.016	5.0	150.5	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.17	0.7	0.48
24625	24675	INT	50.00	10.00	12.86	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	4.9	152.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.21	0.6	0.49
24675	24720	INT	45.00	10.00	11.60	11.50	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.8	153.7	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.07	0.33	0.4	0.49
24890	24825	INT	65.00	10.00	15.06	11.50	0.0	0.0	0.010	0.012	0.016	5.1	150.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.17	0.7	0.48
24825	24750	INT	75.00	10.00	12.80	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	4.9	152.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.21	0.6	0.49

prog.iniz (m)	prog.fin. (m)	Lato	L (m)	INT	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trav}	J _{tot}	Ta (min)	i _c (mm/h)	d max (m)	h max (m)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	h/hmax (adim.)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/m)
24750	24720	INT	30.00	10.00	11.50	11.50	0.0	0.0	0.000	0.012	0.012	4.8	153.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.12	0.59	0.2	0.49

CARREGGIATA SUD

prog.iniz (m)	prog.fin. (m)	Lato	L (m)	INT	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trav}	J _{tot}	Ta (min)	i _c (mm/h)	d (m)	h max (m)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	h/hmax (adim.)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/m)
20775	20650	INT	125.00	10.00	19.11	11.50	0.0	0.0	0.016	0.012	0.020	5.3	147.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.7	0.03	0.15	0.8	0.47
20650	20530	INT	120.00	10.00	15.33	11.50	0.0	0.0	0.011	0.012	0.016	5.1	150.2	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.17	0.7	0.48
20530	20475	INT	55.00	10.00	24.78	11.50	0.0	0.0	0.023	0.012	0.026	5.5	144.3	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.6	0.03	0.13	0.9	0.46
20475	20450	INT	25.00	10.00	15.99	11.50	0.0	0.0	0.012	0.012	0.017	5.1	149.6	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.16	0.7	0.48
20450	20400	INT	50.00	10.00	13.82	11.50	0.0	0.0	0.008	0.012	0.014	5.0	151.5	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.19	0.6	0.48
20400	20375	INT	25.00	10.00	33.11	11.50	0.0	0.0	0.032	0.012	0.035	5.8	140.8	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.5	0.02	0.11	1.0	0.45
20375	20200	INT	175.00	10.00	17.59	11.50	0.0	0.0	0.014	0.012	0.018	5.2	148.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.7	0.03	0.15	0.8	0.47
20200	20050	INT	150.00	10.00	16.08	11.50	0.0	0.0	0.012	0.012	0.017	5.1	149.6	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.16	0.7	0.48
20050	20025	INT	25.00	10.00	13.61	11.50	0.0	0.0	0.008	0.012	0.014	5.0	151.6	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.19	0.6	0.48
20000	20025	INT	25.00	10.00	14.26	11.50	0.0	0.0	0.009	0.012	0.015	5.0	151.1	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.04	0.18	0.7	0.48
20000	19936	INT	64.00	10.00	15.26	11.50	0.0	0.0	0.010	0.012	0.016	5.1	150.2	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.8	0.03	0.17	0.7	0.48
19915	19936	INT	21.00	10.00	13.38	11.50	0.0	0.0	0.007	0.012	0.014	5.0	151.9	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.19	0.6	0.49
19915	19885	INT	30.00	10.00	13.31	11.50	0.0	0.0	0.007	0.012	0.014	4.9	151.9	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.20	0.6	0.49
19885	19825	INT	60.00	10.00	12.86	11.50	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	4.9	152.4	0.20	0.20	115	0	0	115	1.00	4.9	0.04	0.21	0.6	0.49

Allegato A2

Verifica collettori DNi

Input

$K(\text{Gauckler-Strickler}) = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Tr (Tempo di ritorno) = 50 anni

Cp (coeff. deflusso carreggiata) = 1.0

Cs (coeff. deflusso scarpate) = 0.6

Ce (coeff. Deflusso aree esterne) = 0.3

$a(Tr) = 52.80 \text{ mm/h}$

$n(t < 1h) = 0.50$

LEGENDA

prog.iniz=progressiva iniziale

prog.fin.=progressiva finale

Quota ciglio= quota ciglio carreggiata

Quota F.S.= quota fondo scorrevole tubazione

Rec.= recapito tubazione

Lato= Lato tubazione (ciglio esterno, ciglio interno, trasversale)

L= lunghezza tratto collettore

bp= larghezza pavimentato

bs= larghezza scarpata

be= larghezza area esterna

J_{long} =pendenza longitudinale tratto

Tc =tempo di corrivazione

ic=intensita' pioggia critica
 DN= diametro nominale collettore (mm)
 DI= diametro interno tubazione (mm)
 Sc=superficie carreggiata
 Ss=superficie scarpate
 Stot=superficie drenata totale
 φ_{eq} = cx deflusso equivalente
 Qp= portata di pioggia tratto
 h=tirante idrico nel collettore
 h/DN= riempimento collettore
 V=velocita'

prog.iniz (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	prog.fi n. (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	Lat o	L (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trass} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	Tc (min)	ic (mm/h)	DN (mm)	DI (mm)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Stot (m ²)	φ_{eq}	Qp (l/s)	h (m)	h/DN (adim.)	V (m/s)	q _o spec (l/s/Ha)
15055	19.47	18.30	15015	19.26	18.09	INT	40.00	12.55	11.50	0.00	0.00	0.005	0.012	0.013	4.900	5.6	172.1	400	347	460.0	0.0	460.0	1.0	22.0	0.11	0.31	0.9	478.1
15015	19.26	18.09	15015	19.26	18.01	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.005	0.012	0.013	-	5.9	168.0	400	347	460.0	0.0	460.0	1.0	21.5	0.10	0.30	0.9	466.7
15055	19.47	18.30	15065	19.51	18.25	INT	10.00	12.33	11.50	0.00	0.00	0.005	0.012	0.013	4.885	5.2	179.8	400	347	115.0	0.0	115.0	1.0	5.7	0.06	0.16	0.6	499.5
15315	20.74	19.57	15065	19.51	18.34	INT	250.00	12.43	11.50	0.00	0.00	0.005	0.012	0.013	4.892	8.0	144.6	500	433	2875.0	0.0	2875.0	1.0	115.0	0.25	0.57	1.3	401.6
15065	19.51	18.25	15065	19.51	18.15	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	-	8.2	143.1	500	433	2990.0	0.0	2990.0	1.0	118.9	0.23	0.53	1.5	397.6
15440	21.67	20.50	15315	20.74	19.57	INT	125.00	13.53	11.50	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	4.961	6.5	160.4	400	347	1437.5	0.0	1437.5	1.0	64.0	0.17	0.50	1.4	445.6

prog.iniz (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	prog.fi n.	Quota a ciglio	Quota F.S.	Lat o	L (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	Tc (min)	i _c (mm/h)	DN (mm)	DI (mm)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Stot (m ²)	φ _e q	Qp (l/s)	h (m)	h/DN (adim.)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
15315	20.74	19.57	15315	20.74	19.49	INT	15.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	-	6.7	157.9	400	347	1437.5	0.0	1437.5	1.0	63.0	0.19	0.55	1.2	438.5
16315	27.94	26.77	16215	27.48	26.31	INT	100.0	12.3	11.5	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	4.88	6.4	161.1	400	347	1150.0	0.0	1150.0	1.0	51.5	0.18	0.51	1.1	447.6
16215	27.48	26.31	16075	26.67	25.50	INT	140.0	12.7	11.5	0.0	0.0	0.006	0.012	0.013	-	8.1	143.7	500	433	2760.0	0.0	2760.0	1.0	110.2	0.23	0.52	1.4	399.2
16075	26.67	25.50	15850	24.78	23.61	INT	225.0	14.0	11.5	0.0	0.0	0.008	0.012	0.015	-	10.1	128.5	500	433	5347.5	0.0	5347.5	1.0	190.8	0.29	0.66	1.8	356.9
15850	24.78	23.61	15625	22.84	21.67	INT	225.0	14.1	11.5	0.0	0.0	0.009	0.012	0.015	-	12.0	118.1	630	535	7935.0	0.0	7935.0	1.0	260.4	0.30	0.56	2.0	328.2
15625	22.84	21.67	15465	21.83	20.66	INT	160.0	12.9	11.5	0.0	0.0	0.006	0.012	0.014	-	13.4	111.6	630	535	9775.0	0.0	9775.0	1.0	303.1	0.37	0.68	1.9	310.1
15465	21.83	20.45	15465	21.83	20.35	INT	15.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.007	0.012	0.014	-	13.6	111.1	630	535	10062.5	0.0	10062.5	1.0	310.5	0.36	0.68	1.9	308.6
15440	21.67	20.50	15465	21.83	20.45	INT	25.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.83	5.6	172.7	400	347	287.5	0.0	287.5	1.0	13.8	0.11	0.32	0.5	479.6
16455	28.08	26.91	16400	28.06	26.80	INT	55.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.83	6.2	164.1	400	347	632.5	0.0	632.5	1.0	28.8	0.16	0.47	0.7	455.9
16400	28.06	26.80	16315	27.94	26.65	INT	85.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	-	8.0	144.6	500	433	1610.0	0.0	1610.0	1.0	64.7	0.24	0.54	0.8	401.6
16315	27.94	26.65	16315	27.94	26.60	INT	15.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.003	0.012	0.012	-	8.3	142.4	500	433	1610.0	0.0	1610.0	1.0	63.7	0.19	0.45	1.0	395.4
16540	28.12	26.95	16510	28.11	26.90	INT	30.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.83	5.8	170.1	400	347	345.0	0.0	345.0	1.0	16.3	0.13	0.36	0.5	472.5
16510	28.11	26.90	16455	28.08	26.80	INT	55.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	-	7.1	153.9	500	433	977.5	0.0	977.5	1.0	41.8	0.18	0.42	0.7	427.5
16455	28.08	26.80	16455	28.08	26.75	INT	15.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.003	0.012	0.012	-	7.3	150.9	500	433	977.5	0.0	977.5	1.0	41.0	0.15	0.35	0.9	419.2
16540	28.12	26.95	16605	28.05	26.88	INT	65.00	11.5	11.5	0.0	0.0	0.001	0.012	0.012	4.83	6.8	156.9	400	347	747.5	0.0	747.5	1.0	32.6	0.21	0.60	0.6	435.8
16630	28.00	26.83	16605	27.95	26.78	INT	25.00	11.6	11.5	0.0	0.0	0.002	0.012	0.012	4.84	5.6	172.9	400	347	287.5	0.0	287.5	1.0	13.8	0.11	0.31	0.6	480.4
16605	27.95	26.78	16605	27.95	26.70	INT	15.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.005	0.012	0.013	-	7.0	154.3	400	347	1035.0	0.0	1035.0	1.0	44.4	0.15	0.45	1.1	428.6

prog.iniz (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	prog.fi n. (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	Lat o	L (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	Tc (min)	i _c (mm/h)	DN (mm)	DI (mm)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Stot (m ²)	φ _e q	Qp (l/s)	h (m)	h/DN (adim.)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
16630	28.00	26.83	16700	27.71	26.54	INT	70.00	12.17	11.50	0.00	0.00	0.004	0.012	0.013	4.874	6.1	165.5	400	347	805.0	0.0	805.0	1.0	37.0	0.15	0.43	0.9	459.7
16700	27.71	26.54	16775	27.53	26.36	INT	75.00	11.73	11.50	0.00	0.00	0.002	0.012	0.012	-	7.5	149.4	500	433	1667.5	0.0	1667.5	1.0	69.2	0.22	0.52	0.9	415.0
16775	27.53	26.36	16950	26.10	24.93	INT	175.00	13.91	11.50	0.00	0.00	0.008	0.012	0.015	-	9.2	134.7	500	433	3680.0	0.0	3680.0	1.0	137.7	0.23	0.54	1.7	374.3
16950	26.10	24.93	17175	23.45	22.28	INT	225.00	16.11	11.50	0.00	0.00	0.012	0.012	0.017	-	11.0	123.6	500	433	6267.5	0.0	6267.5	1.0	215.2	0.28	0.64	2.2	343.3
17175	23.45	22.28	17225	22.90	21.73	INT	50.00	15.60	11.50	0.00	0.00	0.011	0.012	0.016	-	11.3	121.4	500	433	6842.5	0.0	6842.5	1.0	230.8	0.30	0.69	2.1	337.3
17225	22.90	21.73	17360	21.44	20.27	INT	135.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.011	0.012	0.016	-	12.4	116.1	500	433	6842.5	0.0	6842.5	1.0	220.6	0.29	0.67	2.1	322.4
20775	29.89	28.72	20650	27.90	26.73	INT	125.00	19.11	11.50	0.00	0.00	0.016	0.012	0.020	5.255	6.4	161.5	400	347	1437.5	0.0	1437.5	1.0	64.5	0.14	0.40	1.8	448.5
20650	27.90	26.73	20530	26.63	25.46	INT	120.00	15.33	11.50	0.00	0.00	0.011	0.012	0.016	-	7.5	148.9	400	347	2817.5	0.0	2817.5	1.0	116.6	0.23	0.65	1.8	413.7
20530	26.63	25.46	20475	25.37	24.20	INT	55.00	24.78	11.50	0.00	0.00	0.023	0.012	0.026	-	7.9	145.4	400	347	3450.0	0.0	3450.0	1.0	139.4	0.20	0.57	2.5	404.0
20475	25.37	24.20	20450	25.08	23.91	INT	25.00	15.99	11.50	0.00	0.00	0.012	0.012	0.017	-	8.1	143.5	500	433	3737.5	0.0	3737.5	1.0	149.0	0.22	0.51	2.0	398.7
20450	25.08	23.91	20400	24.68	23.51	INT	50.00	13.82	11.50	0.00	0.00	0.008	0.012	0.014	-	8.6	139.5	500	433	4312.5	0.0	4312.5	1.0	167.1	0.27	0.62	1.8	387.6
20400	24.68	23.51	20375	23.87	22.70	INT	25.00	33.11	11.50	0.00	0.00	0.032	0.012	0.035	-	8.7	138.4	500	433	4600.0	0.0	4600.0	1.0	176.9	0.18	0.42	3.0	384.5
20375	23.87	22.70	20200	21.44	20.27	INT	175.00	17.59	11.50	0.00	0.00	0.014	0.012	0.018	-	10.0	129.5	500	433	6612.5	0.0	6612.5	1.0	237.9	0.28	0.65	2.4	359.8
20200	21.44	20.27	20050	19.68	18.51	INT	150.00	16.08	11.50	0.00	0.00	0.012	0.012	0.017	-	11.0	123.1	630	535	8337.5	0.0	8337.5	1.0	285.0	0.29	0.53	2.3	341.9
20050	19.68	18.51	20025	19.49	18.32	INT	25.00	13.61	11.50	0.00	0.00	0.008	0.012	0.014	-	11.3	121.9	630	535	8625.0	0.0	8625.0	1.0	292.1	0.33	0.62	2.0	338.6
20025	19.49	18.00	20025	19.49	17.90	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	-	11.4	121.2	630	535	8912.5	0.0	8912.5	1.0	300.1	0.36	0.67	1.9	336.7
20000	19.27	18.10	20025	19.49	18.00	INT	25.00	12.08	11.50	0.00	0.00	0.004	0.012	0.013	4.869	5.5	175.0	400	347	287.5	0.0	287.5	1.0	14.0	0.09	0.26	0.7	486.1
20000	19.27	18.10	19936	18.60	17.43	INT	64.00	15.26	11.50	0.00	0.00	0.010	0.012	0.016	5.062	5.9	168.6	400	347	736.0	0.0	736.0	1.0	34.5	0.11	0.32	1.3	468.4
19936	18.60	17.20	19936	26.63	17.10	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	-	6.1	165.4	400	347	736.0	0.0	736.0	1.0	33.8	0.13	0.36	1.1	459.6
19915	18.45	17.28	19936	18.60	17.20	INT	21.00	12.02	11.50	0.00	0.00	0.004	0.012	0.013	4.864	5.4	176.0	400	347	241.5	0.0	241.5	1.0	11.8	0.09	0.25	0.7	489.0

prog.iniz (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	prog.fi n. (m)	Quota a ciglio	Quota F.S.	Lat o	L (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	Tc (min)	i _c (mm/h)	DN (mm)	DI (mm)	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Stot (m ²)	φ _e q	Qp (l/s)	h (m)	h/DN (adim.)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
19915	18.45	17.28	19885	18.24	17.07	INT	30.00	13.31	11.50	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	4.948	5.5	174.5	400	347	345.0	0.0	345.0	1.0	16.7	0.09	0.25	0.9	484.7
19885	18.24	17.07	19885	18.20	17.00	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.004	0.012	0.013	-	5.8	169.5	400	347	345.0	0.0	345.0	1.0	16.2	0.10	0.27	0.8	471.0
19885	18.24	17.07	19825	17.88	16.71	INT	60.00	12.86	11.50	0.00	0.00	0.006	0.012	0.013	4.919	5.9	168.7	400	347	690.0	0.0	690.0	1.0	32.3	0.13	0.36	1.0	468.6
19825	17.88	16.71	19825	17.88	16.60	INT	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	-	6.1	165.5	400	347	690.0	0.0	690.0	1.0	31.7	0.12	0.34	1.1	459.8
23630	30.71	29.54	23800	29.70	28.53	INT	170.00	12.83	11.50	0.00	0.00	0.006	0.012	0.013	4.918	7.1	153.9	400	347	1955.0	0.0	1955.0	1.0	83.6	0.22	0.63	1.3	427.4
23800	29.70	28.53	23950	28.65	27.48	INT	150.00	13.31	11.50	0.00	0.00	0.007	0.012	0.014	-	8.6	139.3	500	433	3680.0	0.0	3680.0	1.0	142.4	0.25	0.58	1.6	387.0
23950	28.65	27.48	23995	28.26	27.09	INT	45.00	14.19	11.50	0.00	0.00	0.009	0.012	0.015	-	9.0	136.1	500	433	4197.5	0.0	4197.5	1.0	158.6	0.25	0.58	1.8	377.9
24525	22.47	21.30	24625	21.47	20.30	INT	100.00	14.97	11.50	0.00	0.00	0.010	0.012	0.016	5.046	6.2	164.1	400	347	1150.0	0.0	1150.0	1.0	52.4	0.14	0.41	1.4	455.9
24625	21.47	20.30	24675	21.17	20.00	INT	50.00	12.86	11.50	0.00	0.00	0.006	0.012	0.013	-	6.9	156.2	400	347	1725.0	0.0	1725.0	1.0	74.9	0.20	0.59	1.3	434.0
24675	21.17	20.00	24720	21.10	19.85	INT	45.00	11.92	11.50	0.00	0.00	0.003	0.012	0.012	-	7.5	148.9	500	433	2242.5	0.0	2242.5	1.0	92.8	0.24	0.56	1.1	413.6
24890	22.21	21.04	24825	21.55	20.38	INT	65.00	15.06	11.50	0.00	0.00	0.010	0.012	0.016	5.051	5.9	168.5	400	347	747.5	0.0	747.5	1.0	35.0	0.11	0.33	1.3	468.1
24825	21.55	20.38	24750	21.11	19.94	INT	75.00	12.80	11.50	0.00	0.00	0.006	0.012	0.013	-	6.9	155.9	400	347	1610.0	0.0	1610.0	1.0	69.7	0.20	0.57	1.3	433.1
24750	21.11	19.94	24720	21.10	19.85	INT	30.00	11.83	11.50	0.00	0.00	0.003	0.012	0.012	-	7.4	150.6	500	433	1955.0	0.0	1955.0	1.0	81.8	0.23	0.54	1.0	418.2

Allegato A3

Verifica interasse embrici su rilevato

Input

$K(\text{Gauckler-Strickler}) = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

$T_r (\text{Tempo di ritorno}) = 25 \text{ anni}$

$C_p (\text{coeff. deflusso carreggiata}) = 1.0$

$C_s (\text{coeff. deflusso scarpate}) = 0.6$

$C_e (\text{coeff. Deflusso aree esterne}) = 0.3$

$a(T_r) = 43.63 \text{ mm/h}$

$n(t < 1\text{h}) = 0.50$

LEGENDA

prog.iniz=progressiva iniziale

prog.fin.=progressiva finale

interasse = distanza fra embrici

L_{eff} = lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata

b_p = larghezza pavimentato

b_s = larghezza scarpata

b_e = larghezza area esterna

J_{long} =pendenza longitudinale tratto

J_{trasv} =pendenza trasversale tratto

J_{tot} = pendenza lungo linea di corrente

Ta=tempo di afflusso

ic=intensita' pioggia critica

dmax= massimo ingombro ammissibile area bagnata

Sc=superficie carreggiata

Ss=superficie scarpate

Se=superficie aree esterne

Stot=superficie drenata totale

φ_{eq} = cx deflusso equivalente

Qp= portata di pioggia tratto

h=tirante idrico

db= ingombro area bagnata

V=velocita'

q0= portata specifica

A12 - CARREGGIATA SUD

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trasv}	J _{tot}	Ta (min)	ic (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ_{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
16545.00	16670.00	FdG	SX	125	10.00	14.01	14.00	0.0	0.0	0.001	0.025	0.025	4.172	165.5	1.50	140.0	0.0	0.0	140.0	1.0	6.4	0.044	1.741	0.2	459.6
18625.00	18750.00	FdG	SX	125	10.00	14.25	14.00	0.0	0.0	0.005	0.025	0.025	4.184	165.2	1.50	140.0	0.0	0.0	140.0	1.0	6.4	0.033	1.302	0.3	459.0
19335.00	19460.00	FdG	SX	125	10.00	14.01	14.00	0.0	0.0	0.001	0.025	0.025	4.172	165.5	1.50	140.0	0.0	0.0	140.0	1.0	6.4	0.044	1.741	0.2	459.6
21630.00	21755.00	FdG	SX	125	10.00	14.11	14.00	0.0	0.0	0.003	0.025	0.025	4.177	165.4	1.50	140.0	0.0	0.0	140.0	1.0	6.4	0.035	1.400	0.3	459.3
22245.00	22370.00	FdG	SX	125	15.00	14.33	14.00	0.0	0.0	0.006	0.025	0.026	4.188	165.1	1.50	210.0	0.0	0.0	210.0	1.0	9.6	0.037	1.472	0.4	458.7
24270.00	24395.00	FdG	SX	125	15.00	15.23	14.00	0.0	0.0	0.011	0.025	0.027	4.230	164.3	1.50	210.0	0.0	0.0	210.0	1.0	9.6	0.032	1.297	0.5	456.4
24985.00	25015.00	FdG	SX	30	15.00	15.08	14.00	0.0	0.0	0.010	0.025	0.027	4.224	164.4	1.50	210.0	0.0	0.0	210.0	1.0	9.6	0.033	1.314	0.4	456.8

A12 - CARREGGIATA SUD

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long}	J _{trasv}	J _{tot}	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/Ha)
25740.00	25865.00	FdG	SX	125	15.00	14.28	14.00	0.0	0.0	0.005	0.025	0.025	4.185	165.2	1.50	210.0	0.0	0.0	210.0	1.0	9.6	0.037	1.498	0.3	458.9
26455.00	26580.00	FdG	SX	125	15.00	14.54	14.00	0.0	0.0	0.007	0.025	0.026	4.198	164.9	1.50	210.0	0.0	0.0	210.0	1.0	9.6	0.035	1.406	0.4	458.2

ROTATORIA CERVETERI

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/Ha)
36.00	0.00	FdG	DX	36	15.00	15.03	10.63	0.0	0.0	0.020	0.020	0.028	4.149	165.9	1.50	159.5	0.0	0.0	159.5	1.0	7.3	0.024	1.199	0.5	460.9
36.00	73.00	FdG	DX	37	15.00	15.03	10.63	0.0	0.0	0.020	0.020	0.028	4.149	165.9	1.50	159.5	0.0	0.0	159.5	1.0	7.3	0.024	1.199	0.5	460.9
90.00	119.00	FdG	DX	29	10.00	10.96	10.63	0.0	0.0	0.005	0.020	0.021	3.936	170.4	1.50	106.3	0.0	0.0	106.3	1.0	5.0	0.027	1.348	0.3	473.2

RAMO SUD

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/Ha)
104.00	50.00	FdG	SX-DX	54	15.00	7.86	6.50	0.0	0.0	0.017	0.025	0.030	3.000	195.1	1.50	97.5	0.0	0.0	97.5	1.0	5.3	0.024	0.951	0.5	542.0
50.00	0.00	FdG	SX-DX	50	15.00	8.96	7.00	0.0	0.0	0.020	0.025	0.032	3.074	192.8	1.50	105.0	0.0	0.0	105.0	1.0	5.6	0.024	0.944	0.5	535.4

RAMO EST

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q _{0 spec} (l/s/Ha)
0.00	56.00	FdG	SX-DX	56	15.00	15.62	10.00	0.0	0.0	0.030	0.025	0.039	3.798	173.4	1.50	150.0	0.0	0.0	150.0	1.0	7.2	0.024	0.961	0.6	481.7
56.00	88.00	FdG	SX-DX	32	15.00	6.63	6.50	0.0	0.0	0.005	0.025	0.025	3.000	195.1	1.50	97.5	0.0	0.0	97.5	1.0	5.3	0.030	1.196	0.3	542.0

RAMO OVEST

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
37.00	77.00	FdG	SX-DX	40	15.00	10.20	10.00	0.0	0.0	0.005	0.025	0.025	3.537	179.7	1.50	150.0	0.0	0.0	150.0	1.0	7.5	0.034	1.363	0.3	499.1

SHUNT NORD

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
55.00	125.00	FdG	DX	70	15.00	7.24	7.20	0.0	0.0	0.003	0.025	0.025	3.000	195.1	1.50	108.0	0.0	0.0	108.0	1.0	5.9	0.035	1.405	0.2	542.0

SHUNT OVEST

prog.inz (m)	prog.fin. (m)	Recapito	Lato	L (m)	Interasse (m)	L _{eff} (m)	bp (m)	bs (m)	be (m)	J _{long} (%)	J _{trasv} (%)	J _{tot} (%)	Ta (min)	i _c (mm/h)	d _{max} m	Sc (m ²)	Ss (m ²)	Se (m ²)	Stot (m ²)	φ _{eq}	Qp (l/s)	h (m)	db (m)	V (m/s)	q ₀ spec (l/s/Ha)
99.00	169.00	FdG	DX	70	15.00	7.84	6.00	0.0	0.0	0.021	0.025	0.033	3.000	195.1	1.50	90.0	0.0	0.0	90.0	1.0	4.9	0.022	0.887	0.5	542.0