

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

SCALA:

-

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

IF1W 00 D 29 RI ID0002 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A. Ingletti	Sett. 2018	F. Lasaponara	Sett. 2018	D. Aprea	Sett. 2018	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dipartimento Edilizia Arduini Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 16392 del 4/11/18
B	EMISSIONE ESECUTIVA	C. Volpini	Dic. 2018	F. Lasaponara	Dic. 2018	D. Aprea	Dic. 2018	

IF1W00D29RIID002002B

n. Elab.: 102

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	Riferimenti normativi	4
1.2	Inquadramento geografico	5
1.3	Configurazione di progetto	5
2	STUDIO IDROLOGICO	9
2.1	Regionalizzazione delle piogge intense	9
2.1.1	<i>Metodo di regionalizzazione secondo il progetto VA.PI.</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri</i>	<i>11</i>
2.1.3	<i>Piogge di massima intensità e breve durata</i>	<i>12</i>
2.1.4	<i>Leggi di probabilità pluviometrica</i>	<i>14</i>
2.2	Scelta dei tempi di ritorno	15
3	METODOLOGIA DI CALCOLO	16
3.1	Il metodo cinematico	16
3.1	Scale di deflusso	18
4	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE	20
5	DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA	20
5.1	Descrizione delle opere	20
1.1.1	<i>Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato</i>	<i>20</i>
1.1.2	<i>Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in trincea</i>	<i>21</i>
6	DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE	23
6.1	Descrizione delle opere	23
6.1.1	<i>Drenaggio acque di piattaforma stradale in rilevato</i>	<i>23</i>
6.1.2	<i>Drenaggio acque di piattaforma stradale in trincea</i>	<i>23</i>
6.1.3	<i>Drenaggio acque dei parcheggi e dei piazzali</i>	<i>23</i>
7	COMPONENTI DEL SISTEMA FERROVIARIO	24
7.1	Dimensionamento dell'interasse degli embrici	24
7.1	Condotte di drenaggio stradale	27
8	DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE NEI PIAZZALI	27
8.1	Caditoie grigliate	27
8.2	Canalette grigliate	28
9	VERIFICHE IDRAULICHE	29
9.1	Collettori	29
9.2	Embrici e fosso di guardia	29

9.3	Canalette rettangolari	30
10	ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI	34

1 PREMESSA

Nel presente documento si descrivono le fasi di studio, i dimensionamenti e le verifiche dei presidi idraulici volti allo smaltimento delle acque di piattaforma (stradale e ferroviaria) nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento di raddoppio della Linea Ferroviaria Napoli - Bari nella tratta Orsara-Bovino, avente uno sviluppo complessivo di circa 30 km.

Come accennato il presente studio descrive il sistema di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma ferroviaria e stradale e le opere di presidio idraulico per l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale dal piede dei rilevati o dalla testa delle trincee di progetto. Il recapito finale di tutto il sistema di drenaggio è costituito dal fitto reticolo idrografico superficiale che caratterizza l'area oggetto di intervento.

1.1 Riferimenti normativi

Nel presente progetto definitivo delle opere idrauliche si fa riferimento al quadro normativo di seguito riportato:

- 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;
- Piano Direttore per la tutela delle acque, approvato con decreto n. 191/CD/A del 13 giugno 2002 dalla Regione Puglia;
- Decreto Commissariale n. 282/CD/A del 21/11/2003;
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- L. R. Puglia n. 17 del 14/06/2007;
- 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);
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”.

1.2 Inquadramento geografico

L'area oggetto di studio è compresa tra i comuni di Bovino e Orsara di Puglia, nella provincia di Foggia; come accennato, questa porzione di territorio è interessata dalla realizzazione di una nuova linea ferroviaria che collega Napoli a Bari.

Nelle figure seguenti si riporta l'inquadramento geografico della zona oggetto di studio.

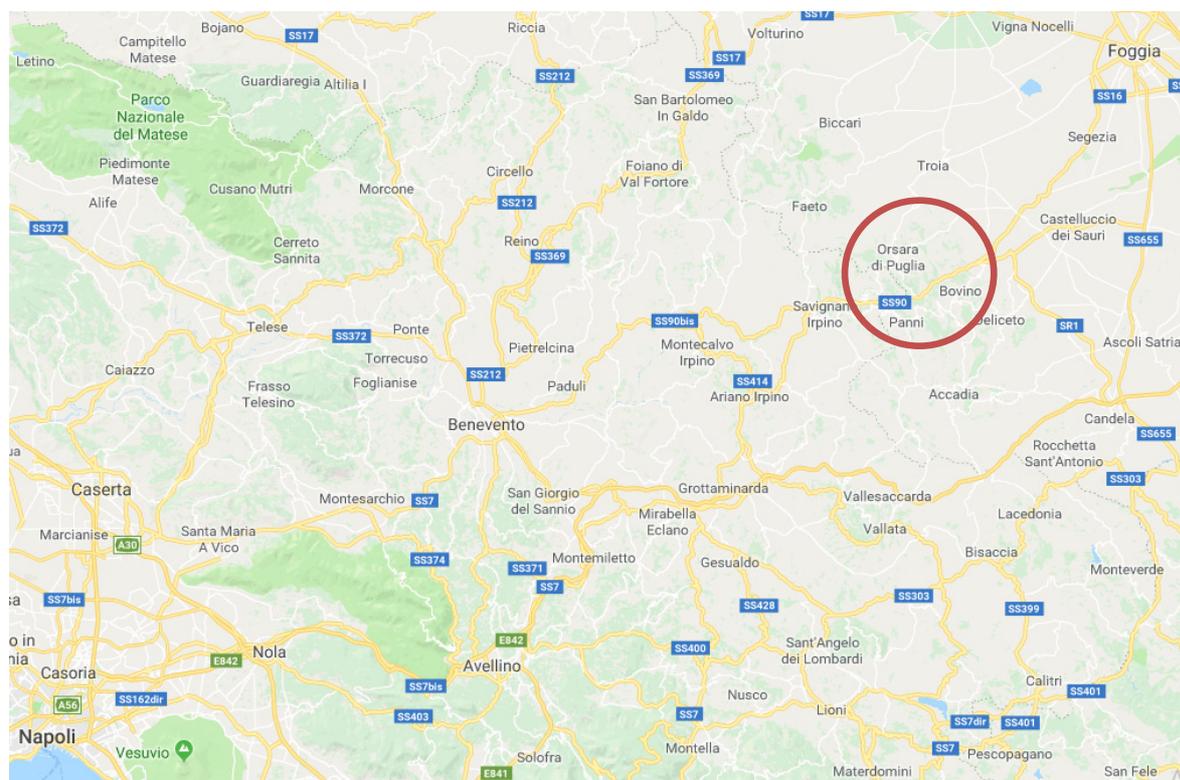


Figura 1 - Inquadramento geografico della zona compresa tra Orsara di Puglia e Bovino

1.3 Configurazione di progetto

Il progetto in esame prevede lo studio delle interconnessioni tra la linea ferroviaria e le viabilità che interagiscono con essa lungo il suo tragitto, al fine di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche dalle piattaforme e dai piazzali e di assicurare il normale svolgimento dei traffici.

La linea ferroviaria di progetto nell'area di interesse si estende per circa 30 Km, dei quali la maggior parte in galleria, fatta eccezione per un tratto nei pressi di Bovino, dove la linea interseca la strada statale SS90 (deviazione IN01), la quale si innesta, con un "sottopasso in corda molle", al di sotto della piattaforma ferroviaria, ed il tratto in corrispondenza di Orsara di

Puglia, nel quale è prevista la realizzazione di un “baffo” che raccorda la linea progetto con quella storica esistente. Nelle figure seguenti si riporta la configurazione planimetrica di progetto delle aree oggetto di studio.

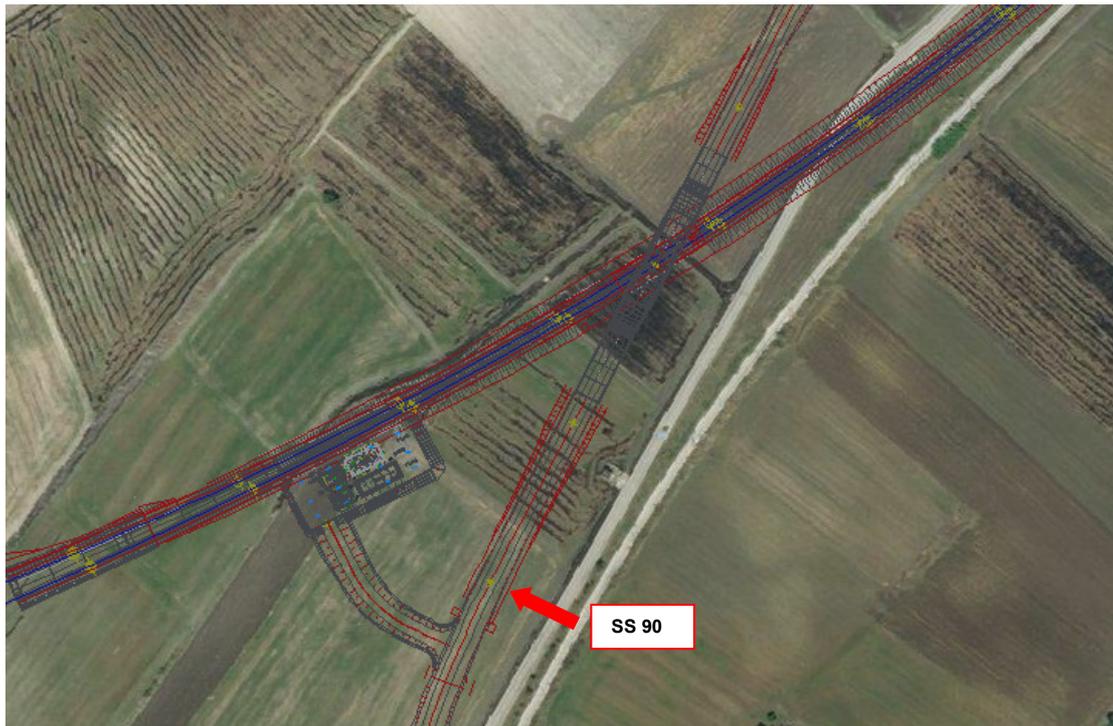


Figura 2 – Bovino - Configurazione planimetrica dell'intersezione tra la SS90 e la linea ferroviaria di progetto (NV01)



Figura 3 – Orsara - Configurazione planimetrica del raccordo tra la linea ferroviaria di progetto e la linea storica esistente (NV03)

Per quanto riguarda la zona di Orsara, il progetto prevede due fasi realizzative così distinte:

1. In primo luogo è prevista la fase di costruzione del “baffo”, nella quale la linea ferroviaria storica è ancora totalmente in funzione. In questa prima fase i ricettori finali previsti per convogliare le acque meteoriche sono costituiti dai tombini IN06 e IN07, i quali attraversano la viabilità NV03 ed il “baffo” ferroviario, e si attestano ai piedi del rilevato ferroviario della linea storica, dove scaricano le portate defluite in un canale a cielo aperto (2 x 1) che corre parallelamente alla linea storica e recapita le portate in un tombino già esistente, ma da ripristinare, che attraversa la linea storica e raggiunge l’incisione naturale del torrente Cervaro;

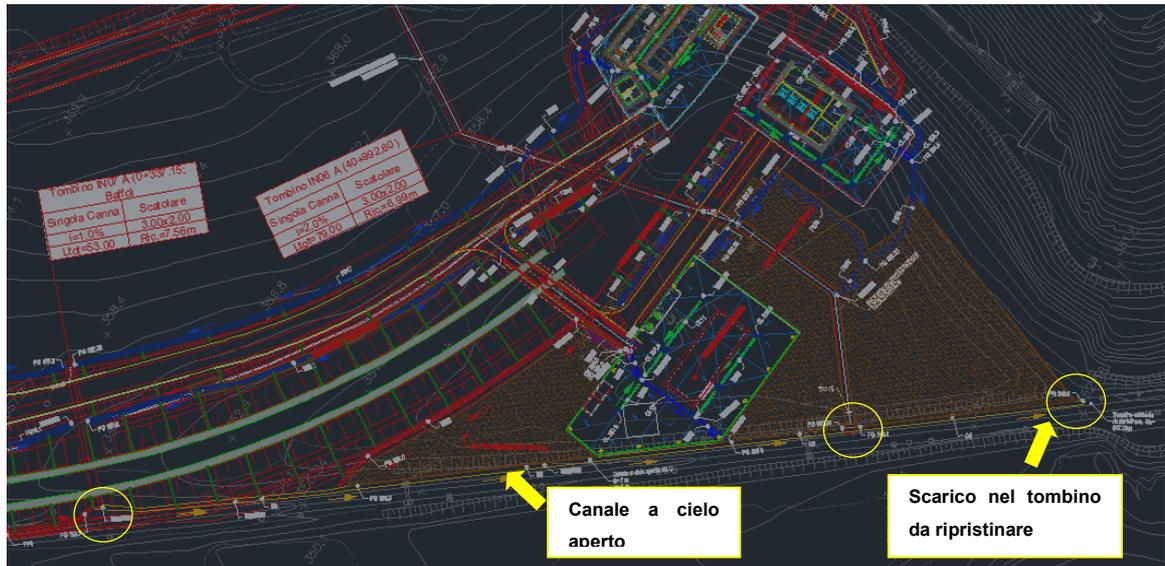


Figura 4 - Configurazione di progetto della prima fase

- Terminata quindi la costruzione del “baffo”, nella seconda fase è prevista la dismissione della linea storica a monte dell’elemento di raccordo con la linea ferroviaria di progetto e il prolungamento dei tombini (IN06 A e IN07A) al di sotto della linea storica. In questa configurazione il canale a cielo aperto non recapita le portate al tombino da ripristinare, ma le convoglia nel prolungamento IN06A, che le scarica direttamente nel torrente Cervaro.

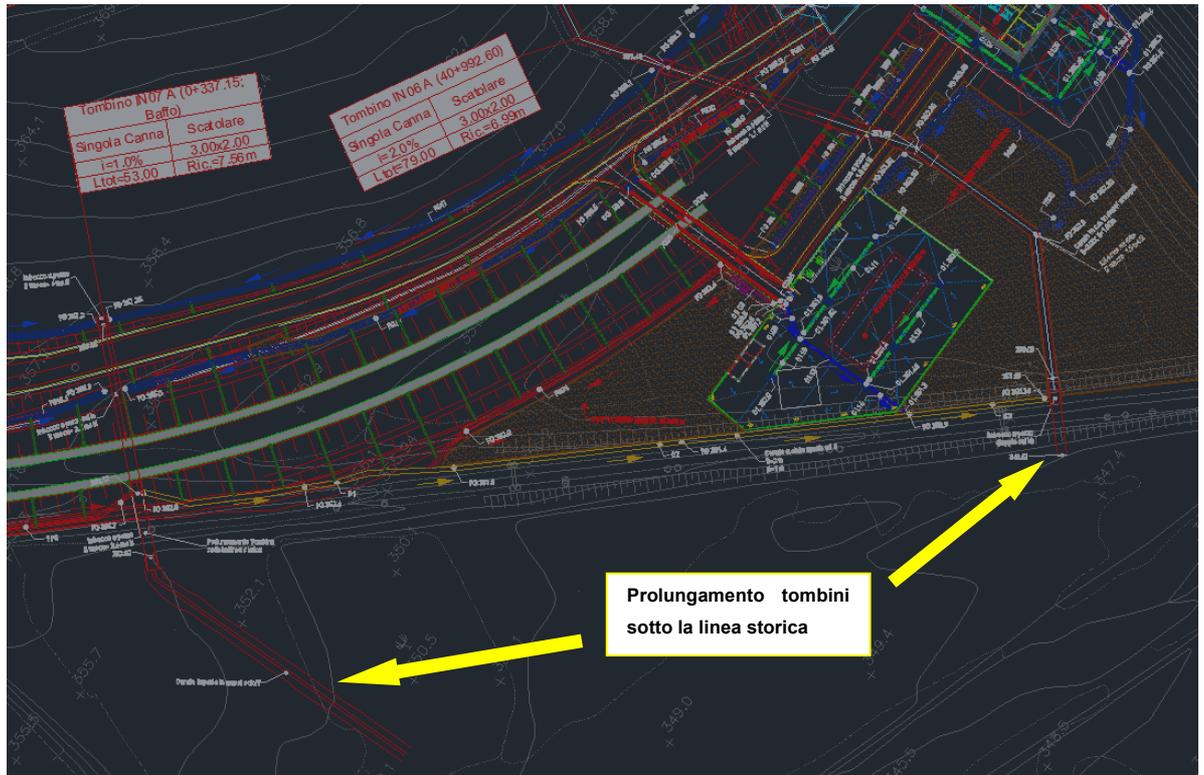


Figura 5 - Configurazione di progetto della seconda fase

2 STUDIO IDROLOGICO

Il valore delle intensità di pioggia e quindi delle portate pluviali, essenziali per il dimensionamento dei presidi idraulici, da esse derivate è stato ottenuto con il metodo della regionalizzazione (VA.PI.) per la stima delle portate con assegnato tempo di ritorno.

2.1 Regionalizzazione delle piogge intense

I dati pluviometrici utilizzati sono gestiti dalla sezione di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), la cui rete pluviometrica al 1985 risultava composta da 100 stazioni di misura delle piogge con almeno 1 anno di osservazione.

I dati pluviometrici cui si fa riferimento riguardano le precipitazioni di breve durata e di forte intensità. I valori più elevati registrati di anno in anno nelle stazioni gestite dal Servizio

Idrografico Nazionale vengono riportati negli *annali idrologici*. La procedura seguita nell'elaborazione dei dati pluviometrici comporta la scelta delle stazioni pluviografiche più vicine alla zona in esame e l'elaborazione statistico-probabilistica dei dati ad esse relativi.

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico che spiega la distribuzione, nello spazio e nel dominio di frequenza statistica, della variabile idrologica di interesse. Pertanto, non disponendo di sufficienti dati osservati nel sito di interesse per il caso in esame, si è ritenuto opportuno ricorrere a tecniche di analisi regionale dell'informazione idrologica.

2.1.1 Metodo di regionalizzazione secondo il progetto VA.PI.

Il progetto VA.PI. (**VA**lutazione **PI**ene) sviluppato dal *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche* (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ha per obiettivo la regionalizzazione delle piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei, che allo stato attuale delle elaborazioni sono riportati nel rapporto VA.PI. 1994 e sintetizzati di seguito.

Il metodo di regionalizzazione proposto dal programma VA.PI. è basato sulla *distribuzione dei valori estremi tipo I a due componenti* (TCEV1), che rappresenta la distribuzione del massimo valore di una mistura di due popolazioni, costituite da:

- una *componente base*, contenente i valori medi e bassi;
- una *componente straordinaria*, contenente i valori più elevati;

ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali riescono a rendere conto.

La regionalizzazione viene eseguita sulle massime altezze giornaliere h_d , in modo da utilizzare anche i dati dei pluviometri ordinari. Indicando con il pedice b i parametri che si riferiscono alla componente base e con il pedice s quelli che si riferiscono alla componente straordinaria, la probabilità cumulata della distribuzione TCEV1 risulta:

$$P(h_d) = e^{-e^{-\alpha_{b,d}(h_d - \varepsilon_{b,d})} - e^{-\alpha_{s,d}(h_d - \varepsilon_{s,d})}}$$

che ponendo:

$$\alpha_{b,d} = \frac{1}{\Theta_{b,d}}, \quad \alpha_{s,d} = \frac{1}{\Theta_{s,d}}, \quad \varepsilon_{b,d} = \Theta_{b,d} \ln \Lambda_b, \quad \varepsilon_{s,d} = \Theta_{s,d} \ln \Lambda_s,$$

$$\text{e:} \quad \Theta^* = \frac{\Theta_{s,d}}{\Theta_{b,d}}, \quad \Lambda^* = \frac{\Lambda_s}{\Lambda_b^{1/\Theta^*}}$$

diventa:

$$P(h_d) = e^{-\Lambda_b} e^{-\left(\frac{h_d}{\Theta_{b,d}}\right)} - \Lambda^* \Lambda_b^{1/\Theta^*} e^{-\left(\frac{h_d}{\Theta^* \Theta_{b,d}}\right)} \quad (1)$$

È possibile dimostrare che:

- il coefficiente d'asimmetria $\xi(h_d)$ dipende soltanto dai parametri Λ^* e Θ^* ;
- il coefficiente di variazione $\gamma(h_d)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* e Λ_b ;

e che la media delle altezze di pioggia μ_{hd} dipende da tutti e quattro i parametri Λ^* , Θ^* , Λ_b e $\Theta_{b,d}$.

2.1.2 Stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri

Con regionalizzazione delle altezze di pioggia $h_{d,k}$ nei diversi pluviometri $k = 1, 2, \dots, n$ s'intende l'aggregazione di tali variabili in gruppi con caratteristiche stocastiche comuni. Si richiede generalmente che i raggruppamenti abbiano anche riferimenti geografici.

Utilizzando le massime altezze di pioggia giornaliere secondo la procedura proposta da Versace e altri (1989), vengono considerati tre livelli di regionalizzazione, individuando:

- *al primo livello, regioni omogenee* rispetto ai parametri Λ^* e Θ^* , da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di asimmetria $\xi(h_d)$;
- *al secondo livello, zone omogenee* anche rispetto al parametro Λ_b , da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di variazione $\gamma(h_d)$;
- *al terzo livello, sottozone omogenee* rispetto alla dipendenza del parametro $\Theta_{b,d}$ (quindi della media μ_{hd}) da alcune grandezze geografiche locali (quota, distanza dal mare, orientamento dei versanti).

La grandezza geografica che nell'ambito di una sottozona omogenea ha mostrato di avere maggiore influenza sulle precipitazioni è la *quota* z della stazione.

In base a queste considerazioni la regione Puglia è stata suddivisa in quattro sottozone omogenee che sono indicate in Figura 6.

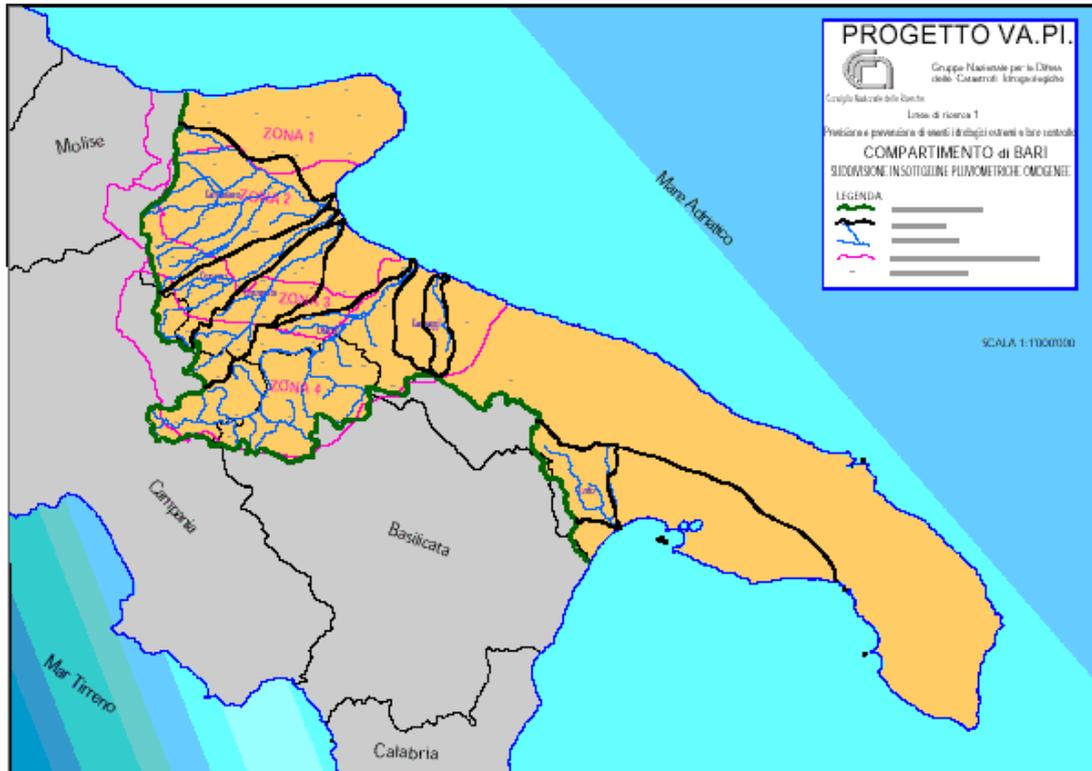


Figura 6 - Suddivisione della regione Puglia in sottozone pluviometriche omogenee

2.1.3 Piogge di massima intensità e breve durata

In Puglia, il SIMN gestisce 73 stazioni pluviografiche, di cui 60 con serie $n \geq 10$ anni dei massimi annuali delle altezze di pioggia h_d per $d = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore consecutive. La consistenza di tale rete è, quindi, paragonabile a quella pluviometrica, anche per le dimensioni campionarie; in ogni caso, si assume che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della sottozona pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T :

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\theta} e^{-\eta k / \theta})}$$

I parametri della distribuzione cumulata ottenuti per l'intera regione Puglia sono riportati in tabella

<i>Parametri</i>	<i>Zona A</i>
θ^*	2,352
Λ^*	0,772
$\Lambda 1$	45
η	5,665

Tabella 2.1 - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Puglia.

Poiché per la distribuzione TCEV non è ottenibile la soluzione analitica, i valori del coefficiente K_T (riportati nella Tabella 2.2) vengono calcolati numericamente dalla equazione riportata sopra, imponendo la variabilità del tempo di ritorno T .

T_r (anni)	K_T
2	0.91
5	1.26
10	1.53
20	1.81
25	1.90
40	2.10
50	2.19
100	2.48
200	2.77
500	3.15
1000	3.43

Tabella 2.2 – Valori del coefficiente probabilistico di crescita K_T della sottozona VAPI di interesse

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento all'espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Puglia, diventa:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \text{Ln } T$$

2.1.4 Leggi di probabilità pluviometrica

Una volta individuati i valori del coefficiente di crescita K_T , per la determinazione dell'intensità di pioggia istantanea è necessario definire il valore assunto dalla media della massima altezza di pioggia giornaliera (detta *pioggia indice*).

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una fissata durata d , $m[h(d)]$, con la durata stessa. Per la Puglia è stata adottata una espressione del tipo:

$$m[h(d)] = a d^n$$

I parametri di questa equazione sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano nel passare dall'una all'altra.

L'identificazione delle aree omogenee viene effettuata con riferimento al valor medio del massimo annuale dell'altezza di pioggia giornaliera, $m(h_g)$: è stato infatti osservato che è possibile suddividere l'area indagata in 4 aree pluviometriche omogenee in funzione del legame caratteristico tra la $m(h_g)$ e la quota Z , nelle stazioni di misura. Questo permette di generalizzare la curva IDF per tener conto della variabilità di $m[h(d)]$ con la quota Z , attraverso un'espressione del tipo:

$$m[h(d,Z)] = a d^{n(Z)}$$

dove

$$n(Z) = \frac{C Z + D + \text{Ln } \alpha - \text{Ln } a}{\text{Ln } 24}$$

in cui $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche relative ad uno stesso periodo di misure. Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0,89.

I parametri ottenuti dalle equazioni precedenti sono forniti in Tabella 2.3. Si può notare che, nel caso delle aree omogenee 2 e 4, non essendo stata rinvenuta una significativa variabilità di $m[h(d)]$ con la quota, è stato fornito il valor medio regionale del coefficiente di potenza n .

Area omogenea	α	a (mm/h)	$C \cdot 10^4$	D	n
1	0.89	28.7	50.3	3.959	-
2	0.89	22.2	-	-	0.247
3	0.89	25.3	5.31	3.811	-
4	0.89	24.7	-	-	0.256

Tabella 2.3 - parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali

Il territorio oggetto di studio, compreso tra i comuni di Orsara di Puglia e Bovino, ricade nei pressi della linea di confine tra le zone omogenee 3 e 4; cautelativamente si è scelto quindi di adottare, per il calcolo delle intensità di pioggia di progetto, il parametro a più elevato, ossia quello relativo alla zona 3; per quanto riguarda invece il parametro n si è ipotizzato pari a 0.256.

2.2 Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione Italferr e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008). La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

Tabella 4- Tempi di ritorno

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<ul style="list-style-type: none"> Piattaforma ferroviaria TR 100 anni Deviazioni stradali Tr=25 anni 	-

Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>linea ferroviaria $T_r = 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$</i> • <i>linea ferroviaria $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$</i> • <i>deviazioni stradali $T_r = 200$ anni</i> 	<i>$T_r = 200$ anni</i>
---	--	------------------------------------

3 METODOLOGIA DI CALCOLO

Una volta determinati i parametri caratteristici delle precipitazioni, il dimensionamento degli elementi idraulici di presidio della piattaforma è stato sviluppato calcolando la forzante idraulica con metodi classici di letteratura e verificando la capacità di smaltimento della sezione idraulica prevista mediante l'utilizzo di scale di deflusso in moto uniforme derivate dalla formulazione di Chezy.

Il calcolo della forzante idraulica è stato condotto utilizzando il metodo della corrivazione, detto comunemente modello cinematico.

3.1 Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si fonda su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento (ietogramma rettangolare);
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

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

in cui:

- Q = portata di piena [m^3/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate, come da

indicazioni del manuale di progettazione RFI/Italferr;

- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km^2 ;
- τ_c = tempo di corrivazione [ore], individuabile tramite le formule di letteratura.

Il valore di h rappresenta l'altezza di pioggia precipitata, in un dato sito, in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità rispetto alla portata di picco. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 7 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre altezze di pioggia in input di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quello di corrivazione, l'idrogramma di piena assume la forma triangolare, con il picco di portata che transita attraverso la sezione di chiusura del bacino proprio al tempo τ_c .

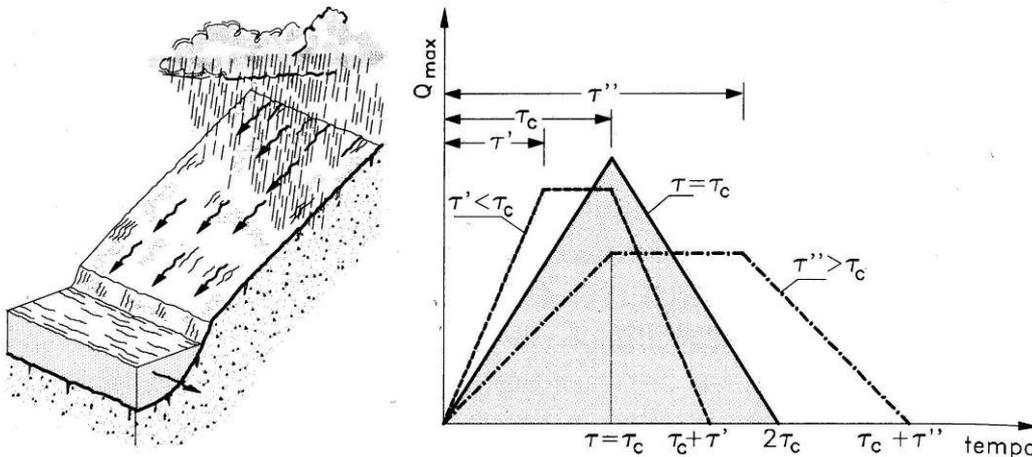


Figura 7 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua caduta nel punto

idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura a percorrere l'intero bacino fino alla stessa. Questo parametro può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo (asta principale) della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata.

In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio del bacino in esame ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$T_c = T_a + T_r$$

ove:

- τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo; questo valore può essere desunto dalle tabelle presenti in letteratura
- τ_r è il tempo di rete, ossia il tempo che impiega l'onda di piena a percorrere i vari tratti della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

Tuttavia data la ridotta estensione dei bacini drenati dai presidi idraulici di progetto si è scelto di stabilire un tempo di corrivazione verosimile e costante in base ai differenti casi di studio, in particolare:

- per i fossi di guardia, i quali sono stati progettati sia per raccogliere le acque di piattaforma che quelle scolanti dai versanti contigui, si è scelto un tempo di corrivazione pari a 10 minuti;
- per i collettori e le canalette, dimensionate per raccogliere le acque dei piazzali e di brevi tratti stradali e ferroviari si è scelto un tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

3.1 Scale di deflusso

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle canalette è stato

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 [$m^{-1/3} s$];

A – area bagnata [m^2];

R_h – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

4 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE

Il sistema di drenaggio stradale si differenzia per le viabilità che ricadono in un ambito urbano e per quelle che invece sono poste in un contesto rurale.

La tratta Orsara-Bovino non prevede il drenaggio di zone dotate di collettori fognari (abitate) da utilizzare come recapiti finali per poter convogliare le portate drenate da strade, piazzali e ferrovie; per questo si è scelto di prevedere un sistema di drenaggio, stradale e ferroviario, distinto sulla base delle caratteristiche del tratto in esame:

- per i tratti in rilevato è stato predisposto un sistema costituito da embrici disposti ad intervalli regolari che scaricano in fossi di guardia in grado di addurre le portate risultanti ai ricettori naturali finali;
- per i tratti in trincea è stato previsto l'utilizzo di canalette rettangolari disposte a bordo strada che scaricano in collettori posti al di sotto della piattaforma stradale direttamente collegati ai fossi di guardia;
- nei tratti in galleria e nei piazzali si è adottato un sistema di drenaggio con collettori in PVC che scaricano in fossi di guardia o direttamente al ricettore finale.

5 DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA

5.1 Descrizione delle opere

1.1.1 Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato

Nei tratti in cui il corpo ferroviario si trova in rilevato, le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede ferroviaria, per mezzo della sezione triangolare formata dal cordolo bituminoso a lato della piattaforma e lo strato di sub-ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3,0%.

Il cordolo convoglia l'acqua verso il primo embrice disponibile in funzione della pendenza longitudinale della livelletta ferroviaria.

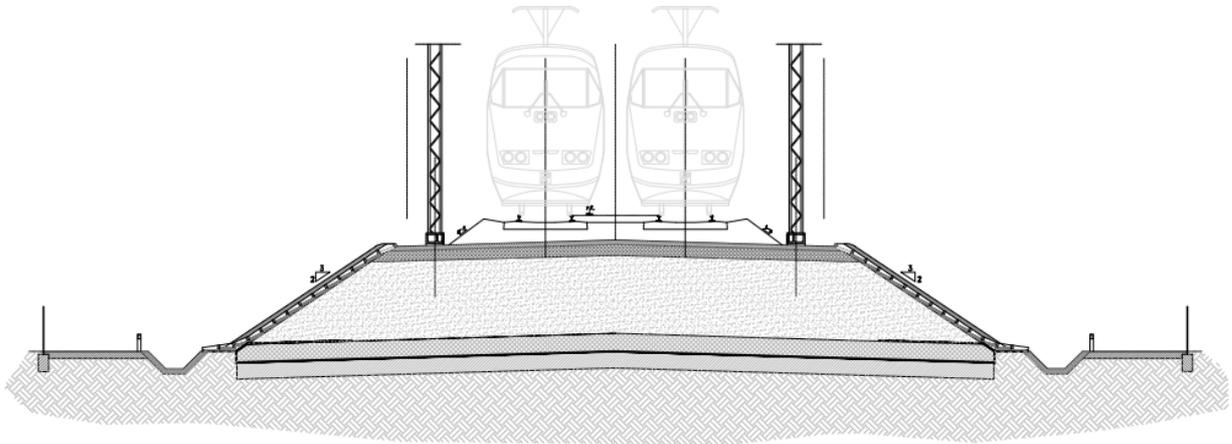


Figura 8- Sezioni tipo in rilevato in terra

Gli embrici sono posizionati sulla scarpata del rilevato con pendenza 3/2, ad interasse pari a 15 m. Al piede del rilevato, l'acqua viene coltata per mezzo di fossi di guardia rivestiti in calcestruzzo di sezione trapezoidale, dimensionati con tempo di ritorno centennale, che recapitano nella rete di scolo naturale esistente. Tali fossi hanno dimensioni variabili, che vanno da 0.5x0.5m e pendenza delle sponde 1/1, fino a fossi più grandi che possono arrivare a 0.7x0.7m con pendenza delle sponde 1/1.

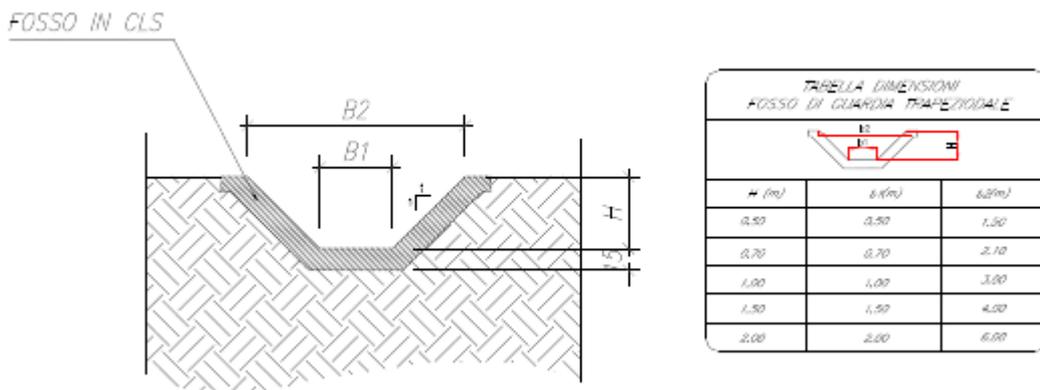


Figura 9-Tipologico Fosso di guardia in Calcestruzzo

1.1.2 Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in trincea

Nei tratti in cui la linea ferroviaria si sviluppa in trincea, il drenaggio è costituito da canalette rettangolari di sezione variabile poste al lato della piattaforma ferroviaria.

Le acque che scorrono sullo strato in sub-ballast caratterizzato da pendenze del 3,00% trovano recapito in canalette rettangolari di geometria variabile da un minimo di 0.5x0.5m ad un massimo di 0.7x0.7 m.

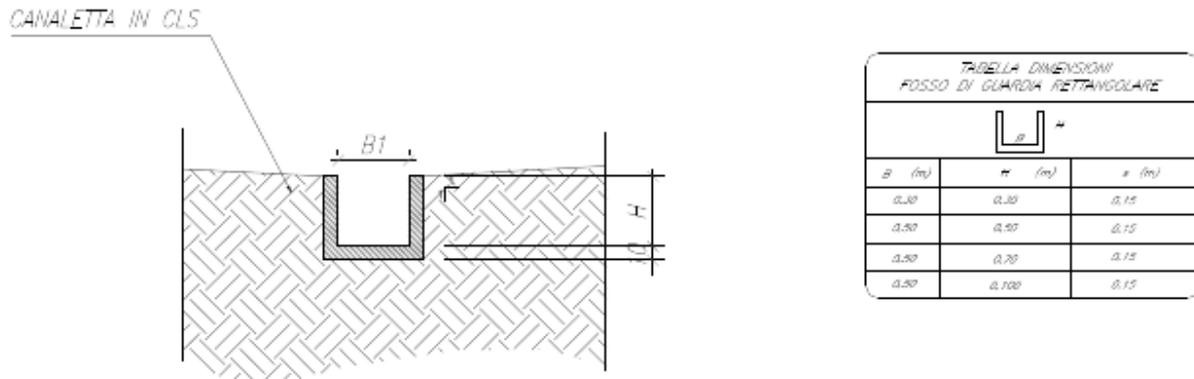


Figura 10-Tipologico Canaletta in CLS

Le canalette sono poste in corrispondenza del camminamento laterale utilizzato in fase di manutenzione e, pertanto, risultano coperte con una beola in calcestruzzo forata.

Le acque raccolte trovano recapito direttamente nei tombini e nei fossi previsti in progetto.

In testa alle trincee invece è previsto il posizionamento di un fosso trapezoidale rivestito in calcestruzzo, atto a proteggere la scarpata, raccogliendo le acque provenienti dal terreno sovrastante. Anche per tali manufatti le dimensioni sono variabili da 0.5x0.5m con sponde 3/2 fino ad arrivare a 0.7x0.7m con pendenza delle sponde 3/2.

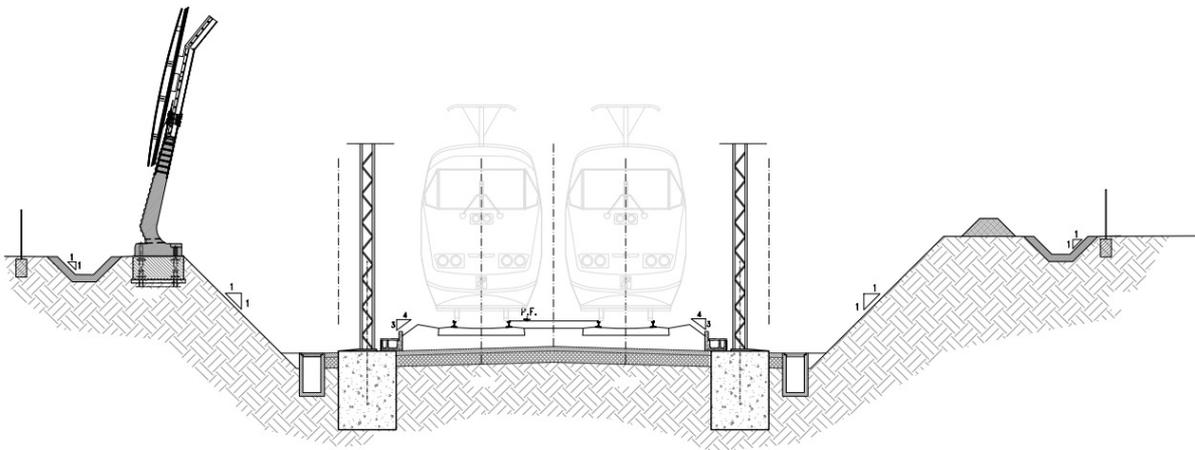


Figura 11- Sezione tipo in trincea

6 DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE

6.1 Descrizione delle opere

6.1.1 *Drenaggio acque di piattaforma stradale in rilevato*

Nei tratti in rilevato lo smaltimento delle acque meteoriche delle viabilità stradali avviene analogamente a quanto visto per la piattaforma ferroviaria.

Le pendenze trasversali della carreggiata convogliano le acque ai margini dove vengono contenute mediante un cordolino bituminoso, interrotto ogni 15 m da un embrice che conduce le acque ad un fosso di guardia di sezione trapezoidale in calcestruzzo, disposto al piede del rilevato.

6.1.2 *Drenaggio acque di piattaforma stradale in trincea*

Per quanto riguarda le sezioni della piattaforma stradale collocate in trincea lo smaltimento delle acque meteoriche avviene analogamente a quanto visto per la piattaforma ferroviaria.

6.1.3 *Drenaggio acque dei parcheggi e dei piazzali*

Le opere di drenaggio dei piazzali di servizio sono costituite da una rete mista da pozzetti con caditoia carrabile in ghisa sferoidale classe di resistenza D400 e canalette grigliate Dim. 50x50cm, classe di resistenza D400. Il collegamento tra gli elementi di raccolta si effettua mediante condotte circolari in PVC di diametri variabili con dimensioni che vanno da 400 a 800 mm.

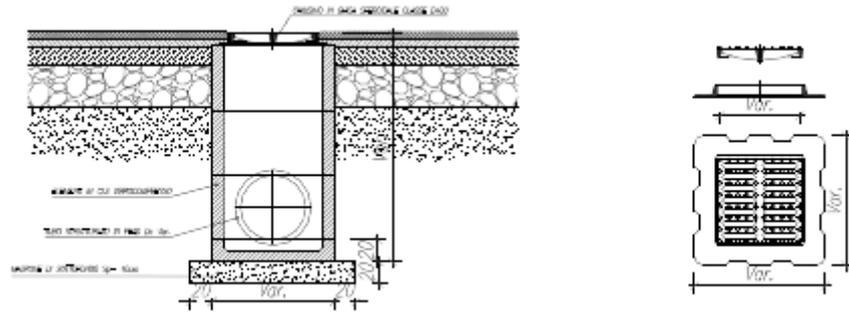


Figura 12-Tipologico pozzetto con caditoia

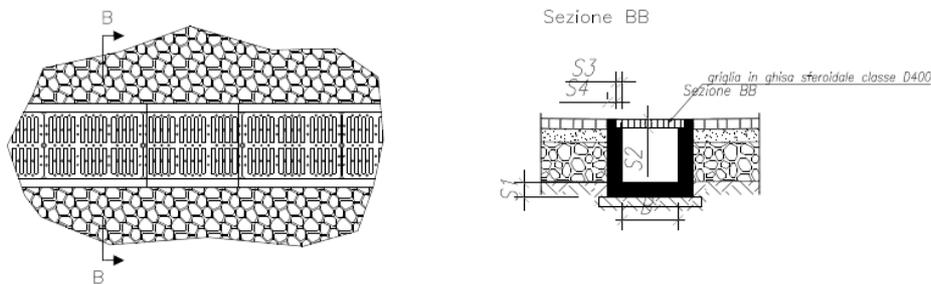


Figura 13-Tipologico canaletta grigliata

7 COMPONENTI DEL SISTEMA FERROVIARIO

7.1 Dimensionamento dell'interasse degli embrici

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato, è concentrato in appositi elementi in cls 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:

- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (accelerazione di gravità);
- $c_q = 0.385$ (coefficiente di efflusso);
- $L = 0.3 \text{ m}$ (larghezza della vena sfiorante);
- $h = 0.04 \text{ m}$ (altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

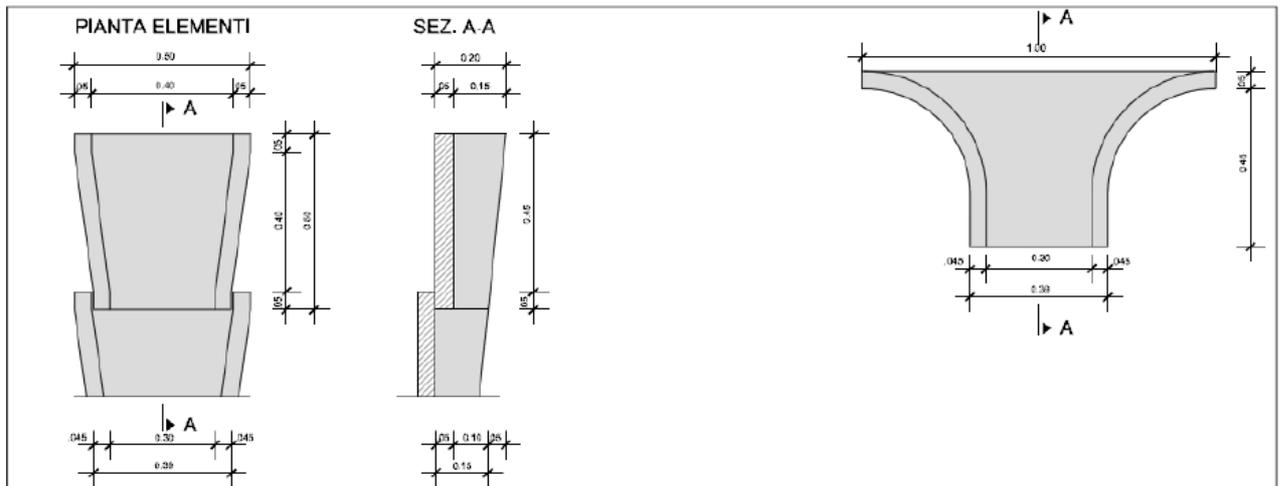


Figura 14: Dettaglio in sezione e pianta degli embrici

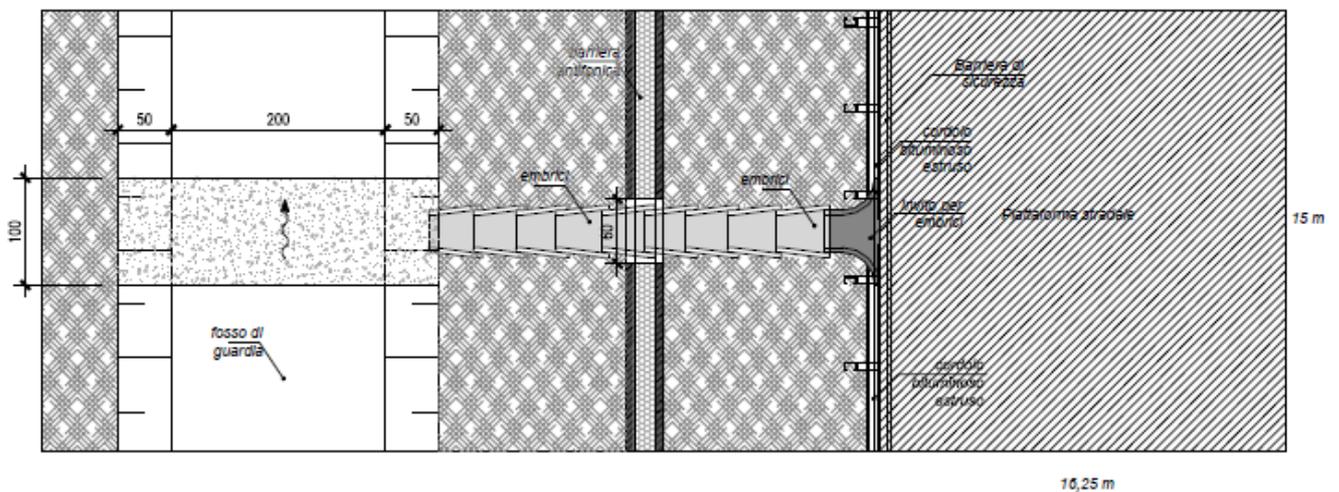


Figura 15: Dettaglio planimetrico dell'embrice

Si ottiene una capacità di smaltimento paria a $Q = 12.85 \text{ l/s}$.

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede

autostradale e ferroviaria all'embrice può essere calcolata con il metodo cinematico applicando la relazione:

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

in cui:

- Q è la portata [m³/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = superficie scolante che insiste su ogni embrice, che ipotizzando un interasse di 15 m è pari a circa 95.3m² (15m x 6.75m);
- τ_c = tempo di corrivazione valutato in circa 5 minuti (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=61.256 mm/h, n=0.256). Si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 9.27 l/s per Tr di 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.

CARATTERISTICHE EMBRICI		
Cq	0.385	
L	0.3	m
h	0.04	m
Q	0.012851	mcs
Q	12.85142	l/s

PORTATA DEFLUENTE STRADALE		
Interasse	15	m
S	0.00010125	km²
a (Tr 25)	48.07	mm/h
n	0.256	
t	300	s
t	0.08333333	h
fi	0.9	
Qdeflusso	0.00773512	mcs
Qdeflusso	7.73512447	l/s

PORTATA DEFLUENTE FERROVIARIA		
Interasse	15	m
A	0.00009525	km²
a (Tr 100)	61.256	mm/h
n	0.256	
t	300	s
t	0.08333333	h
fi	0.9	
Qdeflusso	0.009272819	mcs
Qdeflusso	9.272818747	l/s

7.1 Condotte di drenaggio stradale

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste a bordo strada sono realizzate in PEAD di diametro variabile da un minimo di DN 400 ad un massimo di DN 800 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m²). In generale saranno posati sotto la banchina.

Gli spessori di ricoprimento minimi per le condotte fino al diametro DN 630 sono pari a 0.7 m mentre per condotte di diametro superiore si prevedono spessori di ricoprimento minimi di 1.5 m. Per tutte le condotte è previsto un rinfiacco in ghiaietto spezzato.

I collettori sono ispezionabili mediante pozzetti d'ispezione disposti con un interasse massimo pari a 50 m. L'interasse può essere ridotto in particolari casi, ad esempio, in corrispondenza di curve planimetriche particolarmente accentuate nelle quali si è ritenuto opportuno disporre i pozzetti d'ispezione con un interasse inferiore onde evitare di posare le condotte con una curvatura incompatibile con le loro caratteristiche strutturali con conseguente riduzione della tenuta idraulica.

8 DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE NEI PIAZZALI

8.1 Caditoie grigliate

Il ruscellamento superficiale delle acque meteoriche nei piazzali viene intercettato da caditoie di dimensione variabile (30÷70 cm) dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400, poste con interasse massimo di 15 metri.

Si vuole verificare che la capacità di smaltimento della caditoia sia superiore alla massima portata afferente dalla superficie sottesa.

La forzante idraulica del singolo elemento è stata calcolata applicando la formula razionale:

dove:

- $i = 305 \text{ mm/h}$ è l'intensità di pioggia con tempo di ritorno di progetto ($T_r=25$ anni) ricavata mediante curva intensità-durata-frequenza a due parametri della zona maggiormente sollecitata dal punto di vista idrologico ($a=48.07 \text{ mm/h}$, $n=0.256$), per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione della superficie afferente alla singola caditoia, valutato in 5 minuti.
- $\phi = 0.9$ è il coefficiente di deflusso

- $S = 225 \text{ m}^2$ è la superficie afferente alla singola caditoia (15x15 m).

Si ottiene una portata di 17.18 l/s

Dal punto di vista geometrico la caditoia di progetto presenta: lato l di 80 cm, superficie libera Ω tra le barre della griglia di 0.20 m^2 , perimetro P pari a 3.20 m. Imposto un tirante idrico massimo h in corrispondenza dell'imbocco pari a 3 cm, la verifica della capacità della singola caditoia risulta soddisfatta se la portata in ingresso lungo il perimetro della caditoia e quella in grado di attraversare la griglia della stessa risultano superiori alla massima portata affluente.

La massima portata defluente attraverso la griglia affluente lungo il perimetro della caditoia può essere valutata con l'equazione degli stramazzi liberi:

$$Q_g = 0.59 \Omega \sqrt{2gh} = 90.5 \text{ l/s}$$

Le verifiche risultano rispettate.

8.2 Canalette grigliate

Le canalette grigliate hanno una sezione rettangolare che va da 0.3x0.3m a una sezione di 0.7x0.7m.

Il dimensionamento idraulico delle canalette di drenaggio dei piazzali, parcheggi e viabilità è stato eseguito mediante il metodo della corrivazione.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte 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 [$\text{m}^{-1/3} \text{ s}$];
- A – area bagnata [m^2];
- R_h – raggio idraulico [m];
- i – pendenza del fondo [m/m].

Noto il tirante idrico si è verificato che il grado di riempimento fosse minore del 70%.

9 VERIFICHE IDRAULICHE

9.1 Collettori

Per il calcolo della portata sono state utilizzate le formule viste in precedenza; il drenaggio della viabilità in trincea avviene attraverso dei pozzetti grigliati collegati mediante tubi in PVC. Tali pozzetti intercettano anche le acque provenienti dalla cunetta triangolare posta al lato della strada. I tubi vengono fatti scaricare, appena la morfologia lo permette, nei fossi di guardia di linea. Di tutte le sezioni defluenti è stata calcolata la scala di deflusso con l'espressione di *Chezy*:

$$V = \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = S \cdot V$$

dove χ , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formulazione di *Gauckler-Strickler*:

$$\chi = K_s \cdot R^{1/6}$$

Si è ottenuto:

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{2/3} \sqrt{i}$$

dove:

- Q, portata [m³/s];
- R, raggio idraulico [m³];
- S, sezione idraulica [m²];
- i, pendenza [m/m];
- K_s, coefficiente di scabrezza in [m^{1/3}/s], pari a 90.

Sono state verificate le condotte con l'ipotesi di avere sempre un grado massimo di riempimento pari al 50%, per collettori con diametri inferiori a 500 mm, e pari al 70% per diametri superiori.

9.2 Embrici e fosso di guardia

Il drenaggio della viabilità e della ferrovia nei tratti in rilevato viene garantito con un sistema costituito da embrici disposti ogni 15 m che scaricano nel fosso al piede del rilevato. Tali fossi trovano recapito o nei tombini di progetto o nel reticolo idrografico superficiale,

Di tutte le sezioni trapezie è stata calcolata la scala di deflusso con l'espressione di *Chezy*:

$$V = \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = S \cdot V$$

dove χ , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formulazione di *Gauckler-Strickler*:

$$\chi = K_s \cdot R^{1/6}$$

Si è ottenuto:

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{2/3} \sqrt{i}$$

dove:

- Q, portata [m³/s];
- R, raggio idraulico [m³];
- S, sezione idraulica [m²];
- i, pendenza [m/m];
- K_s, coefficiente di scabrezza in [m^{1/3}/s], pari a 60.

Sono state verificati i fossi con l'ipotesi di avere sempre un grado massimo di riempimento pari all'80%.

Nelle tabelle sottostanti si suddividono i fossi in base al km di progetto della linea e suddividendo i due lati in destro e sinistro considerando il verso di percorrenza dal km 0 al km finale.

9.3 Canalette rettangolari

Le canalette che ricevono i contributi meteorici della piattaforma stradale hanno una sezione rettangolare che varia da 0.5x0.5m ad una sezione di 0.7x0.7m.

Il dimensionamento idraulico delle canalette di drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria, come accennato precedentemente, è stato eseguito mediante il metodo della corrivazione; determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte 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 [$m^{-1/3} s$];
- A – area bagnata [m^2];
- R_h – raggio idraulico [m];
- i – pendenza del fondo [m/m].

Nota il tirante idrico si è potuto verificare il grado di riempimento (massimo 70%) ed il franco di sicurezza.

9.4 Prolungamento Tombino IN08.

Al termine della tratta Bovino Orsara, nei pressi in cui la linea ferroviaria di progetto si allaccia alla linea storica (Figura 16), è presente un tombino ad arco la cui sezione ha una base di 1.85m ed una altezza in chiave di 2.80m, l'opera esistente ha una pendenza rilevata del 4.7%. le lavorazioni previste e l'allargamento della sede ferroviaria esistente impongono un prolungamento del tombino esistente. Il suddetto tombino, viene quindi prolungato con uno scatolare 2.00x2.00 e pendenza 4.00% (Vedi elab. IF1W00D29BZIN080A001A).

Il tombino esistente ha funzione di continuità idraulica e sottende una superficie scolante di area 0.2km², la quota nella sezione di chiusura è 356.00m.s.l.m., mentre la sua quota massima è circa 480.00m.s.l.m. la portata con tempo di ritorno duecentennale è $Q_{T=200}=7.50m^3/s$.

In figura 17 sono esposti i dati idraulici: tirante (h), Area Bagnata (A_b), Contorno bagnato (C_b), Raggio idraulico (R_i), Velocità (V), Portata (Q), Grado di riempimento G.R., N. Froude (Fr).

Il tombino di progetto risulta verificato con un grado di riempimento del 28%.

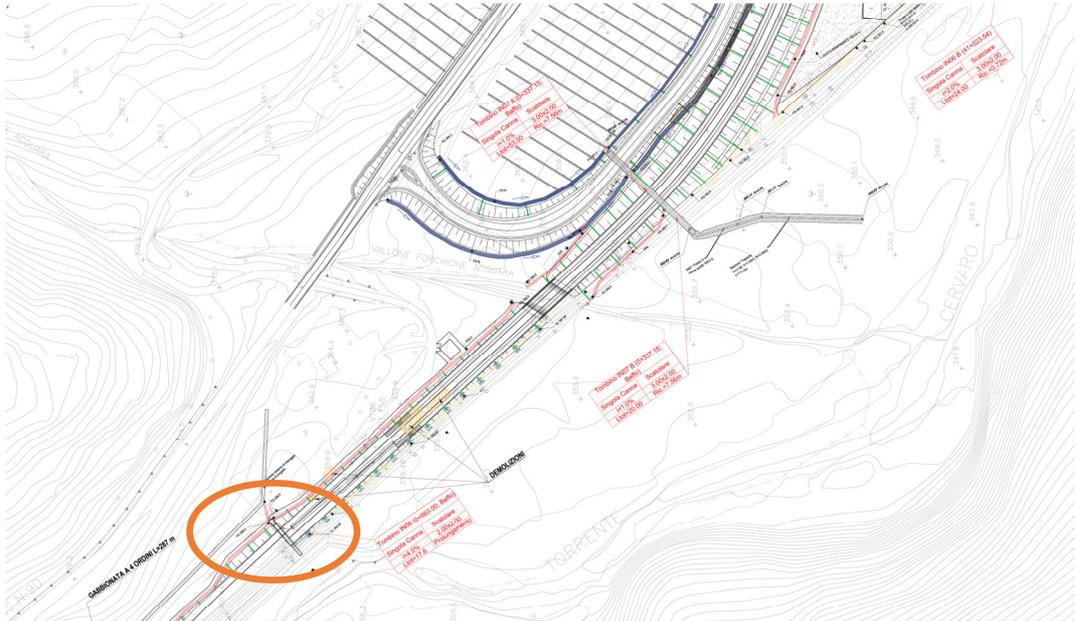


Figura 16. Inquadramento planimetrico.

H [m]	2.000	[m]	Q _{rif}	7.500	[m ³ /s]
B [m]	2.000	[m]			
s	0.000	[b/h]			
Ks	65	[mm ^{1/3} s ⁻¹]			
i	0.040	[m/m]			
Nr. Tubi	1				

h	A _b	C _b	L _b	R _i	V	Q	G.R.	Energia	Fr	Corrente
[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m ³ /s]	[%]	[m]		
0.568	1.136	3.136	2.000	0.362	6.605	7.500	0.284	2.791	2.799	Veloce

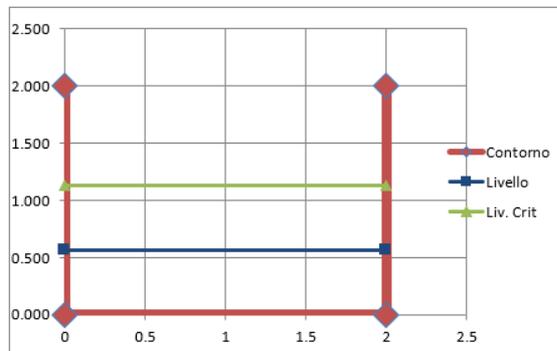


Figura 17. Verifica in moto uniforme.



LINEA NAPOLI – BARI
TRATTA BOVINO - ORSARA

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI
PIATTAFORMA**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00	D 29 RI	ID0002 002	B	33 di 42

10 ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI

DIMENSIONAMENTO CANALETTE E CADITOIE GRIGLIATE																		
Superfici tratto									Calcolo della portata con metodo della corrivazione									
Lunghezza tronco	Larghezza fascia stradale	Larghezza fascia scarpate	Superficie stradale	Superficie aree trincea	Superficie stradale totale	Superficie trincea totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	base interna	altezza interna	Grado di rimepimento	Franco idraulico		
L	l _f	l _s	S _f	S _s	S _{f,tot}	S _{s,tot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Q	v	y	b	h	GR	Franco		
m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	l/s	m/s	m	m	m	%	cm		
VIABILITA' NV01	CN01	101	6.5	2.5	657	253	657	253	742	0.82	0.0037	63.01	0.83	0.15	0.50	0.50	30	35
	CN02	63	6.5	2.5	410	158	410	158	463	0.82	0.0162	39.31	1.19	0.07	0.50	0.50	13	43
	CN03	95	6.75	1.5	641	143	641	143	663	0.85	0.028	56.25	1.61	0.07	0.50	0.50	14	43
	CN04	65	6.75	1.5	439	98	439	98	453	0.85	0.028	38.48	1.41	0.05	0.50	0.50	11	45
VIABILITA' NV03-PIAZZALE RI13	CG01	23	-	-	231	0	231	0	208	0.90	0.0030	17.65	0.52	0.068	0.50	0.50	14	43
	CG02	38	-	-	409	0	409	0	368	0.90	0.0030	31.25	0.63	0.100	0.50	0.50	20	40
VIABILITA' NV04	CG03	61	-	-	50	0	50	0	45	0.90	0.0623	3.82	0.76	0.010	0.50	0.50	2	49
	CG04	61	-	-	50	0	50	0	45	0.90	0.0623	3.82	0.76	0.010	0.50	0.50	2	49
	CG05	41	-	-	0	0	50	0	45	0.90	0.0012	3.82	0.22	0.034	0.50	0.50	7	47

DIMENSIONAMENTO COLLETTORI SOTTOPASSO NV01

		Superfici tratto									Calcolo della portata con il metodo della corrivazione								
		progressiva inizio	Progressiva fine	Lnghezza tronco	Larghezza fascia stradale	Larghezza scarpate	Superficie stradale	Superficie aree trincea	Superficie stradale totale	Superficie trincea totale	Superficie equivalente	Pendenza	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro nominale	Diametro interno	Grado di riempimento	Franco idraulico
		Progr.	Prog r.	L	l _f	l _s	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	j	Q	v	y	DN	DI	GR	Franco
		m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m/m	l/s	m/s	m	mm	m	%	cm
CIGLIO SINISTRO	CL01	626	686	60	0	0	0	0	707	0	636	0.013	32.23	1.47	0.09	400	0.380	25	29
	CL02	686	731	75	0	0	0	0	757	0	681	0.003	34.51	0.86	0.15	400	0.380	38	23
	CL03	731	751	20	0	0	0	0	420	0	378	0.015	19.14	1.35	0.07	400	0.380	18	31
CIGLIO DESTRO	CL04	626	686	60	0	0	0	0	691	143	708	0.013	35.86	1.52	0.10	400	0.380	26	28
	CL05	686	731	75	0	0	0	0	741	143	753	0.004	38.15	1.03	0.14	400	0.380	36	24
	CL06	731	751	20	0	0	0	0	449	98	462	0.013	23.43	1.34	0.08	400	0.380	21	30
ATTRAVERSAMENTI	CLA01	686	686	12	0	0	0	0	707	0	636	0.004	32.23	1.00	0.12	400	0.380	33	26
	CLA02	731	731	12	0	0	0	0	588	0	529	0.004	26.82	0.95	0.11	400	0.380	30	27
	CLA03	731	731	12	0	0	0	0	588	0	529	0.004	26.82	0.95	0.11	400	0.380	30	27
RECAPITI	CLR01	-	-	324	0	0	0	0	1398	0	1258	0.004	63.76	1.08	0.14	800	0.761	19	62
	CLR02	-	-	15	0	0	0	0	3764	0	3387	0.007	171.68	1.78	0.20	800	0.761	27	56

	CLR03	-	-	251	0	0	0	0	3764	0	3387	0.003	171.68	1.25	0.26	800	0.761	34	50
SOLLEVAMENTO	CLR04	-	-	30	0	0	0	0	3764	0	3387	0.015	171.68	2.37	0.16	630	0.761	22	60
SISTEMAZIONI IDRAULICHE	IN03	30694	30694	23	0	0	0	0	470	2501	1924	0.010	930.84	3.12	0.34	1840	1.500	23	116
	IN04	476	476	17.5	0	0	0	0	61	75	100	0.010	40.78	1.22	0.08	1840	1.500	5	142

FOSSI DI GUARDIA NV01

Fosso di guardia			Superfici drenate										Calcolo della portata con metodo della corrivazione					
Nome fosso	progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza fosso	Recapito	Nome bacini idrici afferenti	Superficie aree esterne	Superficie aree pavimentate	Superficie scarpate	Superficie equivalente	Tempo di concentrazione	intensità di pioggia	Pendenza	Tipo sezione	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Franco idraulico	
Fosso	Progr.In	Progr.Fi.	L	R	S _t	S _e	S _{str}	S _{eq}	S _{eq}	τ	i	j	Tipo	Q	y	GR	Franco	
	m	m	m			ha	ha	ha	ha	h	mm/h	m/m		m ³ /s	m	%	m	
FP1	29050	29197	147	-	Bm1	0.00	0.10	0.011	0.10	0.17	234	0.014	FT1	0.063	0.08	0.17	0.42	
FP2	29205	30335	1130	Tombino IN05	Bm2	0.00	0.76	0.173	0.79	0.17	234	0.012	FT1	0.515	0.29	0.58	0.21	
FP3	30335	30573	238	Tombino IN02 A	Bm3	0.00	0.16	0.189	0.26	0.17	234	0.014	FT1	0.168	0.15	0.30	0.35	
FP3.1	30573	30695	122	Tombino IN03	Bm4	0.00	0.03	0.050	0.06	0.17	234	0.010	FT1	0.040	0.23	0.45	0.27	
FP4	30686	30787	101	Tombino IN03	Bm5	0.00	0.18	0.048	0.19	0.17	234	0.010	FT1	0.126	0.14	0.28	0.36	

FP5.1	30787	30856	69	FP5	Bm11.2	0.07	0.05	0.046	0.10	1.17	56	0.012	FT2	0.015	0.03	0.04	0.67
FP5	30890	30975	85	FS1.3	Bm6	0.25	0.06	0.013	0.16	0.17	234	0.012	FT1	0.127	0.13	0.27	0.37
FD1	29050	29197	147	-	Bm7	0.00	0.10	0.011	0.10	0.17	234	0.014	FT1	0.063	0.08	0.17	0.42
FD2	29205	30335	1130	Tombino IN05	Bm8	3.32	0.76	0.241	2.16	0.17	234	0.012	FT2	1.407	0.43	0.61	0.27
FD3	30335	30569	234	Tombino IN02 A	Bm9	1.24	0.16	0.160	0.73	0.17	234	0.014	FT1	0.478	0.27	0.54	0.23
FD3.1	30569	30695	126	FS3	Bm10	0.11	0.09	0.073	0.17	0.17	234	0.014	FT1	0.108	0.11	0.23	0.39
FD4.1	30695	30764	24	FD4	Bm11.1	0.50	0.02	0.000	0.22	0.17	234	0.010	FT2	0.140	0.12	0.18	0.58
FD4	30965	31312	347	Tombino IN03	Bm11	1.46	0.23	0.251	0.95	0.17	234	0.014	FT1	0.617	0.31	0.61	0.19
FS1.1	0	100	100	FS1.2	Bm12.1	1.45	0.05	0.016	0.64	0.17	180	0.014	FT1	0.318	0.21	0.42	0.29
FS1.2	100	442	342	Tombino IN01_E	Bm12.2	3.26	0.18	0.106	1.53	0.17	180	0.023	FT1	0.765	0.30	0.60	0.20
FS 2	476	647	171	Tombino IN03	Bm13	0.67	0.02	0.020	0.30	0.17	180	0.011	FT1	0.149	0.15	0.30	0.35
FS3	820	1009	189	Tombino IN02 B	Bm14	0.24	0.09	0.078	0.22	0.17	180	0.002	FT1	0.112	0.20	0.40	0.30
FS4	1009	1059	50	Tombino IN02 B	Bm15.1	0.14	0.03	0.023	0.09	0.17	180	0.002	FT2	0.047	0.10	0.15	0.60
FS5	1059	2157	1098	Tombino IN05	Bm16	6.49	0.58	0.427	3.37	0.17	180	0.012	FT2	1.683	0.47	0.67	0.23
FS6	2157	2484	327	-	Bm17	3.36	0.17	0.075	1.54	0.17	180	0.007	FT1	0.770	0.41	0.82	0.09
FS7	0	442	442	Tombino IN01_E	Bm18	0.00	0.23	0.122	0.28	0.17	180	0.017	FT1	0.141	0.13	0.26	0.37
FS8	442	476	34	Tombino IN04	Bm19	0.00	0.02	0.015	0.03	0.17	180	0.003	FT1	0.013	0.05	0.10	0.45
FS9	476	647	171	Canale artificiale	Bm20	0.00	0.02	0.022	0.03	0.17	180	0.008	FT1	0.016	0.04	0.09	0.46
FS10	820	1009	189	Tombino IN02 B	Bm21	0.00	0.09	0.103	0.14	0.17	180	0.006	FT1	0.072	0.11	0.23	0.39
FS11	1009	1059	50	Tombino IN02 B	Bm22.1	0.00	0.03	0.038	0.05	0.17	180	0.002	FT1	0.023	0.08	0.17	0.42

FS12	1059	2157	1098	Tombino IN05	Bm23	0.00	0.58	0.454	0.79	0.17	180	0.013	FT1	0.395	0.24	0.49	0.26
FS13	2157	2484	327	-	Bm24	0.36	0.17	0.052	0.33	0.17	180	0.011	FT1	0.164	0.16	0.32	0.34

FOSSI DI GUARDIA NV 02

Fosso di guardia			Superfici drenate									Calcolo della portata con metodo della corrivazione					
Nome fosso	progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza fosso	Recapito	Nome bacini idrici afferenti	Superficie aree esterne	Superficie aree pavimentate	Superficie scarpate	Superficie equivalente	Tempo di concentrazione	intensità di pioggia	Pendenza	Tipo sezione	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Franco idraulico
Fosso	Progr.In	Progr.Fi.	L	R	S _t	S _e	S _{str}	S _{eq}	S _{eq}	τ	i	j	Tipo	Q	y	GR	Franco
	m	m	m			ha	ha	ha	ha	h	mm/h	m/m		m ³ /s	m	%	m
FS1.3	0	101	101	Tombino IN01_E	Bm25	0.52	0.23	0.035	0.44	0.25	135	0.008	FT1	0.163	0.20	0.40	0.30
FS1.4	0	101	83	Tombino IN04	Bm26	0.00	0.04	0.060	0.08	0.25	135	0.008	FT1	0.028	0.07	0.14	0.43
FS1.5	-	-	98	FP4	Bm27	0.00	0.11	0.098	0.16	0.25	135	0.018	FT1	0.060	0.09	0.18	0.41

FOSSI DI GUARDIA NV03 1^FASE

Fosso	Progr.In	Progr.Fi.	L	R	S _t	S _e	S _{str}	S _{eq}	S _{eq}	τ	i	j	Tipo	Q	y	GR	Franco
FS14	0	170	170	Tombino IN07 A	Bm28	0.73	0.09	0.140	0.45	0.17	180	0.042	FT1	0.227	0.13	0.26	0.37
FD4.2	-	-	63	FS15	Bm11.4	0.10	0.00	0.000	0.04	1.17	43	0.113	FT1	0.005	0.01	0.02	0.49
FS15	-	-	37	FS 16	Bm29	0.29	0.00	0.010	0.12	0.17	180	0.122	FT1	0.061	0.04	0.09	0.46
FS16	-	-	34	Tombino IN06 A	Bm30	0.46	0.01	0.068	0.24	0.17	180	0.021	FT1	0.276	0.18	0.35	0.32

FS17	163	352	189	Tombino IN07 A	Bm31	0.12	0.10	0.047	0.16	0.17	180	0.005	FT1	0.082	0.14	0.27	0.36
FS18	0	137	137	FS 18.1	Bm32	0.14	0.07	0.147	0.21	0.17	180	0.074	FT1	0.104	0.07	0.14	0.43
FD5	42070	42020	50	FS18.1	Bm11	0.00	0.03	0.011	0.04	0.17	234	0.008	FT1	0.024	0.06	0.11	0.44
FD6	42677	42084	593	Torrente Acquara	Bm12	2.17	0.40	0.225	1.36	0.17	234	0.013	FT1	0.888	0.38	0.76	0.12
FP7	42331	42084	247	Torrente Acquara	Bm13	0.00	0.17	0.244	0.30	0.17	234	0.005	FT1	0.193	0.21	0.42	0.29
FP6	42070	41999	71	Tombino IN07 A	Bm14	0.00	0.05	0.096	0.10	0.17	234	0.003	FT1	0.066	0.14	0.27	0.36
FS18.1	137	184	47	Tombino IN07 A	Bm32.1	0.14	0.16	0.256	0.36	0.17	234	0.004	FT1	0.232	0.25	0.50	0.25
FS19	163	325	162	Tombino IN07 A	Bm33	0.00	0.19	0.341	0.38	0.17	234	0.003	FT1	0.247	0.28	0.56	0.22
FS20	325	365	35	Tombino IN06 A	Bm34	0.00	0.04	0.055	0.07	0.17	234	0.006	FT1	0.046	0.09	0.18	0.41
FS21	365	400	18	Tombino IN06 A	Bm35	0.65	0.01	0.030	0.29	0.17	234	0.028	FT1	0.189	0.13	0.26	0.37
FS22	-	-	43	Tombino IN06 A	Bm36	0.00	0.03	0.070	0.07	0.17	234	0.007	FT1	0.044	0.08	0.16	0.42
FS23	-	-	29	Tombino IN06 A	Bm37	0.00	0.02	0.043	0.04	0.17	234	0.017	FT1	0.028	0.05	0.10	0.45
FS24	-	-	95	Canale a cielo aperto	Bm38	0.00	0.06	0.205	0.18	0.17	234	0.005	FT1	0.118	0.16	0.32	0.34
FP5.2	-	-	37	FS27	Bm11.5	0.02	0.00	0.000	0.01	0.17	234	0.014	FT1	0.006	0.02	0.04	0.48
FS27	-	-	56	FS28	Bm41	0.18	0.00	0.000	0.07	0.17	180	0.161	FT1	0.036	0.03	0.06	0.47
FS28	-	-	45	FS30	Bm42	0.32	0.00	0.035	0.15	0.17	180	0.051	FT1	0.231	0.12	0.25	0.38
FS29	-	-	56	FS30	Bm43	0.00	0.00	0.040	0.02	0.17	180	0.005	FT1	0.012	0.04	0.09	0.46
FS30	-	-	16	Canale in c.a.	Bm44	0.42	0.00	0.075	0.21	0.17	180	0.013	FT1	0.262	0.20	0.39	0.30
CANALE CIELO APERTO TRATTO C1			98	Canale a cielo aperto C2	Bm45	0.98	0.66	0.928	1.54	0.17	234	0.010	FR6	1.005	0.28	0.28	0.72
CANALE CIELO APERTO TRATTO C2			141	Canale a cielo aperto C3	Bm46	1.18	0.72	1.133	1.80	0.17	234	0.007	FR6	1.175	0.36	0.36	0.64
CANALE CIELO APERTO TRATTO C3			43	Canale a cielo aperto C4	Bm47	1.18	0.72	1.133	1.80	0.17	234	0.003	FR6	1.447	0.53	0.53	0.47
CANALE CIELO APERTO TRATTO C4			91	Tombino esistente da ripristinare	Bm48	2.71	0.84	1.472	2.72	0.17	234	0.005	FR6	2.089	0.61	0.61	0.39
IN07A	337	337	53	Canale a cielo aperto C1	-	0.98	0.59	0.88	1.45	0.17	234	0.010	FR7	0.947	0.17	0.08	1.83



LINEA NAPOLI – BARI
TRATTA BOVINO - ORSARA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI
PIATTAFORMA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA		DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00	D 29	RI	ID0002 002	B	40 di 42

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.

Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.

Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.

Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.

G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989

Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.

Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.

Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.

Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977

Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.

Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.

Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso www.osservatorioacque.it.

Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.

Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14 gennaio 2008.



LINEA NAPOLI – BARI
TRATTA BOVINO - ORSARA

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI
PIATTAFORMA**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA		DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00	D 29	RI	ID0002 002	B	42 di 42

DM 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.