

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

IDRAULICA E IDROLOGIA

Drenaggio piattaforma

Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3b

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 RH ID0002 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	G.De Cianni 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	D.Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	G.De Cianni 	Apr-2020	A.Barreca 	Apr-2020	

ITA RFI SpA
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Regionale
UO Infrastrutture Sud
Dist. Lercara Xirbi/Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Trapani n. 1187/8

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3	ANALISI IDROLOGICA	8
4	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	8
4.1	IL METODO DELL'INVASO.....	8
4.2	SEZIONI CHIUSE.....	12
4.3	SEZIONI APERTE.....	14
4.4	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	16
5	ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA.....	19
5.1	FOSSI DI GUARDIA	22
5.2	EMBRICI.....	22
6	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA BOCCHETTONI GRIGLIATI IMPALCATI	26
6.1	CUNETTE DI PIATTAFORMA	28
7	VERIFICA ELEMENTI.....	29

1 PREMESSA

La linea ferroviaria Palermo – Catania, facente parte del Corridoio n.5 “Helsinki – La Valletta” della Rete Trans-Europea di trasporto, è interessata da un ampio progetto di investimento denominato “Nuovo Collegamento Palermo – Catania” che prevede una serie di interventi sulla tratta Fiumetorto – Bicocca.

Allo stato attuale sono già in corso i lavori finalizzati al raddoppio della tratta Catenanuova – Bicocca mentre la restante tratta, Fiumetorto – Catenanuova (tratto rosso nella figura), è oggetto di appositi incarichi di progettazione definitiva, affidati ad ITALFERR dalla Committente RFI.

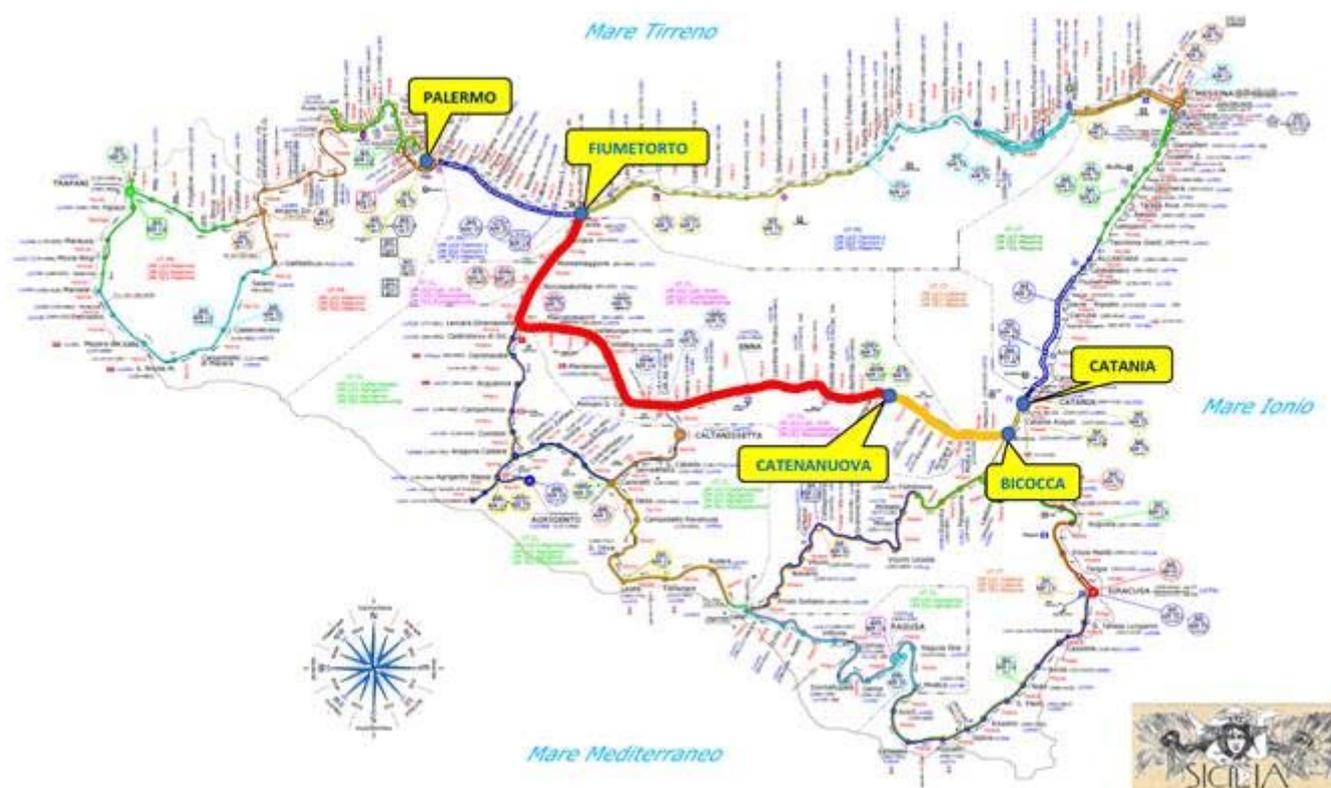


Figura 1 – Planimetria generale di inquadramento regionale

La tratta suddetta Fiumetorto – Catenanuova risulta suddivisa nei seguenti lotti funzionali come meglio si evince dalla corografia successiva:

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione di circa 30 km;
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi di circa 47 km;
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova di circa 27 km;
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino di circa 15 km;
- Lotto 5: tratta Dittaino – Catenanuova di circa 22 km.

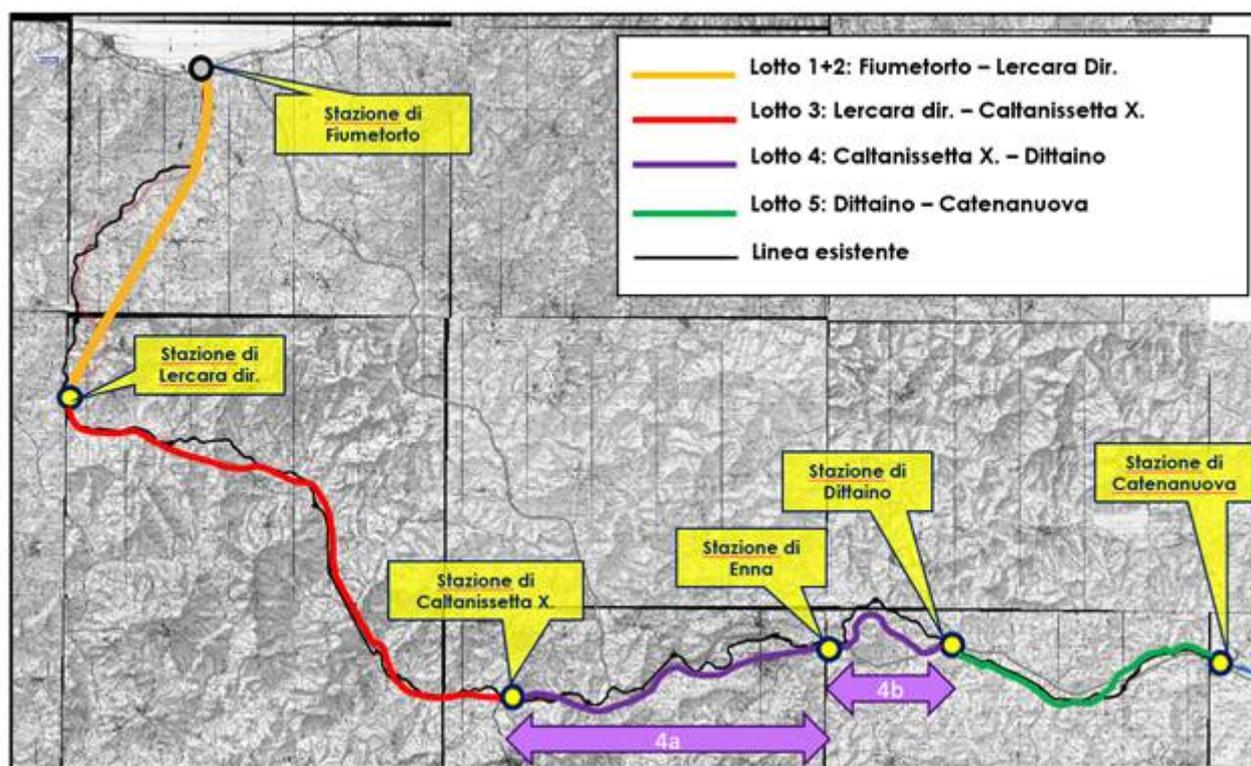


Figura 2 – Inquadramento lotti

Di seguito si riporta lo studio inerente all'idraulica di piattaforma ferroviaria LOTTO 3B (Vallelunga – Caltanissetta Xirbi).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B	FOGLIO 5 di 49

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 ferroviaria e delle aree limitrofe afferenti ai canali di gronda e ai fossi di guardia.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B	FOGLIO 6 di 49

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

NORMATIVA

- R.D. 25/07/1904, n. 523 - “Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- Circolare 07/01/1974, n. 11633 – “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”;
- D.M. 12/12/1985 - “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 – “Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni”;
- L.R. 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, n. 39 e s.m.i.”.
- L. 18/05/1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana – 2004;
- D.lgs. 03/04/ 2006, n. 152 - “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- 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);
- D.M. 16/06/2008, n. 131 – “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- D.M. 04/04/2014 - “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- Delibera G.R. 06/08/2014. N. 231 “Direttiva 2007/60/CE. Linee di indirizzo strategico per l’elaborazione del Piano di gestione del rischio alluvioni e programma delle attività conoscitive”;
- 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;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

- D.M. 17/01/2018 - “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;
- Manuale di Progettazione RFI – Edizione dicembre/2018;
- Circolare 21/01/2019, n.7 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018”;

LETTERATURA TECNICA DI RIFERIMENTO

- V.T. Chow – “Open-Channel Hydraulics – McGraw-Hill – 1959;
- G. Supino – “Le reti idrauliche” - Ed. Patron - Bologna – 1965;
- D. S. Miller – “Internal Flow Systems” – BHR Group Limited – 1978;
- D. Tonini – “Elementi di idrografia ed idrologia” – Vol. 2 – Ed. Cortina – 1983;
- U.S. Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service – “Urban hydrology for small watersheds” – 1986;
- A. Lencastre – “Manuel d’hydraulique générale – Eyrolles” – 1986;
- D. Citrini, G. Nosedà – “Idraulica” – Casa Editrice Ambrosiana Milano – 1987;
- F. Arredi – “Costruzioni Idrauliche” – Utet – 1987;
- R. H. McCuen – “Hydrologic Analysis and Design” – Pearson Education – 1989;
- G. Ippolito – “Appunti di costruzioni idrauliche” – Liguori – 1993;
- M. Cannarozzo, F. D’Asaro, V. Ferro – “Valutazione delle Piene in Sicilia”, C.N.R. GNDCI, Previsione e prevenzione degli eventi idrologico estremi e loro controllo – 1993;
- L. Da Deppo, C. Datei – “Fognature” – Edizioni Progetto Padova – 1997;
- S. Artina et al. – “Sistemi di Fognatura” – Centro Studi Deflussi Urbani – Hoepli – 1997;
- V. Ferro – “La sistemazione dei bacini idrografici” - McGraw-Hill – 2002;
- C. Ciaponi, S. Papiri, U. Sanfilippo, S. Todeschini – “Acque di prima Pioggia – Manuale di Progettazione” – CSDU/ Hoepli – 2014;
- VAPI – “Progetto Speciale per la Valutazione delle Piene in Italia”;
- “Annali idrologici” pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN);

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 100 anni per la piattaforma ferroviaria (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti partendo dall'analisi idrologica riportata nella relativa relazione idrologica.

Poiché il tratto oggetto di intervento si intende per una grande porzione di territorio dove si incontrano diverse leggi di pioggia si è deciso di suddividere il lotto 3B in due zone di influenza dove, a favore di sicurezza si avranno le leggi di seguito riportate con riferimento alle progressive dell'asse ferroviario:

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 100 anni i valori assunti per a ed n sono pari a:

$$a = 70.905$$

$$n = 0.386$$

per il tratto da inizio lotto al km 36+500

e pari a:

$$a = 82.739$$

$$n = 0.386$$

per il tratto da pk 36+500 a fine lotto.

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.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 “ ϕ ” 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; Φ 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.

$$p = \phi \cdot I \cdot A$$

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 ω :

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)												
Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30 D 78</td> <td>RH</td> <td>ID0002 002</td> <td>B</td> <td>10 di 49</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30 D 78	RH	ID0002 002	B	10 di 49
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30 D 78	RH	ID0002 002	B	10 di 49								

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

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:

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

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:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 τ 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, φ è il coefficiente di afflusso, w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in [m³/m²], 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 le superfici impermeabili (piattaforma ferroviaria, piazzali);
- $\varphi = 0.6$, per le superfici esterne semipermeabili (scarpate e rilevati).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

- $\varphi = 0.4$, per le superfici esterne permeabili (aree esterne vegetate).

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 [m³/ha] per le superfici dotate di pavimentazione impermeabile e di 50 [m³/ha] su terreni vegetati.

4.2 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.0$ (Figura 3).

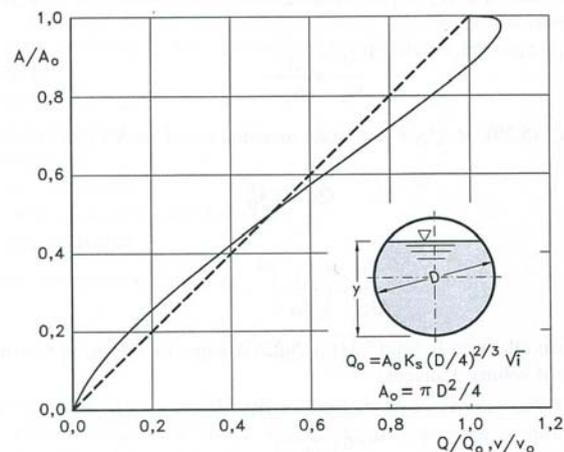


Figura 3 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

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:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_2} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione $h = a r^n$, per una prefissata intensità $j = a r^{n-1}$, 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 ε :

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 ε , e allo stato della superficie scolante (φ), 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:

$$z = Q/p$$

integrata tra t_1 e q_1 , 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 α 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 α .

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 :

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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

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

Esprimendo [a]= metri · giorni-n e [v₀]= 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 delle canalette di drenaggio e dei fossi di guardia per la raccolta delle acque di piattaforma ferroviaria 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 (tr = tp).

Note la pendenza e le dimensioni dei fossi di guardia, delle canalette di drenaggio 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:

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria $W_p = 0.003$ m;

Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne $W_{ae} = 0.005$ m;

Coefficiente di afflusso per le superfici impermeabili (piattaforma ferroviaria, piazzali) $\varphi_p = 0.9$;

Coefficiente di afflusso per i rilevati e le trincee $\varphi_{ae} = 0.6$;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne $\varphi_{ae} = 0.4$;

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

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

Larghezza piattaforma in trincea/rilevato $L =$ variabile;

Larghezza area del rilevato $L =$ variabile;

Lunghezza area esterna a monte della viabilità $L=$ 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 [s /m^{1/3}];

A – area bagnata [m²];

R_h – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B	FOGLIO 18 di 49

Noto 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.

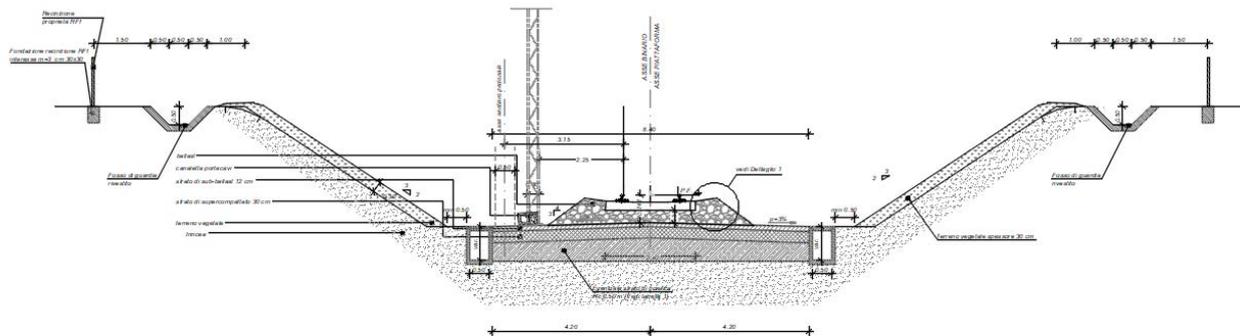
Nella tabella seguente si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio in progetto.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B	FOGLIO 19 di 49

5 ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA

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

- per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;
- nei tratti in rilevato (fig.4) le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici;
- nei tratti in trincea (fig.5-6), i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella cunetta rettangolare di piattaforma sotto passando il manufatto della canaletta porta-cavi. Nel passaggio tra scavo e rilevato i flussi d'acqua hanno poi esito esternamente nel fosso di guardia;
- fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in cls previsti al piede del rilevato con sezione ferroviaria in rilevato e sopra la trincea nel caso di sezione in scavo.



Pianta per sezione tipo a singolo binario in trincea - $H_{tr} \leq 6,00$ m

Scala 1:50

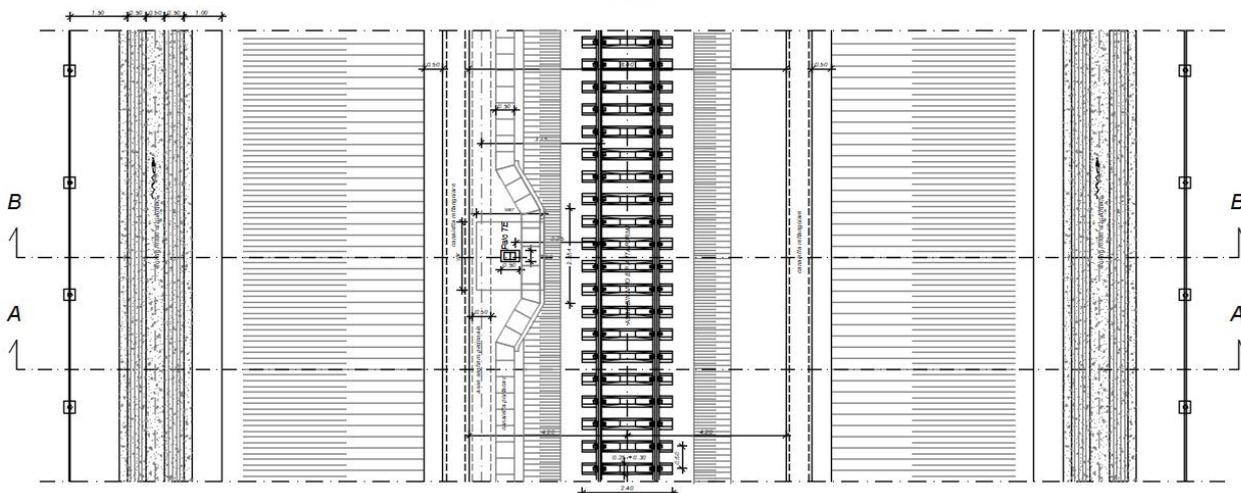


Figura 5 – Sezione ferroviaria in trincea a singola linea

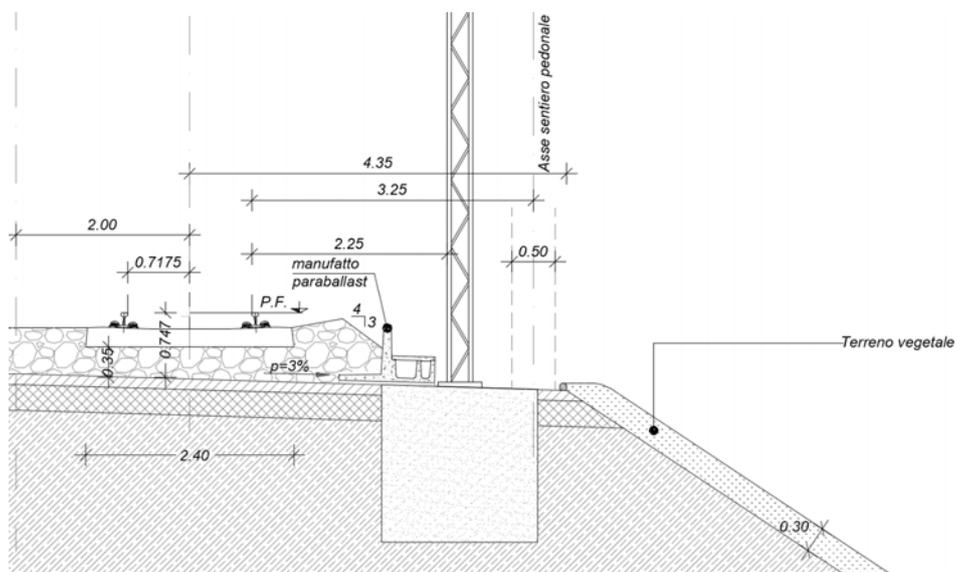


Figura 6 – Sezione ferroviaria in rilevato - dettaglio

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 ferroviario e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la linea ferroviaria 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 come riassunto nella tabella seguente:

	b	d	α
F 50x50	0.5	0.5	45
F 60x60	0.6	0.6	45
F 80x80	0.8	0.8	45

5.2 Embrici

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato, è concentrato in appositi elementi in cls (embrici) per preservare lo stato d'arte dell'infrastruttura.

Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento sul sub-ballast 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:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

$g = 9.81 - [m/s^2]$ (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 ferroviaria 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 – $[m^3/s]$;

$\varphi =$ 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 63 $[m^2]$ (15 $[m]$ x 4.2 $[m]$);

$\tau_c =$ 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 100 $[anni]$ della zona maggiormente sollecitata dal punto di vista idrologico ($a = 82.739 [mm/h]$ – $n = 0.386$). Si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 6.0 $[l/s]$ per $T_r = 100 [anni]$, 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.

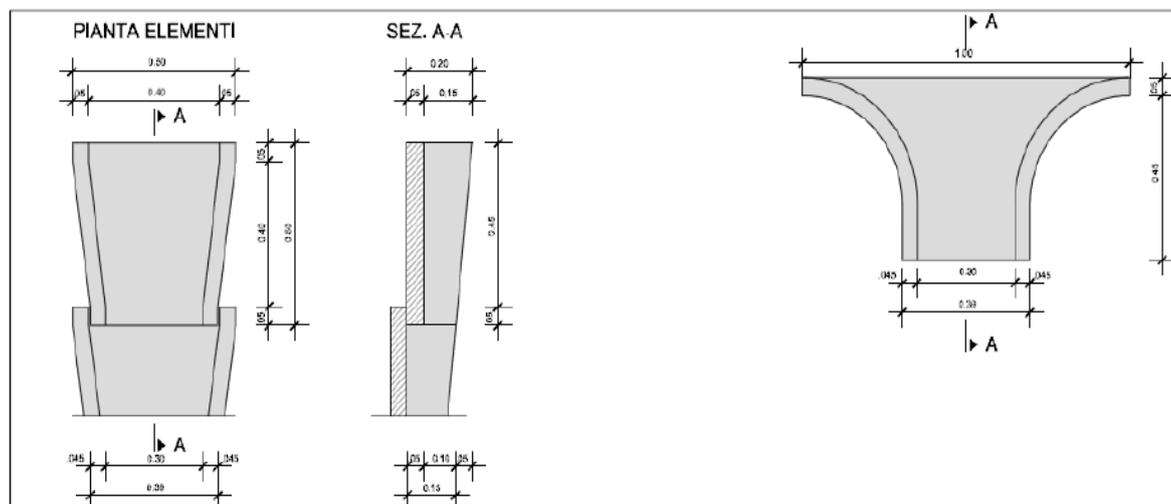


Figura 7 – Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione

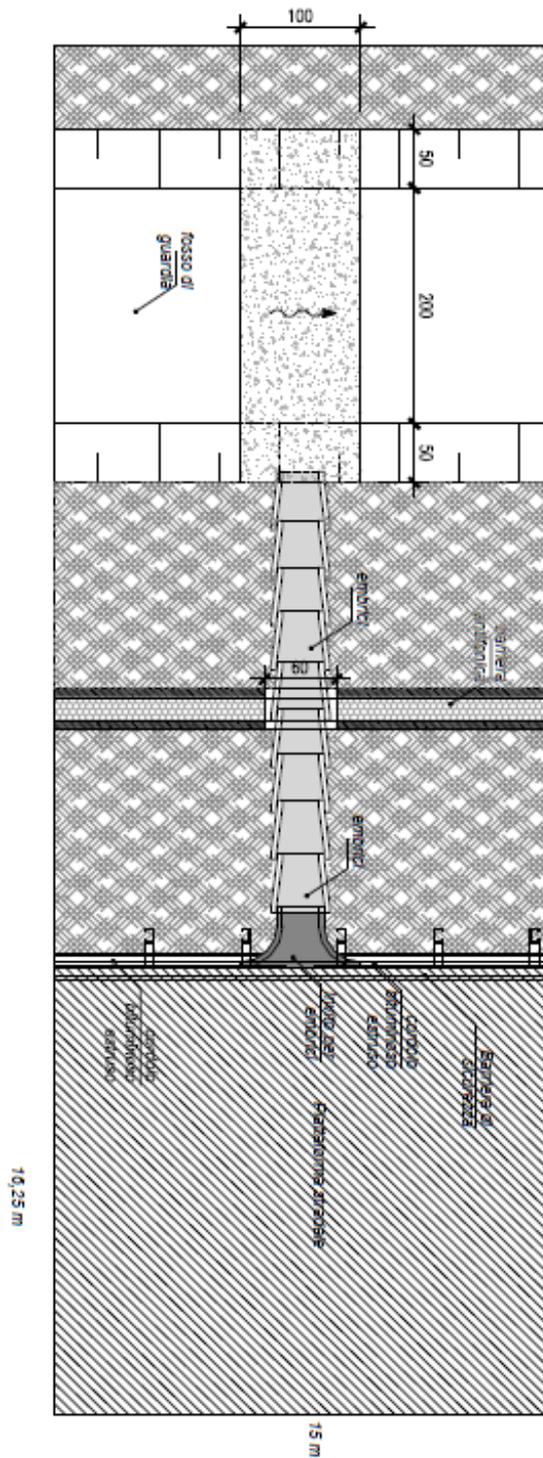


Figura 8 – Dettaglio planimetrico degli embrici

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA BOCCHETTONI GRIGLIATI IMPALCATI

Sui viadotti sono previste delle caditoie ogni 15 [m], dotate di griglia in ghisa sferoidale classe D400, ad imbuto al fine di incrementare la capacità di scarico della portata in arrivo. Le tubazioni di calata sono costituite da collettori in acciaio inox dal diametro nominale pari a DN = 200 [mm].

La portata afferente al singolo bocchettone è stata calcolata utilizzando il metodo cinematico e considerando una superficie scolante pari a 5 [m] di larghezza per i 15 [m] d'interasse tra i bocchettoni, un tempo di corrivazione calcolato considerando un tempo di corrivazione pari a 5.0 minuti per una larghezza di piattaforma pari a 5 [m] e assumendo gli altri parametri utilizzati in precedenza per il calcolo della portata nella cunetta. In questo modo è stata individuata una portata pari a 7.1 l/s.

La portata smaltita dal pluviale (discendente) è stata calcolata considerando un funzionamento sotto battente che tiene conto del raccordo ad imbuto tra la caditoia grigliata e la condotta di scarico (rappresentato nella seguente figura) mediante la relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con} \quad h = h_s \cdot \left(\frac{D_s}{D}\right)^4 \cdot \left(\frac{C_{q1}}{C_{q2}}\right)^2$$

Nella quale:

C_{q1} = Coefficiente di portata assunto pari a 0.61 [-];

C_{q2} = Coefficiente di portata assunto pari a 1.0 [-];

A = Area dell'imbocco circolare della condotta di scarico DN200 espressa in [m²];

D = Diametro della condotta di scarico, pari a 0.2 [m];

D_s = Diametro dell'imbocco, supposta pari a 0.3 [m];

h_s = Carico sull'imbocco [m];

h = Carico sulla condotta di scarico [m].

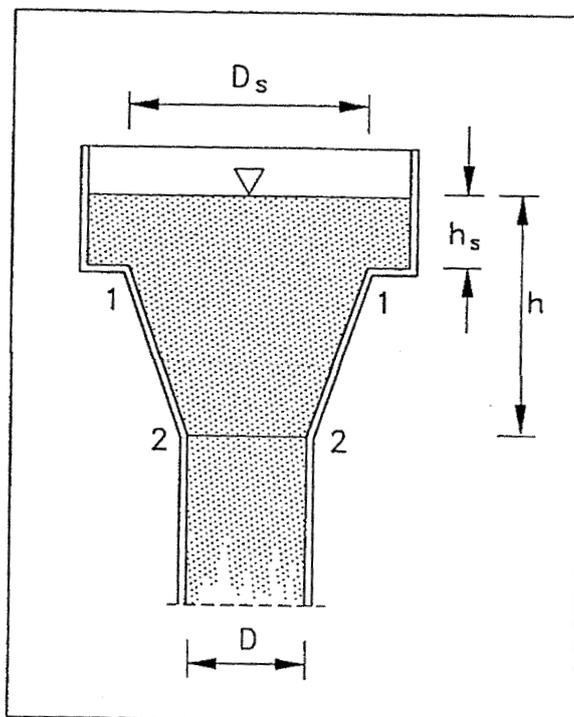


Figura 9 – Raccordo tra la caditoia grigliata e la condotta di scarico

Si è calcolato che per smaltire una portata di 7.1 [l/s] è necessario un carico sull'imbocco pari ad almeno 20 [cm] ed una lunghezza raccordo tra l'imbocco dello scarico, di diametro pari a 30 [cm], e la condotta DN200, di almeno 18 [cm].

Si prevede dunque di utilizzare delle caditoie grigliate che consentano un carico sull'imbocco di almeno 20 [cm] e che abbiano uno scarico "ad imbuto" (con un passaggio da un'apertura circolare di diametro pari a 30 [cm] ad una condotta circolare DN250 per favorire il deflusso (scarico).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

6.1 Cunette di piattaforma

La verifica idraulica delle cunette rettangolari di piattaforma è stata effettuata in modo simile ai fossi di guardia, considerando per il calcolo a moto uniforme punti di chiusura idraulicamente significativi, sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia.

La massima portata afferente è stata calcolata in funzione dello sviluppo e larghezza della semipiattaforma ferroviaria, inserendo inoltre l'altezza della scarpata in scavo.

La tipologia di cunetta di piattaforma adottata è quella di sezione rettangolare in cls di base costante pari a 50 cm o 70 cm ed altezza variabile da 50 a 70 cm con copertura eventualmente asolata.

Tipo	Base (m)	Altezza (m)
R 50x50	0.5	0.5
R 50x70	0.5	0.7
R 70x70	0.7	0.7

Tabella 2 – Dimensioni canalette.

Le verifiche attestano l' idoneità del dimensionamento dei fossi di guardia e delle cunette di piattaforma proposti, poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nelle sezioni idrauliche con un grado di riempimento massimo non superiore al 80% per i fossi di guardia e 70% per canalette e tubazioni con DN≥500mm mentre non superiore al 50% per tubazioni con DN<500mm.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)

Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma
ferroviaria - Lotto 3B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	RH	ID0002 002	B	29 di 49

7 VERIFICA ELEMENTI

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	19670	20000	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.149	0.000	0.660	0.149	0.000	0.660	0.809	40.43	330	0.0071	40.52	80.94	0.010
	20000	20230	sx	80.94	0.149	0.000	0.660	0.104	0.230	0.460	0.252	0.230	1.120	1.602	75.50	230	0.0143	31.87	188.31	0.012
	19670	20460	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.711	0.790	0.790	0.711	0.790	0.790	2.291	98.75	790	0.0127	196.60	295.35	0.013
	20250	20460	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.095	0.000	0.420	0.095	0.000	0.420	0.515	25.73	210	0.0097	19.27	44.99	0.009
	20475	20885	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.185	0.000	0.820	0.185	0.000	0.820	1.005	50.23	410	0.0121	49.12	99.35	0.010
	20475	20885	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.369	0.410	0.205	0.369	0.410	0.205	0.984	41.00	410	0.0126	72.22	113.22	0.012
	20890	21200	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.279	0.310	0.155	0.279	0.310	0.155	0.744	31.00	310	0.0146	47.06	78.06	0.010
	20890	21250	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.162	0.000	0.720	0.162	0.000	0.720	0.882	44.10	360	0.0126	40.17	84.27	0.010
	21200	21425	dx	84.27	0.162	0.000	0.720	0.203	0.338	0.450	0.365	0.338	1.170	1.872	86.85	225	0.0102	44.35	215.47	0.012
	22049	22145	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.043	0.048	0.000	0.043	0.048	0.000	0.091	3.60	96	0.0036	6.18	9.78	0.011

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	22145	22350	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.092	0.103	0.000	0.092	0.103	0.000	0.195	7.69	205	0.0008	24.33	32.02	0.016
	22050	22215	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.074	0.165	0.330	0.074	0.165	0.330	0.569	25.16	165	0.0221	16.82	41.99	0.007
	22220	22420	dx	32.02	0.092	0.103	0.000	0.090	0.200	0.400	0.182	0.303	0.400	0.885	38.19	200	0.0159	24.28	94.49	0.011
	22420	22440	dx	94.49	0.182	0.303	0.400	0.000	0.000	0.000	0.182	0.303	0.400	0.885	38.19	20	0.0050	2.39	135.06	0.015
	22400	22440	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.90	40	0.0050	0.91	1.81	0.010
	22400	22440	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.90	40	0.0050	0.91	1.81	0.010
	23250	23180	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.032	0.035	0.210	0.032	0.035	0.210	0.277	13.13	70	0.1320	2.69	15.81	0.006
	23250	23190	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.027	0.030	0.030	0.027	0.030	0.030	0.087	3.75	60	0.1692	1.47	5.22	0.006
	23280	23225	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.028	0.000	0.025	0.028	0.000	0.052	2.06	55	0.0020	3.19	5.25	0.010
	23280	23225	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.028	0.000	0.025	0.028	0.000	0.052	2.06	55	0.0020	3.19	5.25	0.010
0	23250	23300	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.023	0.025	0.025	0.023	0.025	0.025	0.073	3.13	50	0.1770	1.10	4.23	0.006

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
LS	30	337	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.138	0.154	1.842	0.138	0.154	1.842	2.134	103.61	307	0.0145	64.95	168.56	0.008
LS trincea	20	175	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.070	0.078	0.000	0.070	0.078	0.000	0.147	5.81	155	0.0100	9.88	15.69	0.011
LS trincea	25	115	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000	0.041	2.03	90	0.0100	2.92	4.94	0.012
	24260	24465	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.133	0.103	0.205	0.133	0.103	0.205	0.441	19.99	205	0.0139	20.48	40.47	0.009
	24465	24530	sx	40.47	0.133	0.103	0.205	0.042	0.033	0.130	0.176	0.135	0.335	0.646	29.58	65	0.0029	9.97	80.01	0.012
	24305	24530	dx	4.94	0.041	0.000	0.000	0.248	0.225	0.000	0.288	0.225	0.000	0.513	21.15	225	0.0092	34.60	60.69	0.012
	24540	24690	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.165	0.150	0.000	0.165	0.150	0.000	0.315	12.75	150	0.0123	17.88	30.63	0.010
	24565	24690	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.188	0.081	0.000	0.188	0.269	13.44	125	0.0057	10.54	23.98	0.009
	24691	24870	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.116	0.179	0.179	0.116	0.179	0.179	0.474	20.14	179	0.0103	21.72	41.85	0.009
	24691	24870	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.197	0.179	0.000	0.197	0.179	0.000	0.376	15.22	179	0.0070	25.90	41.12	0.011

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	25024	24870	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.169	0.000	0.000	0.169	0.000	0.000	0.169	8.47	154	0.0026	16.99	25.46	0.015
	24870	24870	dx-sx	108.43	0.483	0.358	0.179	0.000	0.000	0.000	0.483	0.358	0.179	1.020	43.82	10	0.0500	0.88	153.14	0.015
	24870	25024	sx	153.14	0.483	0.358	0.179	0.100	0.000	0.154	0.583	0.358	0.333	1.274	56.53	154	0.0009	49.43	259.10	0.020
	25024	25290	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.293	0.000	0.000	0.293	0.000	0.000	0.293	14.63	266	0.0068	30.15	44.78	0.015
	25032	25130	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.064	0.000	0.196	0.064	0.000	0.196	0.260	12.99	98	0.0041	8.81	21.80	0.008
	25140	25290	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.098	0.000	0.300	0.098	0.000	0.300	0.398	19.88	150	0.0075	14.30	34.18	0.009
LS	350	490	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.063	0.070	0.700	0.063	0.070	0.700	0.833	40.25	140	0.0132	18.31	58.56	0.007
LS	500	740	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.108	0.000	1.200	0.108	0.000	1.200	1.308	65.40	240	0.0088	40.53	105.93	0.008
LS	830	740	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.180	0.041	0.000	0.180	0.221	11.03	90	0.0011	9.25	20.28	0.009
LS	840	1100	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.117	0.000	0.520	0.117	0.000	0.520	0.637	31.85	260	0.0046	31.54	63.39	0.010
LS	1105	1160	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.110	0.025	0.000	0.110	0.135	6.74	55	0.0044	3.17	9.90	0.007

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
LS	1160	1205	dx	9.90	0.025	0.000	0.110	0.020	0.000	0.090	0.045	0.000	0.200	0.245	12.25	45	0.0204	1.74	23.90	0.010
LS	1210	1350	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.063	0.000	0.420	0.063	0.000	0.420	0.483	24.15	140	0.0030	17.45	41.60	0.009
	25300	25400	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.065	0.000	0.200	0.065	0.000	0.200	0.265	13.25	100	0.0097	7.32	20.57	0.008
	25410	25520	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.072	0.110	0.220	0.072	0.110	0.220	0.402	17.88	110	0.0088	12.60	30.47	0.008
	25520	25550	sx	30.47	0.072	0.110	0.220	0.020	0.030	0.060	0.091	0.140	0.280	0.511	22.75	30	0.0100	2.54	55.76	0.011
	25300	25400	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.100	0.200	0.000	0.100	0.300	15.00	100	0.0230	10.23	25.23	0.008
	25410	25550	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.280	0.000	0.140	0.280	0.000	0.140	0.420	21.00	140	0.0054	23.56	44.56	0.011
	25610	25685	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.075	0.056	0.000	0.075	0.131	6.56	75	0.0199	3.56	10.12	0.008
	25690	25890	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.150	0.000	0.200	0.150	0.000	0.200	0.350	17.50	200	0.0076	18.85	36.35	0.010
	25610	25685	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.056	0.075	0.450	0.056	0.075	0.450	0.581	27.56	75	0.0064	11.27	38.83	0.007
	25690	25890	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.150	0.300	1.400	0.150	0.300	1.400	1.850	86.50	200	0.0080	54.87	141.37	0.008

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	25900	26085	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.139	0.000	0.185	0.139	0.000	0.185	0.324	16.19	185	0.0036	19.98	36.17	0.011
	25900	26085	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.139	0.278	1.295	0.139	0.278	1.295	1.711	80.01	185	0.0022	67.08	147.10	0.009
	26090	26170	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.080	0.060	0.000	0.080	0.140	7.00	80	0.0182	4.00	11.00	0.008
	26170	26300	sx	11.00	0.060	0.000	0.080	0.130	0.195	0.260	0.190	0.195	0.340	0.725	32.35	130	0.0095	21.18	64.52	0.009
	26090	26300	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.158	0.315	2.100	0.158	0.315	2.100	2.573	122.33	210	0.0016	104.65	226.98	0.009
	26305	26480	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.131	0.263	1.750	0.131	0.263	1.750	2.144	101.94	175	0.0147	45.12	147.06	0.007
	26305	26475	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.170	0.340	0.340	0.170	0.340	0.340	0.850	35.70	170	0.0099	33.43	69.13	0.008
	26810	26860	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	1.13	50	0.0065	1.18	2.31	0.010
	26810	26860	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	1.13	50	0.0065	1.18	2.31	0.010
	27780	27810	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.68	30	0.0020	0.74	1.41	0.010
	27780	27810	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.68	30	0.0020	0.74	1.41	0.010

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	28085	28030	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.220	0.025	0.000	0.220	0.245	12.24	55	0.0027	5.06	17.30	0.007
	28030	27940	sx	17.30	0.025	0.000	0.220	0.041	0.090	0.360	0.065	0.090	0.580	0.735	34.96	90	0.0577	5.95	58.21	0.008
	34640	34730	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.450	0.000	0.000	0.450	0.450	22.50	90	0.2222	2.95	25.45	0.006
	34860	34765	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.043	0.000	0.190	0.043	0.000	0.190	0.233	11.64	95	0.2116	2.67	14.31	0.006
	34860	34765	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.043	0.000	0.190	0.043	0.000	0.190	0.233	11.64	95	0.2129	2.67	14.30	0.006
	35060	35170	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.011	0.220	0.050	0.011	0.220	0.281	13.81	110	0.1837	3.67	17.47	0.006
	35160	35165	dx	17.47	0.050	0.011	0.220	0.000	0.000	0.000	0.050	0.011	0.220	0.281	13.81	5	0.0100	0.20	31.48	0.011
	35060	35175	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.052	0.012	0.230	0.052	0.012	0.230	0.293	14.43	115	0.1760	3.97	18.40	0.006
	35160	35165	sx	18.40	0.052	0.012	0.230	0.000	0.000	0.000	0.052	0.012	0.230	0.293	14.43	5	0.0100	0.21	33.05	0.011
	35250	35180	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.032	0.007	0.070	0.032	0.007	0.070	0.109	5.29	70	0.2266	1.44	6.72	0.006
	37100	37050	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.250	0.000	0.000	1.250	1.250	62.50	50	0.1000	4.67	67.17	0.005

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	37400	37450	sx	64.81	0.000	0.000	1.000	0.023	0.025	0.100	0.023	0.025	1.100	1.148	56.88	50	0.1300	2.55	124.24	0.011
	37440	37455	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.007	0.008	0.075	0.007	0.008	0.075	0.089	4.31	15	0.2000	0.31	4.63	0.005
	37980	38020	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.90	40	0.0070	1.01	1.91	0.011
	37980	38020	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.018	0.90	40	0.0070	1.01	1.91	0.011
	38020	38020	0	3.82	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.036	1.80	0	0.0070	0.00	5.62	0.016
	38190	38100	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.041	0.180	0.000	0.041	0.180	0.000	0.221	7.43	90	0.1033	6.50	13.93	0.006
	38130	38990	dx	13.93	0.041	0.180	0.000	0.387	1.290	0.000	0.428	1.470	0.000	1.898	65.48	860	0.0048	268.78	348.18	0.018
	39170	39280	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.220	0.000	0.050	0.220	0.000	0.270	9.08	110	0.0558	9.99	19.07	0.007
	39170	39280	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.110	0.660	0.050	0.110	0.660	0.820	38.78	110	0.0519	13.18	51.95	0.006
	39385	39289	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.043	0.144	0.192	0.043	0.144	0.192	0.379	16.08	96	0.1000	7.26	23.34	0.006
	39400	39289	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.111	0.000	0.050	0.111	0.000	0.161	5.83	111	0.0817	6.35	12.18	0.008

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	39435	39335	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.045	0.050	0.000	0.045	0.050	0.000	0.095	3.75	100	0.0012	9.62	13.37	0.014
	39400	39500	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.045	0.150	0.000	0.045	0.150	0.000	0.195	6.75	100	0.0963	6.52	13.27	0.007
	40363	40052	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.202	0.000	0.156	0.202	0.000	0.156	0.358	17.88	311	0.0053	36.08	53.96	0.015
	40052	40010	sx	53.96	0.202	0.000	0.156	0.027	0.000	0.021	0.229	0.000	0.177	0.406	20.30	42	0.0119	3.12	77.38	0.019
	40300	40010	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.290	0.580	1.160	0.290	0.580	1.160	2.030	89.90	290	0.0107	100.66	190.56	0.009
	40363	40424	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.031	0.040	0.000	0.031	0.070	3.51	61	0.0172	2.70	6.21	0.009
	40830	40424	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.183	0.487	0.812	0.183	0.487	0.812	1.482	64.35	406	0.0182	84.13	148.48	0.010
	41020	40424	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.268	0.298	0.596	0.268	0.298	0.596	1.162	52.15	596	0.0186	91.99	144.14	0.012
	41020	41080	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.027	0.030	0.120	0.027	0.030	0.120	0.177	8.25	60	0.1545	2.25	10.50	0.006
	41025	40424	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.270	0.902	1.202	0.270	0.902	1.202	2.374	100.67	601	0.0233	152.50	253.17	0.011
	41025	41080	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.083	0.110	0.025	0.083	0.110	0.217	9.21	55	0.0807	3.28	12.50	0.006

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	41080	41100	dx	22.99	0.052	0.113	0.230	0.000	0.000	0.040	0.052	0.113	0.270	0.434	19.46	20	0.0135	1.77	44.23	0.010
	41100	41100	dx	44.23	0.052	0.113	0.270	0.000	0.000	0.000	0.052	0.113	0.270	0.434	19.46	10	0.0100	0.57	64.26	0.015
	41275	41300	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.56	25	0.0150	0.43	0.99	0.009
	41275	41300	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.56	25	0.0150	0.43	0.99	0.009
	41650	41625	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.56	25	0.0150	0.43	0.99	0.009
	41650	41625	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.56	25	0.0150	0.43	0.99	0.009
	43825	43881	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.056	0.168	0.025	0.056	0.168	0.249	11.34	56	0.0709	3.30	14.64	0.006
	43825	43881	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.025	0.056	0.168	0.025	0.056	0.168	0.249	11.34	56	0.0762	3.23	14.57	0.006
	44224	44145	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.036	0.040	0.237	0.036	0.040	0.237	0.312	14.81	79	0.0444	5.45	20.26	0.006
	44176	44145	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.062	0.016	0.031	0.062	0.016	0.031	0.109	5.12	31	0.0968	1.66	6.78	0.006
	44145	recapito	dx	27.04	0.098	0.055	0.268	0.000	0.000	0.300	0.098	0.055	0.568	0.721	34.93	150	0.0100	17.44	79.41	0.011

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIARIA	Sup RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA	Superficie RILEVATI/TRINCEE	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIARIA - TOTALE	Superficie RILEVATI/TRINCEE - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
	46330	46430	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.045	0.150	0.100	0.045	0.150	0.100	0.295	11.75	100	0.0551	8.16	19.91	0.007
	46350	46430	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.036	0.120	0.080	0.036	0.120	0.080	0.236	9.40	80	0.0525	5.93	15.33	0.006
	46540	46480	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.030	1.50	60	0.0020	2.91	4.41	0.015
	46540	46480	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.030	1.50	60	0.0020	2.91	4.41	0.015
	46550	46430	sx	4.41	0.030	0.000	0.000	0.054	0.120	0.120	0.084	0.120	0.120	0.324	13.80	120	0.0500	9.14	27.35	0.008
	46550	46430	dx	4.41	0.030	0.000	0.000	0.054	0.120	0.480	0.084	0.120	0.480	0.684	31.80	120	0.0500	12.95	49.16	0.007

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE - CALTANISSETTA (LOTTO 3B)					
	Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma ferroviaria - Lotto 3B	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA RH	DOCUMENTO ID0002 002	REV. B

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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	19670	20000	sx	0.0709	0.386	212.5	0.172	R 50x50	1.40	0.25	49%	0.90	0.00
	20000	20230	sx	0.0709	0.386	178.4	0.286	F 50x50	2.06	0.20	40%	1.48	0.00
	19670	20460	dx	0.0709	0.386	263.4	0.603	F 50x50	2.42	0.31	62%	1.40	0.00
	20250	20460	sx	0.0709	0.386	263.5	0.136	R 50x50	1.48	0.18	37%	1.10	0.00
	20475	20885	sx	0.0709	0.386	216.6	0.218	R 50x50	1.82	0.24	48%	1.18	0.00
	20475	20885	dx	0.0709	0.386	380.5	0.374	F 50x50	2.13	0.24	48%	1.39	0.00
	20890	21200	dx	0.0709	0.386	440.7	0.328	F 50x50	2.16	0.21	43%	1.49	0.00
	20890	21250	sx	0.0709	0.386	228.9	0.202	R 50x50	1.81	0.22	45%	1.22	0.00
	21200	21425	dx	0.0709	0.386	210.0	0.393	F 50x50	1.99	0.26	52%	1.25	0.00
	22049	22145	sx	0.0709	0.386	552.5	0.050	R 50x50	0.78	0.13	26%	0.70	0.00
	22145	22350	sx	0.0709	0.386	280.2	0.055	R 50x50	0.46	0.24	47%	0.30	0.00
	22050	22215	dx	0.0709	0.386	405.4	0.231	F 50x50	2.26	0.16	31%	1.83	0.00

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	22220	22420	dx	0.0709	0.386	282.7	0.250	F 50x50	2.06	0.18	36%	1.56	0.00
	22420	22440	dx	0.0709	0.386	160.1	0.142	DN1000	1.19	0.21	21%	0.83	0.00
	22400	22440	dx	0.0709	0.386	1010.4	0.018	DN315	0.80	0.10	33%	0.79	0.00
	22400	22440	sx	0.0709	0.386	1010.4	0.018	DN315	0.80	0.10	33%	0.79	0.00
	23250	23180	dx	0.0709	0.386	492.1	0.136	F 50x50	3.54	0.07	14%	4.35	0.00
	23250	23190	sx	0.0709	0.386	890.2	0.077	F 50x50	3.17	0.04	9%	4.78	0.00
	23280	23225	dx	0.0709	0.386	613.1	0.032	R 50x50	0.55	0.12	23%	0.52	0.00
	23280	23225	sx	0.0709	0.386	613.1	0.032	R 50x50	0.55	0.12	23%	0.52	0.00
	23250	23300	sx	0.0709	0.386	930.8	0.067	F 50x50	3.06	0.04	8%	4.84	0.00
LS	30	337	dx	0.0709	0.386	241.4	0.515	F 50x50	2.43	0.27	55%	1.49	0.00
LS trincea	20	175	dx	0.0709	0.386	558.3	0.082	R 50x50	1.29	0.13	26%	1.15	0.00
LS trincea	25	115	sx	0.0709	0.386	742.0	0.030	R 50x50	0.93	0.06	13%	1.16	0.00
	24260	24465	sx	0.0709	0.386	403.9	0.178	F 50x50	1.78	0.15	31%	1.45	0.00

				Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					
	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	Materiale
				m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	24465	24530	sx	0.0709	0.386	229.6	0.148	R 50x50	0.97	0.31	61%	0.56	0.00
	24305	24530	dx	0.0709	0.386	517.6	0.266	F 50x50	1.73	0.22	43%	1.19	0.00
	24540	24690	dx	0.0709	0.386	680.6	0.214	F 50x50	1.80	0.18	35%	1.37	0.00
	24565	24690	sx	0.0709	0.386	342.8	0.092	R 50x50	1.09	0.17	34%	0.85	0.00
	24691	24870	sx	0.0709	0.386	431.2	0.205	R 50x50	1.69	0.24	49%	1.09	0.00
	24691	24870	dx	0.0709	0.386	564.3	0.212	F 50x50	1.47	0.21	41%	1.03	0.00
	25024	24870	dx	0.0709	0.386	532.6	0.090	R 50x50	0.82	0.22	44%	0.56	0.00
	24870	24870	dx-sx	0.0709	0.386	285.3	0.291	DN1000	3.31	0.17	17%	2.57	0.00
	24870	25024	sx	0.0709	0.386	162.3	0.207	R 50x100	0.64	0.64	64%	0.26	0.00
	25024	25290	dx	0.0709	0.386	517.6	0.151	R 50x50	1.34	0.23	45%	0.90	0.00
	25032	25130	sx	0.0709	0.386	329.1	0.085	R 50x50	0.95	0.18	36%	0.72	0.00
	25140	25290	sx	0.0709	0.386	316.8	0.126	R 50x50	1.32	0.19	38%	0.97	0.00
LS	350	490	dx	0.0709	0.386	304.1	0.253	F 50x50	1.94	0.19	38%	1.42	0.00
LS	500	740	dx	0.0709	0.386	224.8	0.294	F 50x50	1.74	0.23	46%	1.16	0.00

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
LS	830	740	dx	0.0709	0.386	243.2	0.054	R 50x50	0.52	0.21	41%	0.37	0.00
LS	840	1100	dx	0.0709	0.386	214.5	0.137	R 50x50	1.13	0.24	49%	0.73	0.00
LS	1105	1160	dx	0.0709	0.386	347.4	0.047	R 50x50	0.81	0.12	23%	0.77	0.00
LS	1160	1205	dx	0.0709	0.386	221.5	0.054	F 50x50	1.40	0.07	14%	1.71	0.00
LS	1210	1350	dx	0.0709	0.386	233.7	0.113	F 50x50	0.91	0.18	37%	0.68	0.00
	25300	25400	sx	0.0709	0.386	372.6	0.099	R 50x50	1.35	0.15	29%	1.12	0.00
	25410	25520	sx	0.0709	0.386	428.2	0.172	F 50x50	1.50	0.17	34%	1.16	0.00
	25520	25550	sx	0.0709	0.386	240.3	0.123	R 50x50	1.45	0.17	34%	1.13	0.00
	25300	25400	dx	0.0709	0.386	789.1	0.237	F 50x50	2.31	0.16	31%	1.87	0.00
	25410	25550	dx	0.0709	0.386	545.2	0.229	F 50x50	1.36	0.23	46%	0.90	0.00
	25610	25685	sx	0.0709	0.386	572.7	0.075	R 50x50	1.58	0.09	19%	1.64	0.00
	25690	25890	sx	0.0709	0.386	356.6	0.125	R 50x50	1.32	0.19	38%	0.97	0.00
	25610	25685	dx	0.0709	0.386	367.9	0.214	F 50x50	1.42	0.21	42%	0.99	0.00
	25690	25890	dx	0.0709	0.386	295.0	0.546	F 50x50	1.99	0.33	66%	1.10	0.00

Relazione idraulica Smaltimento Acque di piattaforma
ferroviaria - Lotto 3B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	RH	ID0002 002	B	45 di 49

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	25900	26085	sx	0.0709	0.386	317.4	0.103	R 50x50	0.95	0.22	43%	0.65	0.00
	25900	26085	dx	0.0709	0.386	244.7	0.419	F 50x50	1.15	0.40	80%	0.58	0.00
	26090	26170	sx	0.0709	0.386	555.9	0.078	R 50x50	1.56	0.10	20%	1.57	0.00
	26170	26300	sx	0.0709	0.386	401.3	0.291	F 50x50	1.79	0.22	45%	1.20	0.00
	26090	26300	dx	0.0709	0.386	212.4	0.546	F 60x60	1.10	0.47	78%	0.51	0.00
	26305	26480	dx	0.0709	0.386	317.0	0.680	F 50x50	2.64	0.32	63%	1.50	0.00
	26305	26475	sx	0.0709	0.386	453.3	0.385	F 50x50	1.96	0.26	52%	1.23	0.00
	26810	26860	dx	0.0709	0.386	976.7	0.022	DN315	0.93	0.11	34%	0.90	0.00
	26810	26860	sx	0.0709	0.386	976.7	0.022	DN315	0.93	0.11	34%	0.90	0.00
	27780	27810	dx	0.0709	0.386	948.6	0.013	DN315	0.52	0.11	35%	0.50	0.00
	27780	27810	sx	0.0709	0.386	948.6	0.013	DN315	0.52	0.11	35%	0.50	0.00
	28085	28030	sx	0.0709	0.386	294.6	0.072	R 50x50	0.78	0.18	37%	0.58	0.00
	28030	27940	sx	0.0709	0.386	272.7	0.200	F 50x50	3.03	0.11	22%	2.94	0.00
	34640	34730	dx	0.0709	0.386	308.6	0.139	F 50x50	4.24	0.06	12%	5.59	0.00

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	34860	34765	dx	0.0709	0.386	461.5	0.107	F 50x50	3.82	0.05	10%	5.40	0.00
	34860	34765	sx	0.0709	0.386	461.7	0.107	F 50x50	3.83	0.05	10%	5.42	0.00
	35060	35170	dx	0.0709	0.386	462.2	0.130	F 50x50	3.89	0.06	12%	5.09	0.00
	35160	35165	dx	0.0709	0.386	181.2	0.051	DN800	1.25	0.11	14%	1.21	0.00
	35060	35175	sx	0.0709	0.386	456.6	0.134	F 50x50	3.88	0.06	12%	4.99	0.00
	35160	35165	sx	0.0709	0.386	180.0	0.053	DN800	1.26	0.11	14%	1.21	0.00
	35250	35180	sx	0.0709	0.386	632.0	0.069	F 50x50	3.33	0.04	8%	5.45	0.00
	37100	37050	sx	0.0709	0.386	334.6	0.418	F 60x60	4.47	0.13	21%	3.99	0.00
	37400	37450	sx	0.0827	0.386	179.3	0.206	F 50x50	4.04	0.09	17%	4.38	0.00
	37440	37455	sx	0.0827	0.386	736.8	0.066	F 50x50	3.16	0.04	8%	5.12	0.00
	37980	38020	dx	0.0827	0.386	1382.7	0.025	DN315	0.99	0.11	36%	0.93	0.00
	37980	38020	sx	0.0827	0.386	1382.7	0.025	DN315	0.99	0.11	36%	0.93	0.00
	38020	38020	0	0.0827	0.386	748.1	0.027	DN400	0.99	0.11	27%	0.96	0.00
	38190	38100	sx	0.0827	0.386	1385.4	0.305	F 50x50	4.23	0.12	23%	3.94	0.00

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	38130	38990	dx	0.0827	0.386	266.8	0.506	F 50x50	1.62	0.36	72%	0.86	0.00
	39170	39280	sx	0.0827	0.386	1156.7	0.312	F 50x50	3.43	0.14	28%	2.91	0.00
	39170	39280	dx	0.0827	0.386	542.1	0.444	F 50x50	3.71	0.18	35%	2.81	0.00
	39385	39289	dx	0.0827	0.386	845.9	0.321	F 50x50	4.24	0.12	24%	3.88	0.00
	39400	39289	sx	0.0827	0.386	1202.7	0.194	F 50x50	3.38	0.10	19%	3.48	0.00
	39435	39335	sx	0.0827	0.386	535.3	0.051	R 50x50	0.53	0.19	38%	0.38	0.00
	39400	39500	sx	0.0827	0.386	1301.4	0.254	F 50x50	3.90	0.11	21%	3.80	0.00
	40363	40052	sx	0.0827	0.386	385.8	0.138	R 50x50	1.19	0.23	46%	0.79	0.00
	40052	40010	sx	0.0827	0.386	266.0	0.108	F 50x50	1.45	0.12	24%	1.34	0.00
	40300	40010	dx	0.0827	0.386	423.2	0.859	F 60x60	2.47	0.36	60%	1.31	0.00
	40363	40424	sx	0.0827	0.386	901.1	0.063	R 50x50	1.43	0.09	18%	1.53	0.00
	40830	40424	dx	0.0827	0.386	379.3	0.562	F 50x50	2.71	0.27	54%	1.67	0.00
	41020	40424	dx	0.0827	0.386	325.3	0.378	F 50x50	2.45	0.22	43%	1.68	0.00
	41020	41080	dx	0.0827	0.386	801.4	0.142	F 50x50	3.79	0.07	13%	4.70	0.00

	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 ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
	41025	40424	sx	0.0827	0.386	352.8	0.838	F 50x50	3.30	0.31	62%	1.89	0.00
	41025	41080	sx	0.0827	0.386	942.0	0.205	F 50x50	3.43	0.10	20%	3.47	0.00
	41080	41100	dx	0.0827	0.386	341.1	0.148	F 50x50	1.67	0.14	28%	1.43	0.00
	41100	41100	dx	0.0827	0.386	188.3	0.082	DN800	1.43	0.14	17%	1.24	0.00
	41275	41300	dx	0.0827	0.386	1868.8	0.021	DN315	1.24	0.09	27%	1.35	0.00
	41275	41300	sx	0.0827	0.386	1868.8	0.021	DN315	1.24	0.09	27%	1.35	0.00
	41650	41625	dx	0.0827	0.386	1868.8	0.021	DN315	1.24	0.09	27%	1.35	0.00
	41650	41625	sx	0.0827	0.386	1868.8	0.021	DN315	1.24	0.09	27%	1.35	0.00
	43825	43881	sx	0.0827	0.386	754.5	0.188	F 50x50	3.19	0.10	20%	3.25	0.00
	43825	43881	dx	0.0827	0.386	759.8	0.189	F 50x50	3.28	0.10	19%	3.37	0.00
	44224	44145	dx	0.0827	0.386	599.9	0.187	F 50x50	2.71	0.11	23%	2.58	0.00
	44176	44145	sx	0.0827	0.386	1764.5	0.191	F 50x50	3.57	0.09	18%	3.78	0.00
	44145	recapito	dx	0.0827	0.386	259.5	0.187	F 50x50	1.61	0.17	35%	1.24	0.00
	46330	46430	sx	0.0827	0.386	901.1	0.266	F 50x50	3.26	0.13	26%	2.89	0.00

				Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					
Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	Materiale	
			m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%			
46350	46430	dx	0.0827	0.386	957.7	0.226	F 50x50	3.05	0.12	24%	2.81	0.00	
46540	46480	sx	0.0827	0.386	822.6	0.025	R 50x70	0.51	0.10	14%	0.52	0.00	
46540	46480	dx	0.0827	0.386	822.6	0.025	R 50x70	0.51	0.10	14%	0.52	0.00	
46550	46430	sx	0.0827	0.386	707.0	0.229	F 50x50	3.01	0.12	24%	2.75	0.00	
46550	46430	dx	0.0827	0.386	550.2	0.376	F 50x50	3.49	0.16	33%	2.76	0.00	