

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

# DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1 + 2

VIABILITA'

NV21-Nuova viabilità di collegamento Roccapalumba-Lercara

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma stradale

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

RS3Z    00    D    26    RI    NV2103    003    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. INTEGRA	Gennaio 2020	M. VENTURA	Gennaio 2020	A. BARILECA	Gennaio 2020	F. SACCHI Gennaio 2020

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD  
Dot. Ing. Francesco Sacchi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia  
di Siracusa n. 2017/Sir-A

File: RS3Z00D26RINV2103003A

n. Elab.:

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3.	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE.....	5
3.1	REQUISITI PRESTAZIONALI .....	5
3.2	SCHEMA DI DRENAGGIO .....	5
3.3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DREANAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA .....	6
3.3.1	<i>Rete di raccolta e di smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto il Metodo Razionale .....</i>	6
3.3.2	<i>Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici.....</i>	9
4.	ELEMENTI DI RACCOLTA .....	11
4.1	SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO.....	11
4.2	CADITOIE GRIGLIATE E EMBRICI .....	12
4.3	SISTEMA DI DRENAGGIO - TRATTI IN TRINCEA.....	13
4.4	SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN VIADOTTO .....	16
5.	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO .....	18
5.1	CONDOTTE IN PEAD.....	18
5.2	CONDOTTE IN PVC .....	19
5.3	FOSSI DI GUARDIA .....	19
6.	ALLEGATI DI CALCOLO .....	21
6.1	VERIFICA RETE DI DRENAGGIO PIATTAFORMA _LATO DESTRO .....	22
6.2	VERIFICA RETE DI DRENAGGIO PIATTAFORMA _LATO SINISTRO.....	23
6.3	VERIFICA FOSSI DI GUARDIA _LATO DESTRO .....	24
6.4	VERIFICA FOSSI DI GUARDIA _LATO SINISTRO.....	25

## 1. PREMESSA

Il presente studio ricadente nell'ambito della progettazione del nuovo collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiume Torto - Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, ha come oggetto la valutazione delle problematiche di carattere idraulico ed il conseguente dimensionamento e verifica degli elementi idraulici appartenenti alla rete di drenaggio stradale, interna ed esterna, del tratto di interesse NV21 tratta Fiume Torto-Lercara diramazione- Lotto 1-2.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85
- UNI EN 124:2015 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

### 3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

#### 3.1 REQUISITI PRESTAZIONALI

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

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

La progettazione dei sistemi idraulici è stata sviluppata garantendo:

- lo smaltimento a gravità delle acque drenate;
- accessibilità per manutenzione e gestione d'esercizio delle opere minimizzando l'interferenza con il traffico;
- durabilità delle opere.

#### 3.2 SCHEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il loro collettamento ai recapiti finali, costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, senza alterarne in modo significativo l'efficienza idraulica e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo all'infrastruttura in progetto.

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

Funzione	Componente	Tipologia	T <sub>R</sub> progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici	25 anni
		caditoie	
		cunette triangolari	
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia	50 anni
		collettori	

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

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

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

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea
- sezione in viadotto/cavalcavia.

### **3.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA**

#### ***3.3.1 Rete di raccolta e di smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto il Metodo Razionale***

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e presidio idraulico è stato utilizzato il metodo razionale.

Alla base di tale procedura vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{chS}{3,6t_c} (m^3 / s)$$

dove:

- c = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);

- $t_c$  = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Come ampiamente descritto nella “Relazione idrologica” (elab. RS3Z00D26RINV0000001A), cui si rimanda, la definizione delle curve di possibilità pluviometrica e successivamente della pioggia di progetto relative al territorio di interesse per l’infrastruttura in studio, è eseguita attraverso l’adozione delle seguenti metodologie :

- Progetto VAPI Sicilia, riportati nella pubblicazione: “*La valutazione delle piene in Sicilia*” (CANNAROZZO M., D’ASARO F., FERRO V. C.N.R. -GNDCI Palermo 1993);
- Analisi statistica tramite il modello probabilistico di Gumbel dei dati osservati ai pluviografi dagli Annali Idrologici forniti dall’Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia la cui area di influenza interessa il tracciato di progetto
- Curve di possibilità pluviometrica presenti nel documento ”*Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica del territorio regionale*” del Servizio Rischi Idrogeologici ed ambientali della Protezione Civile Siciliana.

A conclusione delle analisi precedentemente descritte, sono stati messi a confronto i risultati delle elaborazioni delle diverse metodologie di calcolo, quindi sono stati considerati quelli ottenuti dalle seguenti fonti:

1. Applicazione del metodo di Gumbel;
2. Dipartimento Regionale della Protezione Civile

che utilizzano rispettivamente, la prima i campioni di dati registrati sino al 2007 Alia, 2019 Lercara Friddi (i più recenti tra quelli attualmente disponibili), la seconda per entrambe le stazioni pluviometriche quelli registrati sino al 2002.

A favore di sicurezza vengono adottate nel prosieguo del presente studio i valori delle cpp ricavati attraverso l’applicazione del metodo di Gumbel

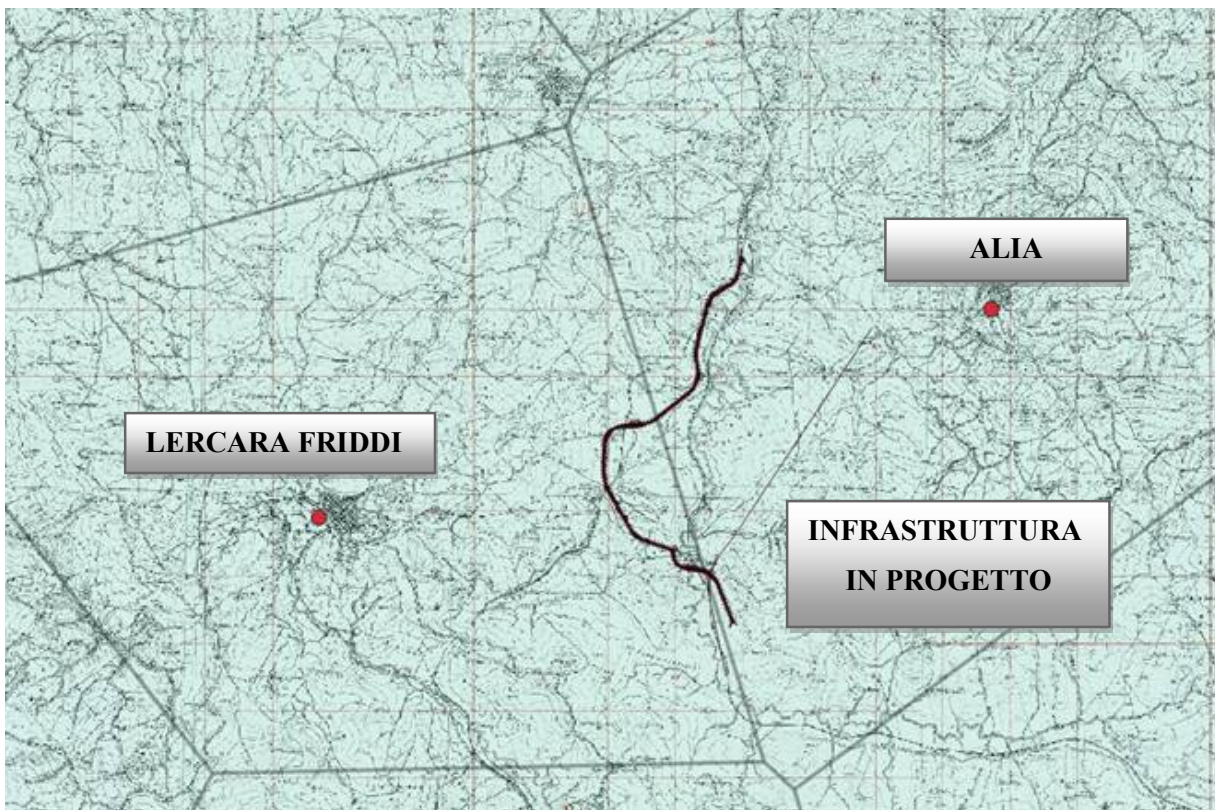
Per quello che concerne gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all’ora si fa ricorso alla seguente espressione per la stima :

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

In cui  $t$  è la durata dell’evento meteorico di durata inferiore all’ora, espressa in minuti,  $s$  è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame.

Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989). L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} = h_{60,T} \left( \frac{t}{60} \right)^{0.386}$$



*Stazioni pluviometriche della zona di studio.*

Per quello che concerne l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica il tracciato stradale in progetto è stato discretizzato in 2 tratti distinti per ciascuno dei quali vengono adottati i valori di a e n, relativi alle stazioni pluviometriche corrispondenti, riportati in tabella:

Progressiva (km)	Staz. Pluviometrica	a <sub>25</sub> (mm/ora)	n <sub>25</sub>	a <sub>50</sub> (mm/ora)	n <sub>50</sub>
0+000-0+750	Alia	43.27	0.291	48.78	0.290
0+750-5+1+258.25	Lercara Friddi	44.18	0.228	50.12	0.220



Il tempo di corrivazione è determinato, facendo riferimento al percorso idraulico più lungo fino alla sezione di chiusura considerata, mediante la relazione:

$$t_c = t_a + t_r \text{ (ore)}$$

con

- $t_a$  = tempo di accesso alla rete;

- $$t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$$

tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso idraulico più lungo.

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento il tempo di accesso alla rete è assunto pari a 5 minuti. Nel caso dei canali di gronda e dei fossi di guardia che raccolgono anche le acque del terreno che insistono sul nastro stradale in progetto in corrispondenza dei tratti che si sviluppano in rilevato e/o in trincea, si utilizza un tempo di corrivazione minimo pari a 10 minuti.

Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento  $V_i=1,00$  m/s; in base a tale valore si imposta il calcolo la portata di progetto. Si può quindi determinare, in moto uniforme la velocità di scorrimento del collettore così da calcolare un nuovo tempo di rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  è assunto pari a:

- 0.9 per le superfici pavimentate;
- 0.6 per le trincee, i rilevati e le aree a verde.

### ***3.3.2 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici***

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A_i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

- $Q$  =portata di progetto ( $m^3/s$ );

- $K_s$  =coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ( $m^{1/3}/s$ );
- $A$  =area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $R_H$  =raggio idraulico (m);
- $i$  =pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a: 70  $m^{1/3}/s$  per elementi di drenaggio in calcestruzzo, 90  $m^{1/3}/s$  per gli elementi in materiale plastico PEAD-PVC, 33  $m^{1/3}/s$  fossi di guardia in geocomposito .

Nella verifica si considera un grado di riempimento massimo pari a :

$$\frac{H}{D} \leq 0.5 \text{ per tubazioni } DN \leq 400$$

$$\frac{H}{D} \leq 0.7 \text{ per tubazioni } DN \geq 500$$

un franco idraulico minimo di 5 cm per gli elementi idraulici a sezione aperta ed i seguenti valori di velocità:

- velocità minima  $V_{\min} = 0.5$  m/s;
- velocità massima  $V_{\max} = 4-5$  m/s.

## 4. ELEMENTI DI RACCOLTA

### 4.1 SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO

Nei tratti in rilevato il sistema (si veda Elab. RS3Z00D26BZNV0003001A \_ B) di raccolta delle acque afferenti la piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina e da embrici in cls lungo le scarpate; la piattaforma assume una configurazione a doppia falda con pendenza trasversale rispettivamente  $p_{max}=2.5\%$  nei tratti in rettilineo e  $p_{max}=7.00\%$  in curva per tutto l'intervento. La piattaforma stradale è formata da due corsie da 3.50 m più una banchina da 1.00 m per un totale di 9.00 m di carreggiata.

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  $65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Come ampiezza massima di impegno della banchina per la strada si è considerato  $B=1.00 \text{ m}$  per i tratti in rettilineo e per i tratti in curva.

Si sceglie un passo delle caditoie e degli embrici che generi un tirante sulla cunetta contenuto nella banchina tale che sia garantito lo smaltimento delle acque senza invadere la corsia; si sceglie un passo  $p=20 \text{ m}$ .

Per il tratto di viabilità in curva, si pone cautelativamente la larghezza della piattaforma pari a quella massima  $L=9.00 \text{ m}$ , mentre per il tratto in rettilineo la larghezza della semi piattaforma è pari a  $L=4.50\text{m}$ ;

Tratto	Passo (m)	Portata generata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Ingombro (m)	Banchina (m)
Curva	20	9.14	5.69	0.81	1.00
Rettilineo	20	4.57	2.71	1.00	1.00

In entrambi i casi si riesce a smaltire la portata che viene convogliata dalla cunetta triangolare senza invadere la corsia. Si riportano di seguito le verifiche idrauliche del sistema cunetta-caditoia/embrice nei tratti più critici in curva ed in rettilineo.

Tratto	Passo (m)	Pendenza longitudinale minima %	Portata generata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Ingombro (m)	Banchina (m)
Curva	5	0.3	6.86	3.47	0.92	1.00
Rettilineo	15	0.3	3.43	2.68	1.07	1.00

Come si evince dai risultati delle verifiche eseguite per i tratti caratterizzati dalla pendenza minore, in questi e solo per questi casi viene assunto un passo per gli embrici diverso dai 20 m, al fine di garantire l'assenza di deflusso idrico in piattaforma.

Nel paragrafo seguente si verificherà che i tiranti associati allo scorrimento sulla banchina siano tali da permettere la captazione da parte delle caditoie e degli embrici.

#### **4.2 CADITOIE GRIGLIATE E EMBRICI**

Il passo delle caditoie e degli embrici è scelto in maniera tale che si generi un tirante sulla cunetta che garantisca lo smaltimento delle acque senza invadere la corsia. In base alle verifiche eseguite al paragrafo 4.1 si stabilisce un passo per i dispositivi idraulici a 15 m per i tratti di nastro stradale che si sviluppano in rilevato.

La verifica della caditoia grigliata e dell'embrici è effettuata ipotizzando il loro funzionamento come uno sfioratore laterale comparabile ad uno stramazzo a larga soglia in parete grossa per il quale vale la seguente legge di deflusso:

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

dove:

- Q: portata sfiorata (m<sup>3</sup>/s)  $\mu$ : coefficiente di deflusso, pari a 0,39 per lo stramazzo a larga soglia
- $\xi$ : coefficiente di riduzione, pari a 0,50 valido solo per la caditoia con griglia
- L: larghezza della soglia (m)
- h: carico idraulico a monte della soglia (m)
- g: accelerazione di gravità pari a 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

Facendo riferimento a caditoie quadre 0.50 x 0.50 m si considerano solo 3 lati utili allo sfioro mentre per gli embrici la larghezza di sfioro è di 1.20 m; si riportano di seguito le verifiche idrauliche degli sfiori.

Si verifica che la portata sfiorabile con i tiranti idraulici sulla cunetta sia superiore alla portata trasportata.

Asso caditoie (m)	Tratto	Pendenza longitudinale Minima (%)	Portata trasportata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Portata sfiorabile (l/s)
20	Rettilineo	0.3	4.57	2.98	15.82
20	Curva	0.3	9.14	5.69	41.68

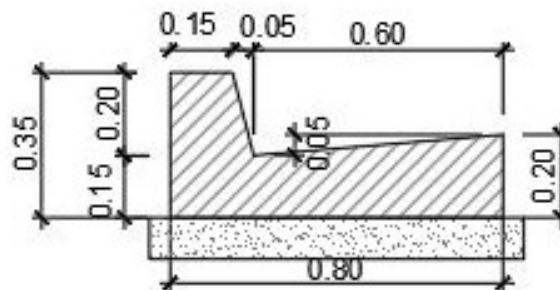
Passo (m) embrici	Tratto	Pendenza longitudinale minima %	Portata trasportata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Portata sfiorabile (l/s)
20	Rettilineo	0.3	4.57	2.98	8.79
20	Curva	0.3	9.14	5.69	23.16

Tutte sia le caditoie e gli embrici sono in grado di smaltire la portata che si genera sulla piattaforma; alla luce di quanto sopra verificato si conferma il passo  $p=20$  m.

#### 4.3 SISTEMA DI DRENAGGIO - TRATTI IN TRINCEA

Nei tratti in trincea, si rende necessaria la raccolta delle acque scolanti dalla piattaforma stradale e dalle scarpate laterali. Il drenaggio delle acque avverrà secondo quanto di seguito descritto (si veda Elab. RS3Z00D26WBNV20000021A).

- Raccolta delle acque di piattaforma e della scarpata di scavo mediante cunetta alla francese, tuatai lati delle banchine esterne di ciascuna carreggiata;



- Al di sotto delle cunette vengono poste delle tubazioni in PEAD che tramite caditoie grigliate poste in pozzetti in CLS raccolgono i deflussi per poi colletterli ai recapiti finali. I pozzetti avranno interasse massimo di 20 m e saranno del tipo ispezionabile per la manutenzione del collettore.
- Dove risulta possibile si utilizzerà la cunetta alla francese senza ricorso al collettore interrato.
- 

La portata massima transitante è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 65 (n di Manning = 0.0154).

Per il dimensionamento in rettilineo si è considerato un riempimento massimo pari a 8.13 cm, avendo considerato i 5 cm della cunetta più i 3.13 cm della banchina al limite dell'invasione di corsia da parte del pelo libero attraverso i quali si ottengono i seguenti valori:

$$\text{Area bagnata} = 0.0547\text{m}^2 \quad \text{Contorno bagnato} = 1.680\text{m} \quad Q_{sp} = \text{Portata specifica lineare} = 0.2427 \text{ m}^3/\text{s}$$

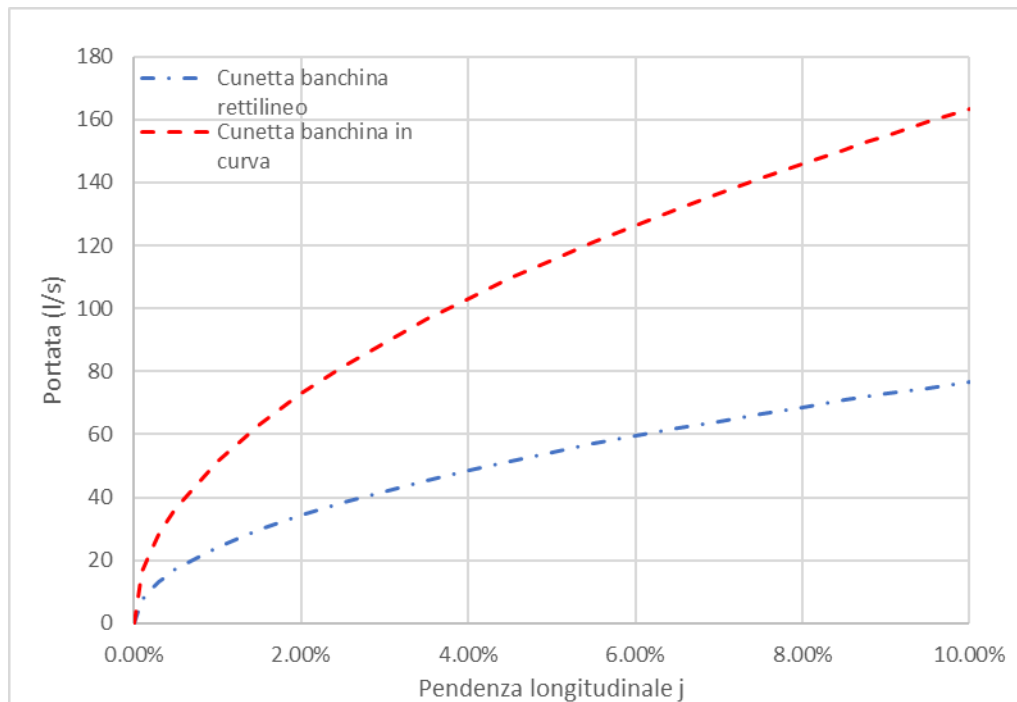
Per il dimensionamento in curva invece si è considerato un riempimento massimo pari a 13.75 cm, avendo considerato i 5 cm della cunetta più i 8.75 cm della banchina al limite dell'invasione di corsia da parte del pelo libero.

Si ottengono i seguenti valori:

$$\text{Area bagnata} = 0.0716\text{m}^2 \quad \text{Contorno bagnato} = 1.9389\text{m} \quad Q_{sp} = \text{Portata specifica lineare} = 0.5161\text{m}^3/\text{s}$$

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

Il grafico riporta i valori di portata convogliabile dal sistema cunetta alla francese + cunetta banchina senza mai invadere la corsia al variare della pendenza longitudinale.



Strada	Lunghezza Tratto (m)	Pendenza trasversale strada (%)	Inizio (km)	Fine (km)	Portata generata (l/s)	Pendenza tratto (%)	Portata massima trasportabile (l/s)
Asse principale-sx	65.00	2.50	0+965	0+900	11.00	2.50	12.4
Asse principale-sx	48.50	7.00	1+171	1+221	17.06	5.50	56.90

In tutte le situazioni in studio l'elemento idraulico atto a trasportare le acque meteoriche contiene il deflusso scongiurando il rischio di non catturare tutte le acque afferenti la piattaforma e di creare veli d'acqua sulla corsia di marcia che darebbero origine a fenomeni di acqua-planning.

#### 4.4 SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN VIADOTTO

Le acque meteoriche che dilavano la pavimentazione stradale nei tratti che si sviluppano in viadotto sono raccolte a bordo banchina e defluiscono longitudinalmente in una cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla piattaforma stradale. Lo smaltimento è, quindi, garantito da un sistema di caditoie grigliate cm poste ad interasse massimo di 15 m che convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in PVC (di diametro compreso tra 315 mm e 400 mm) longitudinale sospeso al di sotto della soletta, fissate mediante ancoraggi tipo Halfen (si veda tavola RS3Z00D26BZNV0003002A).

Considerando il passo scelto  $p=15$  m ed il fatto che gli impalcati, per la tratta di progetto considerata nel presente studio, sviluppano in rettifilo l ove si drena metà piattaforma dell'impalcato per una larghezza totale 4.50 m si ha una portata massima generata pari a circa  $Q_{\max}=6$  l/s.

La verifica dei pluviali ubicati lungo il viadotto in esame viene eseguito considerandoli, a seconda del carico, come soglie sfioranti a pianta circolare o come luci sotto battente.

Detto  $h$  il carico sulla soglia sul bocchettone, la portata  $Q$  è:

- per  $h \leq 0.329 D$  funzionamento con soglia sfiorante di diametro  $D$ :

$$Q = C_q \ln \pi \frac{D^2}{4} \sqrt{2gh}$$

dove  $C_q = 0.35$ ;

- per  $h > 0.329 D$  funzionamento sotto battente



$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

dove  $C_q = 0.6$ .

Nella tabella sono riportati i valori della portata d'un bocchettone per differenti valori di carico.

Si evidenziano in celeste in valori per i quali il funzionamento avviene come soglia sfiorante mentre in verde sotto battente.

Diametro (mm)	Carico sul bocchettone (mm)						
	50	75	100	125	150	200	250
	Portata defluente (l/s)						
75	2.63	3.22	3.71	4.15	4.55	5.25	5.87
100	4.67	5.72	6.60	7.38	8.08	9.33	10.44
125	7.29	8.93	10.31	11.53	12.63	14.59	16.31
<b>160</b>	8.71	14.63	<b>16.90</b>	18.89	20.70	23.90	26.72
175	9.53	17.51	20.21	22.60	24.76	28.59	31.96
200	10.89	22.87	26.40	29.52	32.34	37.34	41.75
225	12.25	28.94	33.42	37.36	40.93	47.26	52.84
250	13.61	25.01	41.25	46.12	50.53	58.34	65.23
275	14.97	27.51	49.92	55.81	61.14	70.59	78.93
300	16.34	30.01	59.41	66.42	72.76	84.01	93.93
325	17.70	32.51	50.06	77.95	85.39	98.60	110.24
350	19.06	35.01	53.91	90.40	99.03	114.35	127.85
375	20.42	37.51	57.76	103.78	113.68	131.27	146.77
400	21.78	40.01	61.61	86.10	129.35	149.36	166.99

Dalla tabella si verifica che il collettore in esame, il discendente Ø160, in corrispondenza del carico pari a 10 cm (8.5cm battente diretto su caditoia + 1.5cm pelo libero su banchina) permette lo smaltimento di una portata pari a 16.9 l/s con funzionamento come soglia sfiorante.

Tale valore è maggiore della massima portata che si genera sull'impalcato tra un pluviale e l'altro  $Q_{max}=6$  l/s per cui si conferma il passo  $p=15$ m scelto.

## 5. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

### 5.1 CONDOTTE IN PEAD

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Vengono utilizzate condotte in polietilene alta densità (PEAD) a doppia parete con diametri esterni che vanno dal Ø315 al Ø1000. in classe di rigidità anulare SN4 - SN8, conformi alla norma UNI EN 13476, a seconda che siano di linea o di attraversamento trasversale, secondo EN ISO 9969

Gli elementi sono posti usualmente ad una distanza verticale minima di 0.7 m, misurata dalla superficie pavimentata alla generatrice superiore della tubazione.

Dal momento che la deformazione sotto carico di una tubazione flessibile interrata dipende in modo sostanziale dalle modalità di posa e rinterro, particolare attenzione deve essere posta durante la posa in opera. Il presente progetto prevede: un letto di posa in sabbia ben compattata e livellata, un rinfiacco del tubo in sabbia ben compattata sino a 20 cm sopra la generatrice superiore del tubo, il rinterro di copertura rimanente mediante l'utilizzo di materiale di risulta ben compattato.

Per il dimensionamento idraulico si è considerato il diametro interno riportato in tabella ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

DN	Spessore	Diametro interno
(mm)	(mm)	(mm)
315	21	273
400	28	344

*Diametri interni dei collettori in PEAD SN 4 kN/m<sup>2</sup> e in PP SN 8 kN/m<sup>2</sup>*

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata, dove possibile, la pendenza longitudinale 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 tale da consentire alla corrente di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo. Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo pari al 50% per DN≤400 e 70% per DN ≥500 con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni.

Le verifiche eseguite si riportano sotto forma di tabella negli allegati al presente studio.

## 5.2 CONDOTTE IN PVC

Per il convogliamento delle acque di drenaggio che insistono sui tratti dell'intervento in studio che si sviluppano in viadotto, sono state utilizzate tubazioni in PVC DN315-DN400 ancorate al di sotto dell'impalcato. Per il dimensionamento si sono considerati i diametri riportati in tabella (si veda paragrafo 5.1) ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $90 m^{1/3}/s$ . Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 50% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni. I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare in allegato.

## 5.3 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato che quando si sviluppa in trincea (si vedano Elab. RS3Z00D26P7NV2103001A\_02A).

- nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che interessano il rilevato stesso, le aree limitrofe la cui superficie pende verso la sede stradale e le acque provenienti dagli embrici, e a convogliarle verso il recapito finale più vicino.;
- nel caso di sviluppo in trincea è posto in testa alla trincea e serve a raccogliere le acque di versante che insistono sulla sede stradale e a convogliarle verso il ricettore finale più vicino.

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 50 anni. I fossi sono calcestruzzo, e sono stati classificati in base alla sezione:

FOSSO TRAPEZOIDALE IN CLS  
SCALA 1:20

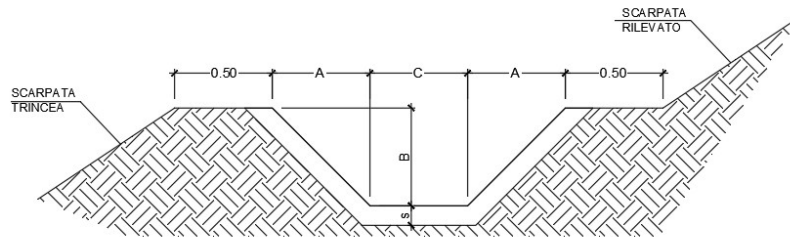


TABELLA DIMENSIONI (in cm)				
FR	A	B	C	s
0	50	50	50	10
1	200	50	150	10
2	250	50	150	10

*Fosso di guardia in cls*

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo pari all'80% ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Si riportano in allegato in forma tabellare i risultati delle verifiche eseguite.

## 6. ALLEGATI DI CALCOLO

## 6.1 VERIFICA RETE DI DRENAGGIO PIATTAFORMA \_LATO DESTRO

Pozzetto Pk in (km)	Pozzetto Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m2)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	tc - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m3/s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
<b>NW22</b>											
+60	+110	203	50	315	0.30%	6.38	174.94	0.010	0.088	0.604	28.0%
+174	+248	500	74	315	0.30%	6.36	175.20	0.024	0.128	0.904	46.3%
<b>IV20</b>											
+360	+575	871	215	400	0.30%	9.10	140.69	0.034	0.149	0.904	46.3%
+782	+738	356	44	315	0.30%	6.13	175.50	0.017	0.128	0.646	46.3%







**6.4 VERIFICA FOSSI DI GUARDIA\_LATO SINISTRO**

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m <sup>2</sup> )	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t <sub>c</sub> - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m <sup>3</sup> /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
Rotatoria SX		1411	113	FR0	24.76%	10.49	146.20	0.057	0.028	3.81	0.47
+21	+40	662	19	FR0	20.53%	10.17	149.01	0.027	0.028	1.82	0.47
+92	+175	1046	83	FR0	9.64%	10.83	143.40	0.042	0.046	1.67	0.45
+228	+305	901	77	FR0	8.44%	10.80	143.67	0.036	0.041	1.61	0.46
+315	+351	424	36	FR0	27.86%	10.53	145.91	0.017	0.028	1.14	0.47
+229	+209	93	20	FR0	2.50%	10.87	179.48	0.005	0.023	0.38	0.48
+735	+580	3623	155	FR0	6.19%	11.00	142.06	0.143	0.093	2.59	0.41
+925	+820	6766	105	FR0	10.48%	10.43	184.04	0.346	0.134	4.06	0.37
+925	1+035	6869	110	FR0	7.09%	10.52	183.11	0.349	0.151	3.54	0.35
1+288	1+035	32374	253	FR0	4.43%	10.92	178.90	1.609	0.394	4.57	0.11