



## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	ANALISI IDROLOGICA .....	6
4	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA .....	6
4.1	IL METODO DELL'INVASO.....	6
4.2	SEZIONI CHIUSE.....	10
4.3	SEZIONI APERTE.....	12
4.4	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	14
5	ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE.....	16
5.1	FOSSI DI GUARDIA .....	16
5.2	EMBRICI.....	17
6	MANUFATTI MINORI DI CONTINUITÀ E DI TRASPARENZA .....	21
7	VERIFICA ELEMENTI NV02 .....	22
8	VERIFICA ELEMENTI NV03 .....	25
9	VERIFICA ELEMENTI NV04 .....	29
10	VERIFICA ELEMENTI NV05 ASSE 1 .....	32
1	VERIFICA ELEMENTI NV05 ASSE 2 .....	36
2	VERIFICA ELEMENTI NV05 DEVIAZIONE PROVVISORIA .....	39
3	VERIFICA ELEMENTI NV06 .....	42
4	VERIFICA ELEMENTI NV08 .....	45

## 1 **PREMESSA**

Nel presente documento si riporta lo studio inerente all'idraulica delle viabilità della ferrovia da pk 0+000 a pk 8+920 circa, relativa al Progetto Definitivo della direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo, lotto 5 tratta Dittaino – Catenanuova.

Saranno espone le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate. ad ogni modo si farà riferimento a quanto riportato nel manuale di progettazione RFI/Italferr.

Successivamente, tali metodologie saranno applicate allo studio dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e le caratteristiche dimensionali e tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie stradale e delle aree limitrofe afferenti ai canali di gronda e ai fossi di guardia.

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Sono state prese in considerazione le disposizioni legislative di seguito elencate.

### NORMATIVA NAZIONALE

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 02/02/2009, n.617 - “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008”;
- Decreto ministeriale 4 aprile 2014 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- Circolare Min. LL.PP. n. 11633/74 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque”;
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”;
- D. Lgs. 16/01/2008 n. 4 “Codice dell’Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.Lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 08/05/1904, N. 368 “Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi”;
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- D.M. 12/12/1985 - “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 – “Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 05/05/1966 n.2136 – “Istruzioni sull’impiego delle tubazioni in acciaio saldate nelle costruzioni degli acquedotti”;
- D.M. 16/06/2008, n. 131 – “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- Manuale di progettazione di RFI – 2019 - parte II – sezione 3, Corpo stradale;

### NORMATIVA LOCALE

#### SICILIA

- Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana, 2004 e s.m.i.
- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Regione Siciliana, 2015;
- Piano di Gestione del Distretto Idrografico (P.G.D.I.) della Sicilia – 2016;
- L.R. del 15-05-1986, N.27 – Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi

degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla l.r. 18-06-1977;

### 3 ANALISI IDROLOGICA

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per le viabilità (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti partendo dall'analisi idrologica riportata nella relativa relazione idrologica, di seguito si riportano le conclusioni dello studio idrologico.

Si utilizza la legge di pioggia nella sua espressione monomia del tipo  $h = a \cdot t^n$  e  $i = a \cdot t^{n-1}$ . Per tempi di ritorno pari a 25 anni i valori assunti per  $a$  ed  $n$  sono pari a:

$$a = 47.83$$

$$n = 0.386$$

### 4 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

#### 4.1 Il metodo dell'invaso

La portata pluviale della rete è calcolata con un metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo idrico che si forma sulla superficie afferente e per il volume immagazzinato in rete. Tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul manuale di Progettazione Ferroviario.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " $p$ ", mentre con " $I$ " indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con " $\varphi$ " l'aliquota che defluisce sul terreno, bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione;  $\varphi$  prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino ( $A$ ) e per l'intensità di pioggia ( $I$ ) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi \cdot I \cdot A$$

Nel tempo  $dt$  il volume d'acqua affluito sarà  $p \cdot dt$ , mentre nell'istante  $t$  nella rete di drenaggio defluirà una portata  $q$ , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo  $dt$  è pari a  $p \cdot dt$  e quello che defluisce è  $q \cdot dt$ , la differenza, che indicheremo con  $dw$ , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto, l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità. Considerando che la portata  $q$  può essere considerata costante, le variabili da determinare sono  $q(t)$ ,  $w(t)$ , e  $t$ , per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando  $q$  o  $w$ .

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata  $t$ , il problema di progetto si riduce ad individuare, tramite processo iterativo, la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia  $I$ .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia ( $I$ ) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ( $q = 0$  per  $t = 0$ ), considerando:

- i. una relazione lineare tra il volume  $w$  immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica  $\omega$ :

$$w/\omega = W/\Omega = cost$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

- ii. una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = cost$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$dw = \frac{dq}{Q} \cdot W$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dW}{dt}$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo.

Definendo  $\tau$  il tempo necessario per passare da  $q = 0$  a  $q = q_{max}$ , e  $t_r$  il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se  $\tau \leq t_r$ , viceversa se  $\tau > t_r$  il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo  $\tau = t_r$ , ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione  $\tau = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{W^{\frac{1}{n}-1}}$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in l/s\*ha,  $\varphi$  è il coefficiente di afflusso,  $w$  è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>],  $a$  [m/ora] ed  $n$  sono i coefficienti della curva di possibilità climatica,  $k$  un coefficiente che assume il valore di 2168 [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore].

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{W^{\frac{1}{n}-1}}$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi = 0.9$ , per i rilevati e trincee;
- $\varphi = 1.0$ , per la sede stradale;

Il volume  $w$  rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale  $W_{tot}$  e la superficie drenata.

$W_{tot}$  è dato dalla somma del volume proprio di invaso,  $W_1$ ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi,  $W_2$ ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata,  $W_3$ .

In particolare, il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di 30-50 [m<sup>3</sup>/ha] per le aree esterne e superfici impermeabili.

## 4.2 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$  (Figura 1).

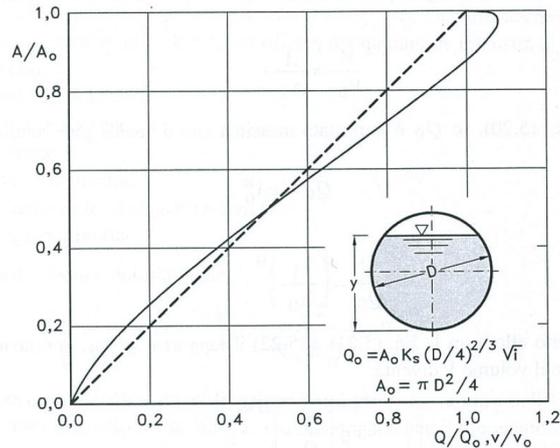


Figura 1 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto  $p$  costante, l'equazione integrata nell'intervallo  $t_2 - t_1$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per  $t_1=0$  e  $Q_1=0$ , si ha il tempo di riempimento  $t_r$  necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo  $Q_0$ :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione  $h = a \tau^n$ , per una prefissata intensità  $j = a \tau^{n-1}$ , si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione  $t_r = \tau$  dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che  $u = Q_0 / S$ ,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)}$$

dalla quale, definito  $v_0 = V_0 / S$  come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione  $du / d\varepsilon = 0$  consente di calcolare il valore di  $\varepsilon = p / Q_0$  relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente  $n$ , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di  $n$ , il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in  $m^3/ha$ ,  $S$  in  $ha$ ,  $a$  in  $mm/oran$  e  $u$  in  $l/s ha$  si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10 \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  e  $n$ ), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

### 4.3 Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ .

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra  $t_1$  e  $t_2$ , effettuando uno sviluppo in serie della funzione  $z$  (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per  $z < 1$ .

In particolare, per  $t_1 = 0$ ,  $z_1 = 0$  (cioè  $Q_1 = 0$ ) e  $z_2 = Q_0/p$ , si ottiene il tempo di riempimento  $t_r$ :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione  $\zeta_\alpha(z)$  sono stati riassunti in al variare di  $\alpha$  nella tabella seguente.

$z$	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0,10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0,20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0,30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0,40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0,50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0,60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0,70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0,75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0,80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0,84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0,87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0,90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0,92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0,94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0,96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0,98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

Tabella 1 – Valori di  $\zeta_\alpha(z)$  in funzione di  $\alpha$ .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = t_r$ ), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico  $v_0 = V_0 / S$  cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione  $du/dz = 0$  (essendo  $z$  l'unica variabile), quale sia il valore di  $z$  (dipendente dall'intensità di precipitazione  $j$ ) che rende massimo il coefficiente udometrico  $u$ . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di  $z$  di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di  $z$ :

$$z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico.

Esprimendo  $[a]$ = metri · giorni- $n$  e  $[v_0]$ = metri, e il coefficiente udometrico  $[u]$ = litri · secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

#### 4.4 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico dei collettori di drenaggio e dei fossi di guardia per la raccolta delle acque di piattaforma stradale è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Note la pendenza e le dimensioni dei fossi di guardia e dei collettori, è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno dell'elemento in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 70 % per i fossi di guardia mentre la verifica dei collettori risultano verificati se il loro riempimento è inferiore al 70% del diametro per diametri maggiori o uguali a DN500 e se il riempimento è inferiore al 50% del diametro per diametri inferiori a DN500.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma  $W_p = 0.005$  m;

Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne  $W_{ae} = 0.003$  m;

Coefficiente di afflusso per la piattaforma stradale  $\varphi_p = 1.0$ ;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne  $\varphi_{ae} = 0.6$ ;

Coefficiente di afflusso per rilevati e trincee  $\varphi_{ae} = 0.9$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo  $n_M = 0.015 \text{ s /m}^{1/3}$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche  $n_P = 0.0133 \text{ s /m}^{1/3}$ ;

Larghezza piattaforma in trincea/rilevato  $L = \text{variabile}$ ;

Larghezza area del rilevato  $L = \text{variabile}$ ;

Lunghezza area esterna a monte della viabilità  $L = \text{variabile}$ .

La portata lungo l'elemento viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno dell'elemento è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:  $n$  – coefficiente di scabrezza secondo Manning [ $\text{s /m}^{1/3}$ ];

$A$  – area bagnata [ $\text{m}^2$ ];

$R_h$  – raggio idraulico [ $\text{m}$ ];

$i$  – pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio in progetto per le varie viabilità.

## **5 ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE**

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale, nei tratti in rilevato e in trincea, ed assicurare il loro recapito all'esterno, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

### Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi di guardia collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza variabili a seconda delle necessità e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate.

### Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza idonea, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse variabile tra 10 e 30 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in PEAD. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici.

### **5.1 Fossi di guardia**

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte dello scavo, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato stradale e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la viabilità in progetto, impedendo che queste raggiungano la pavimentazione.

Le acque intercettate dai fossi di guardia scaricano direttamente in incisioni della rete idrografica naturale o nelle opere idrauliche di attraversamento in progetto.

Le tipologie previste per i fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in cls e pendenza sponda 1/1 tranne che per il fosso 100x100 che ha sponde 3/2 come riassunto nella tabella seguente:

	<b>b</b>	<b>d</b>	$\alpha$
F 50x50	0.5	0.5	45
F 50x70	0.5	0.7	45
F 70x70	1	0.7	45
F 100x100	1	1	33.69

Tabella 2 – Dimensioni fossi.

## 5.2 Embrici

Per i tratti stradali in rilevato la raccolta delle acque avviene in un canale di bordo formato dalla pavimentazione stradale stessa e dal cordolo che delimita l'arginello. Le acque sono dapprima convogliate nella zona compresa tra il cordolo bituminoso e lo strato di usura e poi indirizzate, per mezzo di embrici, nel fosso di guardia.

Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento e le convogliano al piede del rilevato, in un fosso di guardia rivestito in cls.

La capacità di smaltimento degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza **L** e tirante sopra la soglia **h** secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot (L \cdot h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

$g = 9.81$  – [m/s<sup>2</sup>](Accelerazione di gravità);

$c_q = 0.385$  – [-] (Coefficiente di efflusso);

$L = 0.3$  – [m] (Larghezza della vena sfiorante);

$h = 0.04$  – [m] (Altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

Si ottiene una capacità di smaltimento paria a  $Q = 12.85$  [l/s].

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede stradale all'embrice può essere calcolata con la formula razionale, modificata nella forma:

$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c} = 278 \cdot \varphi \cdot S \cdot i$$

Nella quale:

$Q$  = Portata – [m<sup>3</sup>/s];

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici impermeabili (pavimentate);

$h$  = Altezza di pioggia – [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;

$i$  = Intensità di pioggia – [m/ora];

$S$  = Superficie scolante che insiste su ogni embrice, che ipotizzando un interasse di 15 [m] è pari a circa 150 [m<sup>2</sup>] (15 [m] x 10 [m]);

$\tau_c$  = Tempo di corrivazione valutato in circa 5 [minuti] (ovvero 0.083 [ore]) per la superficie sottesa da ciascun embrice.

L'altezza di pioggia considerata fa riferimento alla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 25 [anni] della zona maggiormente sollecitata dal punto di vista idrologico ( $a = 48.83$  [mm/h] –  $n = 0.386$ ). Si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 8.42 [l/s] per  $T_r = 25$  [anni], inferiore alla portata che può essere smaltita dal singolo manufatto.

Per l'interasse di progetto degli embrici si assume pertanto la distanza di 15 [m].

In caso di tratti con pendenze longitudinali nulle o inferiori allo 0.1% l'interasse degli embrici sarà pari a 5.0 m.

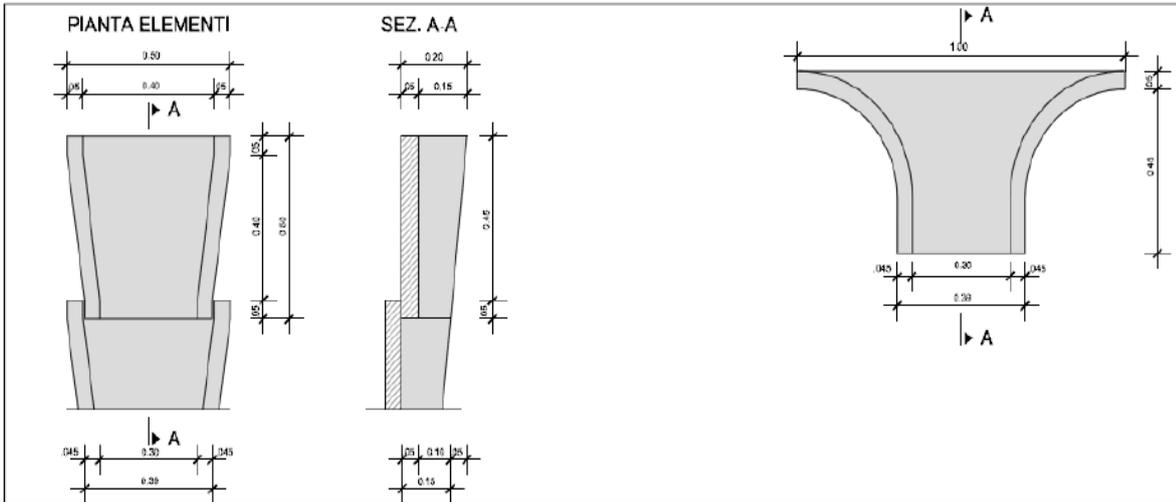


Figura 2 – Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione



## **6 MANUFATTI MINORI DI CONTINUITÀ E DI TRASPARENZA**

Lungo le viabilità sono stati individuati una serie di manufatti minori necessari per garantire la continuità dei fossi di guardia, consentendo il normale deflusso delle acque. Tali opere d'arte sono funzionali sia per il recapito certo delle acque meteoriche provenienti dai fossi di guardia dei rilevati sia per garantire lo smaltimento saltuario delle portate in caso di eventi meteorici rilevanti.

I manufatti minori saranno per lo più dei tombini circolari in calcestruzzo se di diametro maggiore di 1.0 m oppure in PVC se inferiore al metro che attraversano i rilevati, oppure che danno continuità in presenza di intersezioni laterali o viali per accessi privati.

La pendenza longitudinale con la quale essi sono verificati sarà maggiore di quella minima definita dai criteri di progettazione di tali manufatti ed è pari allo 0.5 %, al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

La sezione di deflusso complessiva del tombino deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 70 % della sezione totale.

Stante le ridotte dimensioni dei compluvi, i quali sottendono bacini di estensione limitata, questi attraversamenti secondari e vengono, di conseguenza, verificate per tempi di ritorno pari a 25 anni, congruente con il tempo di ritorno degli elementi afferenti (fossi e canalette).

Le verifiche dei manufatti sono riportate nelle medesime tabelle di verifica dei fossi di guardia.



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	22 di 49

## 7 VERIFICA ELEMENTI NV02

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
300	190	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.550	0.000	0.000	0.550	0.550	27.50	110	0.040	5.16	32.66	0.006	
190	40	sx	5.16	0.00	0.00	0.55	0.000	0.090	0.300	0.000	0.090	0.850	0.940	45.20	150	0.105	7.93	58.29	0.006	
300	200	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.100	0.000	0.000	0.100	0.100	5.00	100	0.040	1.42	6.42	0.006	
300	200	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.060	0.050	0.000	0.060	0.050	0.110	4.30	100	0.025	2.59	6.89	0.006	
200	105	dx	4.01	0.00	0.06	0.15	0.000	0.057	0.095	0.000	0.117	0.245	0.362	15.76	95	0.114	3.28	23.06	0.006	
105	85	dx	3.28	0.00	0.12	0.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.245	0.362	15.76	20	0.015	1.52	20.56	0.006	
85	-117	dx	1.52	0.00	0.12	0.25	0.000	0.121	0.202	0.000	0.238	0.447	0.685	29.50	202	0.092	12.03	43.04	0.006	

**TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE**

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
300	190	sx	0.0478	0.39	183.54	0.101	F 50x50	2.15	0.08	0.16	2.42	CLS
190	40	sx	0.0478	0.39	207.40	0.195	F 50x50	3.69	0.09	0.18	3.93	CLS
300	200	dx	0.0478	0.39	161.93	0.016	F 50x50	1.14	0.03	0.05	2.21	CLS
300	200	dx	0.0478	0.39	430.73	0.047	DN400	1.83	0.10	0.26	1.81	PVC SN8
200	105	dx	0.0478	0.39	297.82	0.108	F 50x50	3.12	0.06	0.12	4.01	CLS
105	85	dx	0.0478	0.39	357.34	0.129	DN1000	1.70	0.15	0.15	1.39	CLS
85	-117	dx	0.0478	0.39	316.88	0.217	F 50x50	3.65	0.10	0.20	3.69	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	25 di 49

## 8 VERIFICA ELEMENTI NV03

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
150	50	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	50.00	100	0.049	6.87	56.87	0.006	
160	50	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.110	0.055	0.000	0.110	0.055	0.165	6.05	110	0.070	3.32	9.37	0.006	
50	50	dx-sx	10.20	0.00	0.11	1.06	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110	1.055	1.165	56.05	20	0.010	2.99	69.24	0.006	
135	50	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.085	0.085	0.000	0.085	0.085	0.170	6.80	85	0.079	2.76	9.56	0.006	
135	275	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.140	1.400	0.000	0.140	1.400	1.540	74.20	140	0.033	16.39	90.59	0.006	
275	275	sx	16.39	0.00	0.14	1.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140	1.400	1.540	74.20	20	0.010	3.51	94.11	0.006	
305	350	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.023	0.450	0.000	0.023	0.450	0.473	23.18	45	0.011	3.35	26.52	0.006	
350	scarico	sx	16.39	0.00	0.14	1.40	0.000	0.050	1.000	0.000	0.190	2.400	2.590	125.70	100	0.042	14.75	156.84	0.006	
150	350	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.100	0.600	0.000	0.100	0.600	0.700	33.00	200	0.041	12.15	45.15	0.006	
150	275	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.063	0.375	0.000	0.063	0.375	0.438	20.63	125	0.069	5.10	25.73	0.006	

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Voi. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
305	scarico	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.085	0.510	0.000	0.085	0.510	0.595	28.05	170	0.051	8.91	36.96	0.006

**TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE**

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
150	50	dx	0.0478	0.39	196.58	0.197	F 50x50	2.86	0.11	0.22	2.73	CLS
160	50	dx	0.0478	0.39	596.00	0.098	DN400	3.26	0.12	0.29	3.05	PVC SN8
50	50	dx-sx	0.0478	0.39	221.33	0.258	DN1500	1.72	0.21	0.14	1.20	CLS
135	50	sx	0.0478	0.39	478.89	0.081	F 50x50	2.51	0.06	0.12	3.33	CLS
135	275	sx	0.0478	0.39	223.45	0.344	F 50x50	2.94	0.17	0.35	2.25	CLS
275	275	sx	0.0478	0.39	210.33	0.324	DN1500	1.84	0.23	0.16	1.22	CLS
305	350	sx	0.0478	0.39	221.11	0.104	F 50x50	1.40	0.12	0.24	1.29	CLS
350	scarico	sx	0.0478	0.39	206.22	0.534	F 50x50	3.62	0.21	0.42	2.53	CLS
150	350	dx	0.0478	0.39	212.99	0.149	F 50x50	2.45	0.10	0.20	2.46	CLS
150	275	dx	0.0478	0.39	246.73	0.108	F 50x50	2.64	0.07	0.14	3.16	CLS
305	scarico	dx	0.0478	0.39	226.13	0.135	F 50x50	2.57	0.09	0.18	2.75	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	29 di 49

## 9 VERIFICA ELEMENTI NV04

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
350	35	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.126	4.095	0.000	0.126	4.095	4.221	208.53	315	0.023	69.94	278.47	0.007
35	scarico	dx	69.94	0.00	0.13	4.10	0.000	0.028	0.910	0.000	0.154	5.005	5.159	254.87	70	0.014	21.12	345.93	0.007
125	50	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.030	0.075	0.000	0.030	0.075	0.105	4.65	75	0.019	2.00	6.65	0.006
125	195	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.028	0.070	0.000	0.028	0.070	0.098	4.34	70	0.005	2.50	6.84	0.007
195	215	sx	2.50	0.00	0.03	0.07	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.070	0.098	4.34	20	0.005	0.56	7.40	0.008
215	285	sx	0.56	0.00	0.03	0.07	0.000	0.028	0.070	0.000	0.056	0.140	0.196	8.68	70	0.005	4.09	13.33	0.007
360	285	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.075	0.000	0.000	0.075	0.075	3.75	75	0.095	0.73	4.48	0.006

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
350	35	dx	0.0478	0.39	165.02	0.697	F 50x50	3.14	0.28	0.57	1.88	CLS
35	scarico	dx	0.0478	0.39	160.81	0.830	F 50x50	2.75	0.35	0.71	1.48	CLS
125	50	sx	0.0478	0.39	282.07	0.030	F 50x50	1.11	0.05	0.10	1.60	CLS
125	195	sx	0.0478	0.39	242.03	0.024	F 50x50	0.66	0.06	0.13	0.84	CLS
195	215	sx	0.0478	0.39	213.59	0.021	DN800	0.75	0.08	0.10	0.83	PVC SN8
215	285	sx	0.0478	0.39	252.03	0.049	F 50x50	0.84	0.10	0.20	0.86	CLS
360	285	sx	0.0478	0.39	181.70	0.014	F 50x50	1.40	0.02	0.04	3.25	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	32 di 49

**10 VERIFICA ELEMENTI NV05 ASSE 1**

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
90	0	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.036	1.080	0.000	0.036	1.080	1.116	55.08	90	0.005	14.08	69.16	0.006
90	330	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.192	1.920	0.000	0.192	1.920	2.112	101.76	240	0.001	76.71	178.47	0.008
215	0	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.086	0.215	0.000	0.086	0.215	0.301	13.33	215	0.011	10.80	24.13	0.008
215	325	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.110	0.000	0.000	0.110	0.110	5.50	110	0.008	2.45	7.95	0.007
535	485	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.050	0.500	0.000	0.050	0.500	0.550	26.50	50	0.016	3.85	30.35	0.006
485	325	dx	3.85	0.00	0.05	0.50	0.000	0.160	1.600	0.000	0.210	2.100	2.310	111.30	160	0.021	27.79	142.94	0.006
535	605	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.056	0.700	0.000	0.056	0.700	0.756	36.68	70	0.012	6.94	43.62	0.006
625	725	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	50.00	100	0.021	8.96	58.96	0.006
730	930	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	2.000	2.000	100.00	200	0.034	23.32	123.32	0.006
627	627	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.120	15.252	0.000	0.120	15.252	15.372	766.20	12	0.010	21.77	787.97	0.005

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Voi. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
727.67	727.67	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.167	15.250	0.000	0.167	15.250	15.417	767.53	17	0.010	30.17	797.70	0.005
625	930	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.305	15.250	0.000	0.305	15.250	15.555	771.65	305	0.018	320.81	1092.46	0.007

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
90	0	dx	0.0478	0.39	183.17	0.204	F 50x50	1.31	0.22	0.44	0.89	CLS
90	330	dx	0.0478	0.39	125.59	0.265	F 50x50	0.83	0.37	0.74	0.44	CLS
215	0	sx	0.0478	0.39	194.08	0.058	F 50x50	1.16	0.09	0.17	1.27	CLS
215	325	sx	0.0478	0.39	134.23	0.015	F 50x50	0.66	0.04	0.08	1.04	CLS
535	485	dx	0.0478	0.39	247.40	0.136	R 50x50	1.77	0.15	0.31	1.44	CLS
485	325	dx	0.0478	0.39	206.18	0.476	F 50x50	2.74	0.24	0.47	1.80	CLS
535	605	dx	0.0478	0.39	223.03	0.169	R 50x50	1.70	0.20	0.40	1.22	CLS
625	725	dx	0.0478	0.39	185.62	0.186	F 50x50	2.07	0.14	0.28	1.77	CLS
730	930	dx	0.0478	0.39	172.85	0.346	F 50x50	2.96	0.17	0.35	2.27	CLS
627	627	0	0.0630	0.39	481.72	7.405	NI01	4.08	0.91	0.45	1.37	CLS
727.67	727.67	0	0.0630	0.39	477.59	7.363	NI02	4.08	0.90	0.45	1.37	CLS
625	930	sx	0.0630	0.39	299.06	4.652	F 100x100	4.42	0.57	0.57	1.87	CLS

**1 VERIFICA ELEMENTI NV05 ASSE 2**

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
75	20	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.022	0.055	0.000	0.022	0.055	0.077	3.41	55	0.069	0.90	4.31	0.006
75	20	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.022	0.055	0.000	0.022	0.055	0.077	3.41	55	0.070	0.90	4.31	0.006

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
75	20	sx	0.0478	0.39	343.57	0.026	F 50x50	1.62	0.03	0.06	2.94	CLS
75	20	sx	0.0478	0.39	344.20	0.027	F 50x50	1.63	0.03	0.06	2.97	CLS

## **2 VERIFICA ELEMENTI NV05 DEVIAZIONE PROVVISORIA**

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
250	0	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.100	0.250	0.000	0.100	0.250	0.350	15.50	250	0.002	20.01	35.51	0.010
85	0	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.034	1.020	0.000	0.034	1.020	1.054	52.02	85	0.006	12.65	64.67	0.006
110	325	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.172	2.150	0.000	0.172	2.150	2.322	112.66	215	0.005	53.75	166.41	0.007
485	330	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.062	1.550	0.000	0.062	1.550	1.612	79.36	155	0.001	50.69	130.05	0.008
330	330	dx-sx	104.44	0.00	0.23	3.70	0.000	0.000	0.400	0.000	0.234	4.100	4.334	212.02	20	0.010	5.56	322.02	0.007
470	666	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.098	0.098	0.000	0.098	0.098	0.196	7.84	196	0.007	8.52	16.36	0.008
580	485	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.038	0.950	0.000	0.038	0.950	0.988	48.64	95	0.008	11.98	60.62	0.006
485	485	dx-sx	11.98	0.00	0.04	0.95	0.000	0.000	0.400	0.000	0.038	1.350	1.388	68.64	20	0.005	3.97	84.59	0.006

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
250	0	sx	0.0478	0.39	133.43	0.047	F 50x50	0.58	0.13	0.26	0.52	CLS
85	0	dx	0.0478	0.39	186.12	0.196	F 50x50	1.32	0.21	0.42	0.92	CLS
110	325	dx	0.0478	0.39	157.97	0.367	F 50x50	1.47	0.31	0.62	0.84	CLS
485	330	dx	0.0478	0.39	121.93	0.197	F 50x50	0.60	0.37	0.75	0.31	CLS
330	330	dx-sx	0.0478	0.39	143.36	0.621	DN1500	2.23	0.32	0.21	1.26	CLS
470	666	dx	0.0478	0.39	255.28	0.050	DN400	1.15	0.15	0.38	0.95	PVC SN8
580	485	dx	0.0478	0.39	188.45	0.186	F 50x50	1.48	0.18	0.37	1.10	CLS
485	485	dx-sx	0.0478	0.39	186.26	0.259	DN1500	1.30	0.25	0.17	0.82	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	42 di 49

### 3 VERIFICA ELEMENTI NV06

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
0	75	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.600	0.000	0.000	0.600	0.600	30.00	75	0.063	3.43	33.43	0.006	
75	85	dx	3.43	0.00	0.00	0.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0.600	30.00	10	0.010	0.74	34.17	0.006	
85	100	dx	0.74	0.00	0.00	0.60	0.000	0.006	0.150	0.000	0.006	0.750	0.756	37.68	15	0.053	0.92	39.34	0.005	
145	100	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.036	0.225	0.000	0.036	0.225	0.261	12.33	45	0.004	3.22	15.55	0.006	
0	95	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.076	0.190	0.000	0.076	0.190	0.266	11.78	95	0.021	4.63	16.41	0.006	
100	scarico	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.029	0.146	0.000	0.029	0.146	0.175	8.18	73	0.007	3.23	11.41	0.007	

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
0	75	dx	0.0478	0.39	203.08	0.122	F 50x50	2.66	0.08	0.16	3.02	CLS
75	85	dx	0.0478	0.39	196.16	0.118	DN800	1.60	0.16	0.20	1.26	PVC SN8
85	100	dx	0.0478	0.39	230.15	0.174	F 50x50	2.83	0.10	0.20	2.82	CLS
145	100	dx	0.0478	0.39	239.40	0.062	F 50x50	0.87	0.12	0.23	0.82	CLS
0	95	sx	0.0478	0.39	294.40	0.078	F 50x50	1.61	0.08	0.17	1.77	CLS
100	scarico	sx	0.0478	0.39	219.14	0.038	F 50x50	0.87	0.08	0.15	1.00	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	45 di 49

#### **4 VERIFICA ELEMENTI NV08**

## TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
			m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
25	75	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.020	0.650	0.000	0.020	0.650	0.670	33.10	50	0.006	5.52	38.62	0.006	
80	130	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.650	0.000	0.000	0.650	0.650	32.50	50	0.016	3.84	36.34	0.006	
135	220	dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	1.105	0.000	0.000	1.105	1.105	55.25	85	0.034	7.20	62.45	0.006	
0	75	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.030	0.075	0.000	0.030	0.075	0.105	4.65	75	0.009	2.40	7.05	0.007	
80	135	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.044	0.055	0.000	0.044	0.055	0.099	4.07	55	0.013	1.98	6.05	0.006	
140	220	sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.032	0.080	0.000	0.032	0.080	0.112	4.96	80	0.034	1.91	6.87	0.006	

## TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%		
25	75	dx	0.0478	0.39	204.51	0.137	F 50x50	1.24	0.17	0.33	0.97	CLS
80	130	dx	0.0478	0.39	201.98	0.131	F 50x50	1.71	0.12	0.25	1.55	CLS
135	220	dx	0.0478	0.39	198.55	0.219	F 50x50	2.59	0.13	0.27	2.26	CLS
0	75	sx	0.0478	0.39	257.46	0.027	F 50x50	0.85	0.06	0.11	1.13	CLS
80	135	sx	0.0478	0.39	386.04	0.038	F 50x50	1.06	0.06	0.13	1.35	CLS
140	220	sx	0.0478	0.39	297.27	0.033	F 50x50	1.40	0.04	0.09	2.13	CLS



Relazione idraulica di drenaggio delle viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RI	ID0002 004	A	48 di 49

**5. VERIFICA ELEMENTI: RISPISTINO STRADA PODERALE CAT. DEST. PARTICOLARE STRADA AGRICOLA NV25**

DATI RETE							COLLETORE									
Ramo	N <sub>i</sub>	N <sub>i+1</sub>	z <sub>fi</sub>	z <sub>fi+1</sub>	L	i <sub>med</sub>	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Tirante	α	A <sub>b</sub>	C <sub>b</sub>	L <sub>b</sub>	R <sub>i</sub>
ID <sub>r</sub>	ID <sub>N</sub>	ID <sub>N</sub>	[m]	[m]	[m]	[m/m]			[mm <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m]	[m]		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
FOSSO SX 1	F 0+175 S	F 0+230 S	258.300	253.300	62.000	0.081	T_50	t_terra	35.000	0.500	0.064	1.467	0.036	0.682	0.629	0.053
FOSSO SX 2	F 0+175 S	F 0+000 S	258.300	246.500	175.000	0.067	T_50	t_terra	35.000	0.500	0.101	1.866	0.061	0.786	0.702	0.077
FOSSO DX 1	F 0+175 D	F 0+230 D	255.500	253.300	56.000	0.039	T_50	t_terra	35.000	0.500	0.104	1.898	0.063	0.795	0.709	0.079
FOSSO DX 2	F 0+175 D	F 0+000 D	255.500	246.500	178.000	0.051	T_50	t_terra	35.000	0.500	0.156	2.372	0.102	0.942	0.812	0.109
CAN. SX 1	C 0+175 S	C 0+230 S	254.700	253.300	60.000	0.023	PEAD_400	c_pead	75.000	0.343	0.097	2.249	0.022	0.386	0.309	0.056
CAN. SX 2	C 0+175 S	C 0+000 S	254.700	253.300	175.000	0.008	PEAD_400	c_pead	75.000	0.343	0.176	3.188	0.048	0.547	0.343	0.087
CAN. DX 1	C 0+175 D	C 0+230 D	254.700	246.500	60.000	0.137	PEAD_400	c_pead	75.000	0.343	0.069	1.867	0.013	0.320	0.276	0.042
CAN. DX 2	C 0+175 D	C 0+000 D	254.700	246.500	175.000	0.047	PEAD_400	c_pead	75.000	0.343	0.127	2.619	0.031	0.449	0.331	0.069

DATI RETE	SUPERFICI DRENATE							INVASO									VERIFICHE		
Ramo	L <sub>p</sub>	L <sub>r</sub>	L <sub>ae</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>r</sub>	S <sub>ae</sub>	Φ	W <sub>p</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>ae</sub>	W <sub>c</sub>	w	a	n	u	Q <sub>p</sub>	G.R.	V	Fr
ID <sub>r</sub>	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]		[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m/h <sup>n</sup> ]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]	
FOSSO SX 1	0.000	0.000	20.000	0.000	0.000	1240.000	0.600	0.000	0.000	3.720	2.248	0.005	0.048	0.386	411.097	50.976	0.129	1.406	1.869
FOSSO SX 2	0.000	0.000	20.000	0.000	0.000	3500.000	0.600	0.000	0.000	10.500	10.638	0.006	0.048	0.386	286.523	100.283	0.202	1.650	1.790
FOSSO DX 1	0.000	0.000	35.000	0.000	0.000	1960.000	0.600	0.000	0.000	5.880	3.534	0.005	0.048	0.386	412.462	80.843	0.209	1.281	1.371
FOSSO DX 2	0.000	0.000	35.000	0.000	0.000	6230.000	0.600	0.000	0.000	18.690	18.243	0.006	0.048	0.386	295.114	183.856	0.312	1.794	1.613
CAN. SX 1	4.000	5.000	0.000	240.000	300.000	0.000	0.944	1.200	1.500	0.000	1.297	0.007	0.048	0.386	671.560	36.264	0.284	1.678	2.027
CAN. SX 2	4.000	5.000	0.000	700.000	875.000	0.000	0.944	3.500	4.375	0.000	8.326	0.010	0.048	0.386	397.863	62.663	0.512	1.317	1.129
CAN. DX 1	4.000	5.000	0.000	240.000	300.000	0.000	0.944	1.200	1.500	0.000	0.803	0.006	0.048	0.386	828.193	44.722	0.202	3.340	4.839
CAN. DX 2	4.000	5.000	0.000	700.000	875.000	0.000	0.944	3.500	4.375	0.000	5.455	0.008	0.048	0.386	542.600	85.459	0.371	2.742	2.854