

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

### PROGETTO DEFINITIVO

NODO INTERMODALE DI BRINDISI  
INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE  
RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA  
NAZIONALE

### IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

SCALA:

-

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

I A 7 L 0 1 D 1 0 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L. Dinelli	Maggio 2020	I. Marchese	Maggio 2020	T. Paoletti	Maggio 2020	L. Berardi Maggio 2021
B	Emissione esecutiva	L. Dinelli	Maggio 2021	I. Marchese	Maggio 2021	T. Paoletti	Maggio 2021	

File: IA7L00D10RIID0002001B

n. Elab.:

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	2 di 38

## Sommario

1	PREMESSA.....	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	7
2.1	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE PUGLIA (PAI).....	7
2.2	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA).....	10
2.3	NTC 2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI.....	11
2.4	MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI.....	11
2.5	REGIO DECRETO DEL 25/07/1904 N.523.....	11
3	SINTESI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO E DEGLI ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	12
4	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE.....	15
5	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA .....	16
5.1	IL METODO CINEMATICO.....	16
	5.1.1 <i>Stima del tempo di accesso in rete</i> .....	18
6	RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA 21	
6.1	LINEA FERROVIARIA IN RILEVATO .....	21
	6.1.1 <i>Verifica interasse embrici</i> .....	22
6.2	LINEA FERROVIARIA IN TRINCEA.....	22
6.3	LINEA FERROVIARIA IN VIADOTTO .....	23
	6.3.1 <i>Verifica interasse bocchettoni grigliati</i> .....	23
6.4	RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO .....	24
7	TOMBINI DI COMUNICAZIONE MONTE-VALLE E TOMBINI PER LA RISOLUZIONE DI INTERFERENZE RELATIVI AI CANALI IN11 E IN12.....	25
8	CANALI DI RECAPITO IN11-IN12 E VASCA DI LAMINAZIONE.....	28

<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</b>	IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	3 di 38

8.1	DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE VASCA IN08 .....	29
8.2	VERIFICA CANALE IN11 .....	32
9	COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....	33
10	APPENDICE: VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....	34
10.1	FOSSI DI GUARDIA.....	34
10.2	COLLETTORI E CANALETTE .....	38

## INDICE TABELLE

<i>Tabella 1 – Sintesi degli elementi di progetto e degli elaborati di riferimento.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 2 – LSPP per durate <math>d &lt; 1</math> ora – Tr 100 anni.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 3 – LSPP per durate <math>d \geq 1</math> ora – Tr 100 anni .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 4 – Tempi di accesso per i bacini scolanti ad Ovest della linea in progetto .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 5 – Dimensioni tipologiche canalette di piattaforma .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 6 – Intestazione delle tabelle di verifica dei manufatti.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 7 – Portate di progetto tombini .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 8 – Risultati delle verifiche idrauliche dei tombini in moto uniforme.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 9 – Riepilogo WBS canali di recapito e vasca di laminazione .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 10 – Schema di recapito canali IN12-IN11 con vasca di laminazione IN08.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabella 11 - Risultati delle verifiche idrauliche in moto uniforme per canale IN11 .....</i>	<i>32</i>

## INDICE FIGURE

<i>Figura 1.1 – Inquadramento dell'intervento .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.1 – Estratto Mappe di Pericolosità Idraulica (PAI-PGRA) n. 417 Brindisi, con sovrapposizione del tracciato di progetto. ....</i>	<i>9</i>

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	4 di 38

<i>Figura 5.1 - Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.</i>	17
<i>Figura 5.2 – Bacini scolanti ad Ovest della linea in progetto</i>	20
<i>Figura 6.1 – Sezione tipo in rilevato</i>	21
<i>Figura 8.1 – Andamento tiranti in vasca per diverse durate</i>	31
<i>Figura 8.2 – Portate entrante e uscenti vasca di laminazione IN08</i>	31

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	5 di 38

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma ferroviaria delle opere in progetto e relative all'intervento "Nodo intermodale di Brindisi - Infrastruttura di collegamento dell'area industriale retro-portuale di Brindisi con infrastruttura ferroviaria nazionale".



*Figura 1.1 – Inquadramento dell'intervento*

Il progetto si compone di due lotti:

Lotto 1: opere a carico del Comune di Brindisi (a cura del Comune e in corso di realizzazione):

- Binario di corretto tracciato (Binario III) e precedenza in sinistra (Binario IV) della suddetta nuova Stazione Elementare
- Nuova tratta ferroviaria di collegamento tra la Dorsale del Consorzio ASI di Brindisi (Porto di Brindisi) e la nuova Stazione Elementare per l'arrivo/partenza di treni merci a modulo 750m (circa 1,78 Km)

Lotto 2: opere a carico di RFI, oggetto della presente progettazione:

- Binari I e II della nuova stazione per l'arrivo/partenza treni di merci a modulo 750m

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	6 di 38

- Completamento posa Binari III e IV e adeguamento sede già realizzata per garantire lo stazionamento per l'intero sviluppo del Modulo di stazione da 750 m
- Nuova tratta ferroviaria di collegamento tra la suddetta nuova Stazione Elementare e la linea Bari – Lecce (OO.CC. + armamento)
- Posto di comunicazione e bivio di collegamento della nuova tratta con la Linea Adriatica (al km 764+230 circa della linea Bari – Lecce)
- Impianti di trazione elettrica e apparati tecnologici della nuova stazione merci, della tratta di collegamento tra questa e la Linea Adriatica e del bivio sulla Linea Adriatica per l'allaccio della nuova linea.

La protezione della linea ferroviaria dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo ferroviario richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento verso le canalizzazioni di smaltimento ai lati della linea ferroviaria.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici e del dimensionamento dei manufatti di raccolta, collettamento, e recapito delle acque drenate, in cui si articola la rete di drenaggio in progetto.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di Progettazione RFI in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 100 anni) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	7 di 38

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

I principali riferimenti per il presente progetto sono dati dalle seguenti riferimenti normative e/o strumenti di pianificazione:

- Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (PAI);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA);
- Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018);
- Manuale di Progettazione delle Opere Ferroviarie (RFI DTC SI CS MA IFS 001 E);
- Regio Decreto del 25/07/1904 n.523.

### **2.1 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE PUGLIA (PAI)**

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia è stato approvato il 30/11/2005 e pubblicato in Gazzetta Ufficiale n.8 del 11 gennaio 2006. L'aggiornamento delle perimetrazioni è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale del 16 Febbraio 2017.

Il PAI si configura come Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del più ampio Piano di Bacino derivante dall'iniziale Legge 183/89 sulla difesa del suolo, e ai successivi decreti quali il Decreto 180/98 "Decreto Sarno" e s.m.i., che danno impulso alla pianificazione stralcio.

Il PAI della Regione Puglia si pone come obiettivo immediato la redazione di un quadro conoscitivo generale dell'intero territorio di competenza dell'Autorità di Bacino, in termini di inquadramento delle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrologiche.

Il PAI è costituito dai seguenti elaborati:

- Relazione generale;
- Norme Tecniche di Attuazione;
- Allegati ed elaborati cartografici.

La pericolosità idraulica è definita come prodotto dell'intensità con la probabilità, e individuata per la maggior parte dei corsi d'acqua della Regione Puglia mediante una mappatura del territorio eseguita secondo le specifiche metodologie di modellazione idrologica e idraulica dei singoli corsi d'acqua.

La pericolosità idraulica viene suddivisa in tre classi in funzione della probabilità di accadimento come segue:

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	8 di 38

- Area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- Area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- Area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

Le prescrizioni derivanti dal PAI sono riassunte nelle Norme Tecniche di Attuazione che disciplinano le attività consentite all'interno di ciascuna area di pericolosità (AP, MP e BP), nei seguenti articoli:

- Articolo 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.);
- Articolo 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.);
- Articolo 9 Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.);
- Articolo 10 Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale.

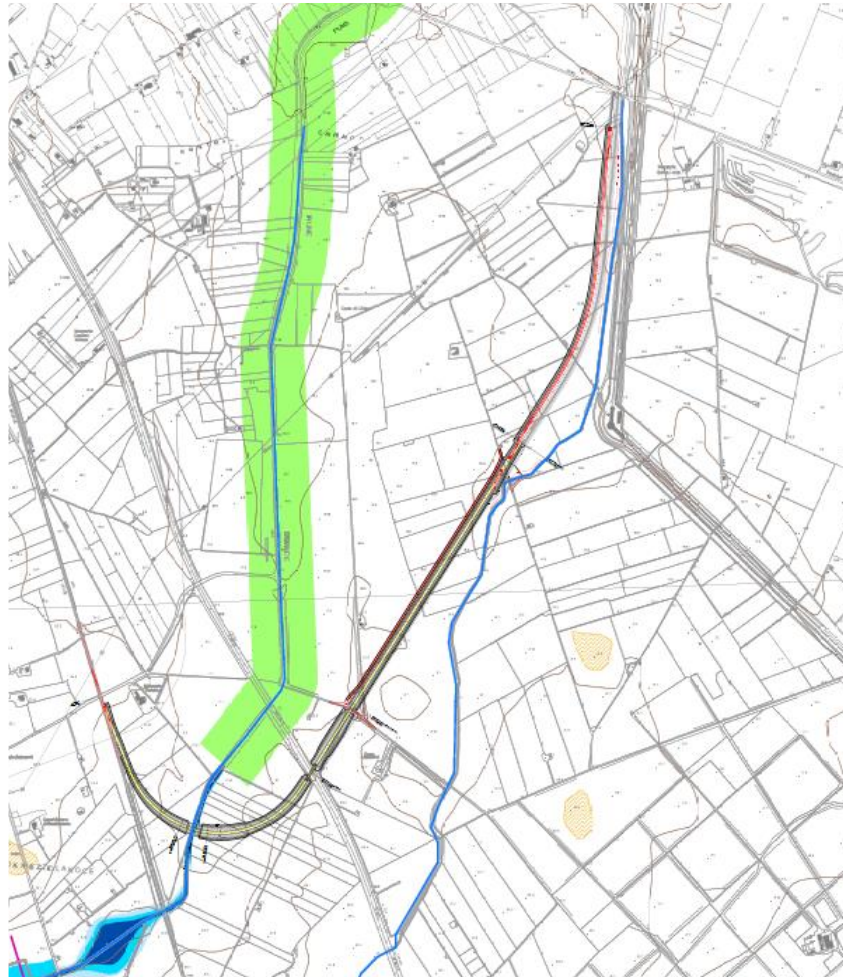
Dalla sovrapposizione del tracciato con le planimetrie di Piano, si evince che l'ambito di intervento non ricade all'interno delle fasce di pertinenza fluviale, né all'interno di aree a pericolosità idraulica, pertanto non è soggetto a particolari prescrizioni derivanti dagli articoli sopra indicati.



**IDROLOGIA E IDRAULICA**






**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	9 di 38




**Legenda**

**PERICOLOSITA' IDRAULICA**

-  AP - Aree ad alta pericolosità
-  MP - Aree a media pericolosità
-  BP - Aree a bassa pericolosità
-  Fasce fluviali
-  Sezione trasversale di calcolo con valori massimi di tirante h in m, velocità v in m/s, portata q in m<sup>3</sup>/s

**Figura 2.1 – Estratto Mappe di Pericolosità Idraulica (PAI-PGRA) n. 417 Brindisi, con sovrapposizione del tracciato di progetto.**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b> <b>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA IA7L	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RI ID0002 001	REV. B	FOGLIO 10 di 38

## 2.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni tratta tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio, quali la prevenzione, la protezione, la preparazione ed il recupero post-evento. Il piano rappresenta lo strumento con cui coordinare il sistema della pianificazione in capo all'Autorità di Bacino e quello della Protezione Civile, con la direzione del Dipartimento Nazionale e i livelli di governo locale, rafforzando lo scambio reciproco di informazioni ed avendo quale comune finalità la mitigazione del rischio di alluvioni.

La redazione dei PGRA deriva dall'attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni), recepita in Italia dal D.Lgs. 49/2010 e ss.mm.ii., che istituisce *“un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni, volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità”*

Per l'attuazione degli adempimenti di cui al D.Lgs. 49/2010, l'AdB Puglia ha dapprima adottato le Misure Transitorie ai sensi dell'art. 11 del D.Lgs. 49/2010 con Delibera Comitato Istituzionale AdBP n. 65/2010, e successivamente ha predisposto le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni sul territorio di propria competenza.


Le mappe della pericolosità (art. 6 co. 2 e 3 del D.Lgs. 49/2010) contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo tre diversi scenari distinti per probabilità di accadimento (bassa, media ed elevata). Per ciascuno scenario vengono indicati i seguenti elementi:

- a) estensione dell'inondazione;
- b) altezza idrica o livello;
- c) caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Le mappe del rischio (art. 6 co. 5 del D.Lgs. 49/2010) indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni in 4 classi di rischio di cui al DPCM 29 settembre 1998, espresse in termini di:

- a) numero indicativo degli abitanti interessati;
- b) infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole, etc);
- c) beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse;
- d) distribuzione e tipologia delle attività economiche;
- e) impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette.

Il PGRA non introduce ulteriori prescrizioni a quelle derivanti dalle NTA del PAI.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>NODO INTERMODALE DI BRINDISI</b> <b>INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA</b> <b>INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON</b> <b>INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b> <b>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA IA7L	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RI ID0002 001	REV. B	FOGLIO 11 di 38

### 2.3 NTC 2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI

L'intervento in progetto non ricade all'interno delle norme di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche sulle costruzioni" e CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, in quanto non sono previsti attraversamenti di corsi d'acqua.

### 2.4 MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI

Il Manuale di Progettazione RFI 2019 descrive al Cap. 3.7 le modalità ed i contenuti degli studi idrologici ed idraulici finalizzati all'esame dell'interazione tra il reticolo idrografico superficiale e la linea ferroviaria, nonché ai sistemi drenaggio e smaltimento delle acque interagenti con le opere in progetto.

### 2.5 REGIO DECRETO DEL 25/07/1904 N.523

Il Regio Decreto n. 523 del 25/07/1904 è il "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie" disciplina tuttora le modalità e procedure amministrative relative alla gestione dei corsi d'acqua e opere connesse.

L'articolo 96 dispone il divieto assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese di molte tipologie di opere. Focalizzando il punto f) si legge della distanza «stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località» e in mancanza di queste, non «minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi».

La prescrizione che ne discende riguarda la distanza minima delle opere dai corsi d'acqua, come nel caso in esame del parallelismo con il Canale di Levante.

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	12 di 38

### 3 SINTESI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO E DEGLI ELABORATI DI RIFERIMENTO

La rete di drenaggio delle acque della piattaforma ferroviaria è stata progettata in forma integrata con la rete di smaltimento delle acque stradali e quelle dei piazzali per il collettamento delle portate complessive drenate ai recapiti finali. Nella tabella a seguire si riporta una descrizione dell'intero sistema di drenaggio in progetto, indicando i relativi elaborati di riferimento.

<b>TRATTO FERROVIARIO</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO</b>
<p><b>Pk 1+900-2+900</b></p> <p>Per la definizione dello schema di drenaggio adottato in questo tratto di linea si fa presente come il rilevante contributo meteorico scolante dal bacino individuato ad Ovest della linea (avente una superficie di oltre 50 ha), oltre che la sistemazione idraulica con argini del Canale di Levante prevista dagli interventi del Lotto 1, hanno portato ad escludere la realizzazione di opere di attraversamento puntuali con recapito al Canale di Levante nel suo tratto in affiancamento alla ferrovia, la cui funzionalità idraulica, non sarebbe stata peraltro garantita in virtù di evidenti fenomeni di rigurgito provocati dal canale stesso.</p> <p>Per tali motivi si è individuata una soluzione progettuale alternativa, qui di seguito brevemente descritta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di un canale a U di larghezza variabile (IN12) posto in affiancamento alla stazione elementare e alla viabilità di accesso NV06, avente la funzione di intercettare i contributi meteorici scolanti dal bacino di cui sopra, con recapito alla vasca di laminazione IN08;</li> <li>- regolazione della portata recapitata dal canale IN12 mediante una vasca di laminazione in terra (IN08);</li> <li>- recapito della portata regolata in corrispondenza della sezione 2 (non arginata) del Canale di Levante, posta poco più a monte della confluenza dello stesso con il Fiume Grande, mediante un canale a U (IN11) a larghezza costante.</li> </ul> <p>Lo schema di drenaggio individuato per le pk in esame è costituito dai seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fossi di guardia al piede dei rilevati ferroviari, convoglianti le acque della piattaforma ferroviaria dei binari I, II (da 1+900 a 2+650) e quelle scolanti dalla viabilità NV06;</li> <li>- Canalette in cls per i tratti di ferrovia in trincea per i binari I, II, III e IV (da 2+650 a 2+950);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IA7L00D10P7ID0002001-2 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;</li> <li>- IA7L00D10PZID0002002 – Dettagli costruttivi smaltimento acque di piattaforma ferroviaria.</li> <li>- IA7L00D10BZIN0300001 – Tombino stradale IN03 <math>\Phi</math>1000 su viabilità NV06: Carpenteria, pianta scavi e dettagli costruttivi;</li> <li>- IA7L00D10L6IN1100001 – IN11 - Recapito al Canale di Levante e IN12 - Canale in ingresso alla vasca di laminazione: planoprofilo complessivo;</li> <li>- IA7L00D10PZIN1100001 – IN11 - Recapito al Canale di Levante e IN12 - Canale in ingresso alla vasca di laminazione: sezioni tipologiche;</li> <li>- IA7L00D10W9IN1100001-2 – IN11 - Recapito al Canale di Levante e IN12 - Canale in ingresso alla vasca di laminazione: sezioni trasversali;</li> <li>- IA7L00D10PZID0002005 – Vasca di laminazione IN08 - Planimetria, sezioni trasversali, dettagli;</li> <li>- IA7L00D10PZIN1200001 – IN12 - Canale in ingresso alla vasca di laminazione: interferenza con strada poderale;</li> <li>- IA7L00D10PZIN1100002 – IN11 - Recapito al Canale di Levante: interferenza con strada Villanova e altre viabilità campestri;</li> <li>- IA7L00D10PZIN0400001 – Interferenze viarie, SP88 - IN04, Pianta, profilo e sezioni dell'intervento</li> </ul>

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	13 di 38

- Tombino stradale IN03, che recapita i contributi meteorici anzidetti al canale IN12;
- Canale IN12, che intercetta i contributi meteorici derivanti dal tombino IN03 e dalle aree esterne alla NV06, con recapito alla vasca di laminazione IN08;
- Canale IN11, che si diparte dalla vasca IN08, con recapito finale al Canale di Levante.

Le acque scolanti sulla piattaforma ferroviaria in progetto e sui rilevati dei binari III e IV compresi tra 1+900 e 2+650 (oggetto del Lotto 1) continuano ad essere recapitate nei fossi di guardia lato Canale di Levante previsti nelle opere del Lotto 1, con recapito nella camera di valle del tombino  $\Phi$ 800 pk 1+822, rientrando anch'esso in tali interventi. Nella stessa camera di valle è recapitata la quota parte di contributo meteorico scolante sulla trincea ferroviaria (binari III e IV) in progetto tra le pk 2+650 e 2+950.

Lo stesso tombino è individuato come recapito il fosso di guardia della NV06 fra le pk 1+820-2+100, e recapitante le acque scolanti sulle aree esterne alla stessa.

**Pk 2+900-3+900**

Lo schema di drenaggio individuato per le pk in esame è costituito dai seguenti elementi:

- Fossi di guardia al piede dei rilevati ferroviari, convoglianti le acque della piattaforma ferroviaria, quelle scolanti dalla viabilità NV03 e quelle derivanti dall'area interclusa tra ferrovia e viabilità NV02;
- Fosso di guardia esterno alla viabilità NV02 a larghezza variabile, convogliante le acque scolanti dalle aree esterne;
- Tombino stradale/ferroviario IN01, che recapita al Canale di Levante i due contributi anzidetti unitamente alle acque di piattaforma stradale della NV02 e quelle del piazzale del FT di stazione FA01 (previo trattamento mediante vasca di prima pioggia IN06);
- Canalette in cls per i tratti di ferrovia in trincea (da 2+950 a 3+100), con recapito al tombino IN03.

- IA7L00D10P7ID0002001-2 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;
- IA7L00D10PZID0002002 – Dettagli costruttivi smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;
- IA7L00D10BZIN0100001 – Tombino ferroviario IN01 km 3+075: pianta, sezione longitudinale e scavi;
- IA7L00D10BZIN0100002 – Tombino ferroviario IN01 km 3+075: sezioni trasversali di carpenteria e dettagli;
- IA7L00D10RIID0002002 – Relazione idraulica drenaggio di piattaforma stradale e piazzali;
- IA7L00D10P7NV0200002 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma stradale NV02;
- IA7L00D10PAID0002001 – Planimetria smaltimento acque piazzale FT di stazione.

**Pk 3+900-4+120**

Lo schema di drenaggio individuato per le pk in esame è costituito dai seguenti elementi:

- Fossi di guardia al piede dei rilevati ferroviari, convoglianti le acque della piattaforma ferroviaria, quelle scolanti dalle aree esterne ad essi afferenti, e quelle derivanti dalla viabilità NV04;
- Collettori convoglianti le acque di metà viadotto VI01 con recapito ai fossi ferroviari;
- Canalette semicircolari per i rilevati con banca;

- IA7L00D10P7ID0002001-2 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;
- IA7L00D10PZID0002002 – Dettagli costruttivi smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;
- IA7L00D10BZIN0200001 – Tombino ferroviario IN02  $\Phi$  1500 km 3+909: Carpenteria, pianta scavi e dettagli pozzetti;

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	14 di 38

<p>- Tombino ferroviario IN02, con recapito finale al Fiume Grande mediante un fosso di guardia in progetto con sviluppo in affiancamento a SC Formosa.</p>	
<p><b>Pk 4+120-4+540</b> Lo schema di drenaggio individuato per le pk in esame è costituito dai seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fossi di guardia al piede dei rilevati ferroviari, convoglianti le acque scolanti dalla piattaforma ferroviaria, e quelle scolanti dalle aree esterne ad essi afferenti;</li> <li>- Collettori convoglianti le acque di metà viadotto VI01 con recapito ai fossi ferroviari;</li> <li>- Canalette semicircolari per i rilevati con banca;</li> </ul> <p>Il recapito è individuato nel Fiume Grande mediante il controfosso dell'argine in dx idraulica previsto in progetto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IA7L00D10P7ID0002001-2 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;</li> <li>- IA7L00D10PZID0002002 – Dettagli costruttivi smaltimento acque di piattaforma ferroviaria.</li> </ul>
<p><b>Pk 4+540-5+000</b> Lo schema di drenaggio individuato per le pk in esame è costituito dai seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fossi di guardia al piede dei rilevati ferroviari, convoglianti della piattaforma ferroviaria e quelle scolanti dalle aree esterne ad essi afferenti;</li> <li>- Collettori convoglianti le acque del viadotto VI02 con recapito ai fossi ferroviari;</li> <li>- Fosso di guardia al piede del rilevato della viabilità NV05 con recapito al tombino IN05;</li> <li>- Tombino stradale IN05, che recapita al Fiume Grande (in sx idraulica, a valle dei rilevati arginali in progetto) i contributi ferroviari anzidetti, quelli scolanti dalla viabilità NV05 e dalle aree esterne ad essa afferenti, e quelle derivanti dai piazzali del FT e della cabina TE di bivio previo trattamento con vasca di prima pioggia IN07.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IA7L00D10P7ID0002001-2 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;</li> <li>- IA7L00D10PZID0002002 – Dettagli costruttivi smaltimento acque di piattaforma ferroviaria;</li> <li>- IA7L00D10BZIN0500001 – Tombino stradale IN05 Φ1000 su viabilità NV05: Carpenteria, pianta scavi e dettagli costruttivi;</li> <li>- IA7L00D10RIID0002002 – Relazione idraulica drenaggio di piattaforma stradale e piazzali;</li> <li>- IA7L00D10P7NV0500002 – Planimetria smaltimento acque di piattaforma stradale NV05;</li> <li>- IA7L00D10PAID0002002 – Planimetria smaltimento acque piazzale FT e Cabina TE di bivio.</li> </ul>

*Tabella 1 – Sintesi degli elementi di progetto e degli elaborati di riferimento*

#### 4 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il confronto di due metodi applicati nella Relazione Idrologica generale dell'area, alla quale si rimanda per i dettagli della trattazione (Elab. IA7L00D09RIID0001001), ovvero quello basato sui dati degli Annali e quello basato su modelli di regionalizzazione delle piogge.

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo della corrvazione, a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

I parametri caratteristici delle curve sono ottenuti seguendo l'analisi riportata nella Relazione Idrologica dove vengono definiti i coefficienti  $a$  ed  $n$  delle leggi di possibilità pluviometrica maggiormente rappresentativi dell'area in progetto, validi per tempi di pioggia inferiori l'ora.

Nella seguente tabella si riportano i parametri delle equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ( $h(t) = a t^n$ ), da utilizzare ai fini della determinazione delle portate di progetto in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma dell'area in oggetto.

I parametri della LSPP per  $Tr$  100 anni sono riportati nelle tabelle successive.

<b>LSPP <math>d &lt; 1</math> ora – <math>Tr</math> 100 anni</b>		
<b>Zona</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
Brindisi Porto	71.32	0.227

*Tabella 2 – LSPP per durate  $d < 1$  ora –  $Tr$  100 anni*

<b>LSPP <math>d \geq 1</math> ora – <math>Tr</math> 100 anni</b>		
<b>Zona</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
Brindisi Porto	76.50	0.240

*Tabella 3 – LSPP per durate  $d \geq 1$  ora –  $Tr$  100 anni*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	16 di 38

## 5 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

La verifica idraulica dei fossi di guardia per lo smaltimento delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma ferroviaria è stata condotta mediante il metodo cinematico a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

### 5.1 IL METODO CINEMATICO

Tale metodo permette il calcolo della portata conseguente ad un'assegnata precipitazione in riferimento ad una determinata superficie scolante e rete di drenaggio.

Il metodo si fonda su tre ipotesi fondamentali:

- la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
- la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La definizione della portata di piena avviene tramite la formula:

$$Q = \frac{\varphi S i(\tau_c, T_R)}{3600}$$

dove

- $Q$ , portata [l/s];
- $\varphi$ , coefficiente di deflusso [-] assunto pari a 0.9 per la piattaforma ferroviaria e stradale, 0.6 per le scarpate dei rilevati e delle trincee, 0.3 per le aree esterne;
- $S$ , superficie drenata [mq];
- $i$ , intensità di pioggia [mm/h], funzione del tempo di corrivazione  $\tau_c$  [ore] e del tempo di ritorno  $T_R$ ;

Utilizzando, per il calcolo dell'altezza di pioggia, un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, si ottengono le portate maggiormente critiche in quanto sono tali da mettere tutto il bacino in condizione di contribuire al deflusso attraverso la sezione considerata ed allo stesso tempo sono quelle più intense in quanto di ridotta durata.

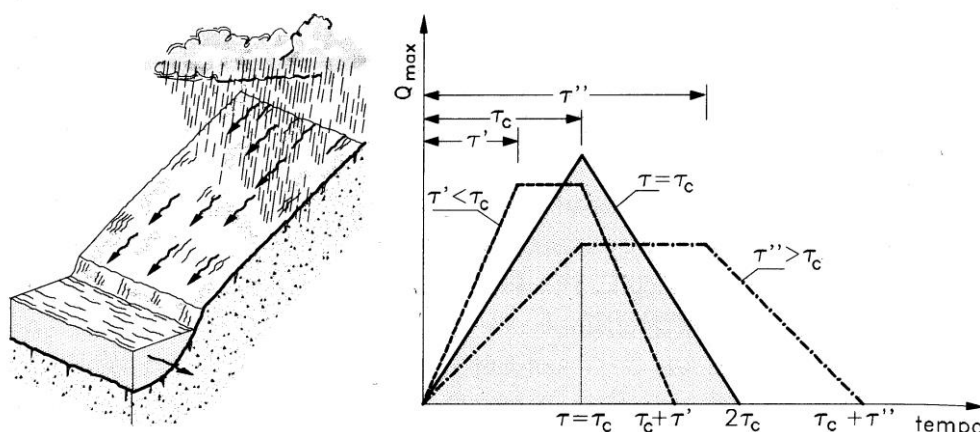


**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	17 di 38

Nella Figura 5.1 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione). Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.



*Figura 5.1 - Metodo cinematico: schema del bacino e 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 sezione 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.

Nota la geometria della rete di drenaggio e le caratteristiche dei sottobacini contribuenti, il tempo di corrivazione può essere stimato mediante la seguente:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove:

- $\tau_a$  e il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo;
- $\tau_r$  e 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  $\tau_r$  è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete di drenaggio. Pertanto il tempo di rete sarà dato dalla seguente espressione:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>NODO INTERMODALE DI BRINDISI</b> <b>INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA</b> <b>INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON</b> <b>INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE</b></p>												
<p><b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b> <b>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</b></p>	<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>IA7L</td> <td>01</td> <td>D10</td> <td>RI ID0002 001</td> <td>B</td> <td>18 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	18 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	18 di 38								

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

### 5.1.1 Stima del tempo di accesso in rete

Per quanto riguarda la valutazione del tempo di accesso  $\tau_a$ , questo è stato posto pari a 5min, ad eccezione di quei casi in cui la rete di drenaggio risultava interessata da aree esterne contribuenti di dimensioni non trascurabili (ma comunque prive di aste idrauliche), per le quali il tempo di accesso è stato determinato mediante le seguenti formulazioni disponibili in letteratura.

- *Civil Engineering Department dell'Università del Maryland (1971)*, che propone la seguente:

$$\tau_a = 26.3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{i(\tau_a, T_r)^{0.4} s^{0.3}}$$

Esprimendo l'intensità di pioggia mediante l'espressione a 2 parametri  $i(\tau_a, T_r) = a\tau_a^{n-1}$ , con semplici passaggi è possibile ottenere la seguente espressione:

$$\tau_a = \left[ 26.3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{3600^{(1-n)0.4} a^{0.4} s^{0.3}} \right]^{1/(0.6+0.4n)}$$

dove:

- $\tau_a$  è espresso in [s];
  - $L$  è la lunghezza della superficie scolante [m];
  - $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];
  - $a$  è espresso in [ $m/ora^n$ ];
  - $s$  è la pendenza media della superficie scolante [m/m];
- *Mambretti e Paoletti (1996)*, suggeriscono la seguente espressione, basata sull'analogia con un "condotto equivalente";

$$\tau_a = 1714 \frac{A^{0.3}}{s^{0.375} K_s^{0.75} i(\tau_a, T_r)^{0.25} \varphi^{0.25}}$$

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	19 di 38

Anche in questo caso, esprimendo l'intensità di pioggia mediante la legge a 2 parametri ed esplicitando  $\tau_a$  si ottiene:

$$\tau_a = \left[ 1714 \frac{A^{0.3}}{3600^{0.25(1-n)} s^{0.375} K_s^{0.75} a^{0.25} \varphi^{0.25}} \right]^{1/(0.75+0.25n)}$$

dove:

- $\tau_a$  è espresso in [s];
- $A$  è la superficie del bacino [ha];
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];
- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso [-];
- $a$  è espresso in [ $mm/ora^n$ ];
- $s$  è la pendenza della rete di drenaggio, che può essere assunta pari al valor medio di quella del sottobacino [m/m];

Con riferimento alle aree scolanti ad Ovest della linea fra le pk 1+900 e 3+750 (Figura 5.2) si riportano a seguire i risultati, ottenuti per  $Tr=100$  anni, assunto un coefficiente di deflusso pari a 0.3 (Uso del suolo: Seminativi, Vigneti) ed un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a  $25 m^{1/3}/s$ .

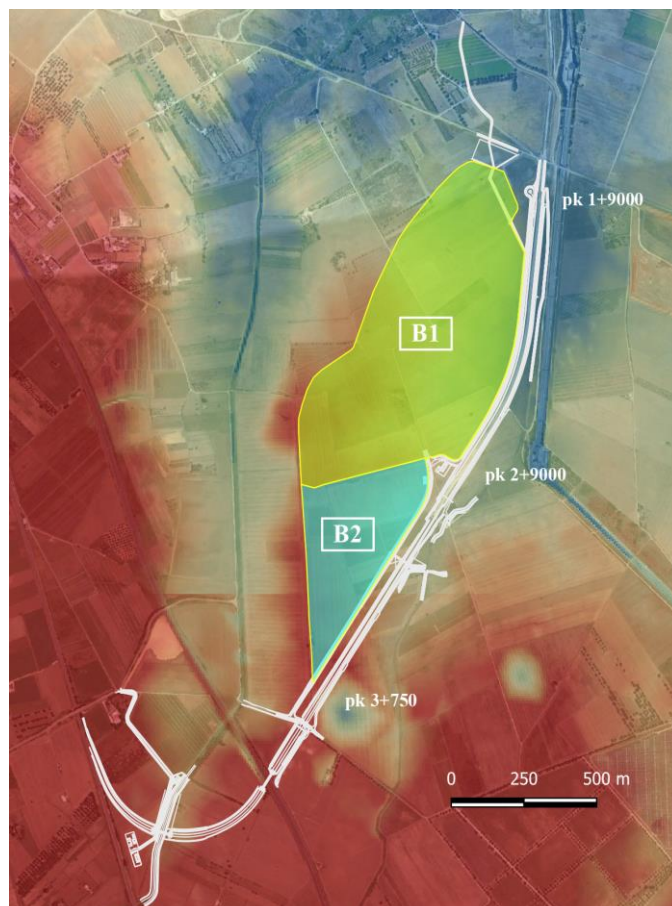
Sottobacino	pk	L (m)	$K_s$ ( $m^{1/3}s^{-1}$ )	s (m/m)	A (ha)	$\varphi$ (-)	Maryland	Mambretti Paoletti	$t_a$ adottato
							$t_a$ (min)	$t_a$ (min)	$t_a$ (min)
<b>B1</b>	1+900- 2+900	500	25	0.015	51.13	0.300	18.69	14.13	<b>15.00</b>
<b>B2</b>	2+900- 3+750	300	25	0.015	16.62	0.300	12.00	9.30	<b>10.00</b>

**Tabella 4 – Tempi di accesso per i bacini scolanti ad Ovest della linea in progetto**

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	20 di 38



*Figura 5.2 – Bacini scolanti ad Ovest della linea in progetto*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

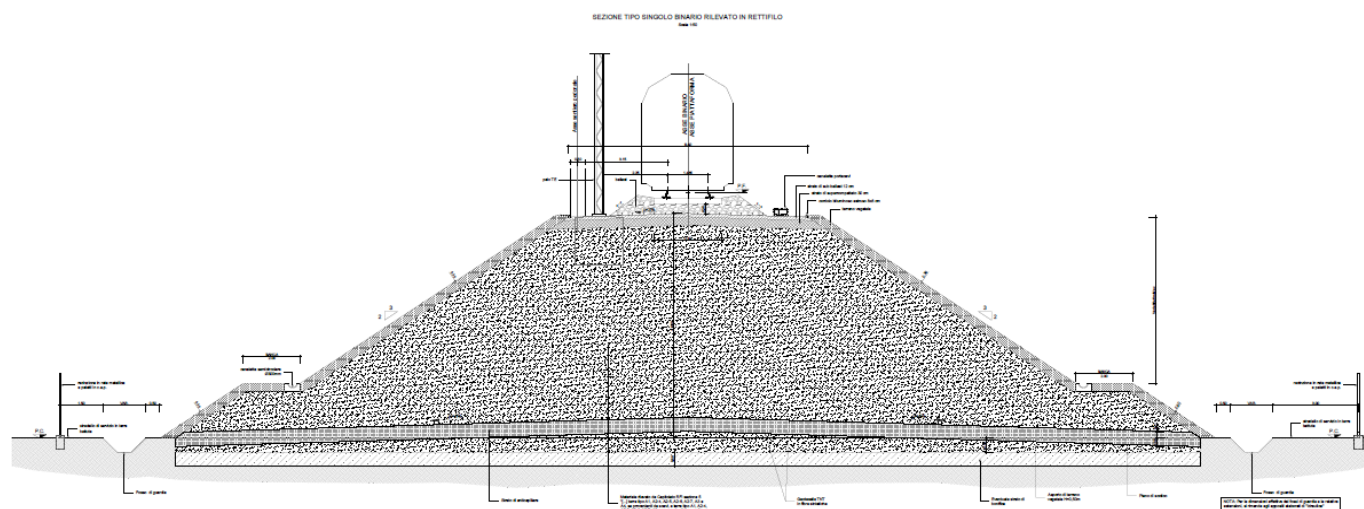
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	21 di 38

## 6 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA

### 6.1 LINEA FERROVIARIA IN RILEVATO

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato ed assicurare il loro recapito all'esterno del corpo ferroviario, si sono adottate 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 le acque meteoriche defluiscono verso il cordolo bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici rivestiti in cls;
- Per il recapito delle acque provenienti dalla piattaforma ferroviaria e dalle aree esterne naturalmente scolanti verso la linea ferroviaria al piede del rilevato sono previsti fossi di guardia a sezione trapezoidale in terra o rivestiti, dimensioni 50x50x50cm, 60x60x60cm, 80x80x80cm, 100x100x100cm e pendenza sponde 1/1;
- In corrispondenza delle banche è previsto l'inserimento di una canaletta semicircolare in cls DN400.



*Figura 6.1 – Sezione tipo in rilevato*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	22 di 38

- Nel tratto compreso fra le pk 1+900 e 2+900, al fine di intercettare le acque scolanti dal bacino individuato a Ovest della ferrovia (S=51.13 ha), si prevede un canale in c.a. esterno alla viabilità NV06 (IN12), avente sezione a U, altezza 1,00 m e larghezza variabile, con recapito alla vasca di laminazione in progetto (IN08) e successivamente al Canale di Levante mediante il canale IN11;
- Nel tratto compreso fra la pk 3+750 e 2+900, i contributi meteorici scolanti dalle aree esterne poste a Ovest della ferrovia (S=16.62 ha) sono intercettate dai fossi di guardia esterni alla viabilità NV02 e recapitate al Canale di Levante per mezzo del tombino IN01 previsto alla 3+245.

### 6.1.1 *Verifica interasse embrici*

Il drenaggio della piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato viene garantito con un sistema costituito da embrici ad interasse fisso che scaricano nel fosso al piede del rilevato.

La portata afferente al singolo embrice è stata determinata mediante la formula razionale con riferimento ad una precipitazione di 5 minuti e ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Per i tratti in rilevato da pk 1+900 a 2+650 e da 2+950 a 3+000 si è considerata una larghezza della piattaforma pari a 11.5 m, ed un interasse tra gli embrici pari a 5 m. La portata afferente al singolo embrice risulta pari a 7.0 l/s.

Per i tratti da 3+000 a fine intervento si è considerata una larghezza della piattaforma pari a 4.5 m ed un interasse pari a 15 m. La portata afferente al singolo embrice risulta pari a 8.2 l/s.

Per la verifica dell'embrice si è determinata la massima portata che può defluire attraverso la sezione di scarico mediante la formula delle luci di stramazzo in parete grossa riportata qui di seguito:

$$Q = \mu L h \sqrt{2gh}$$

dove i simboli indicano:

- $\mu$  = coefficiente di efflusso pari a 0.385;
- $L$  = 0.50 m larghezza dell'invito dell'embrice;
- $h$  = carico sulla soglia ipotizzato pari a 0.05 m nella condizione più gravosa.

Ne deriva che la portata può defluire dallo stramazzo risulta di 9.5 l/s, valore maggiore rispetto alle portate afferenti.

## 6.2 LINEA FERROVIARIA IN TRINCEA

Nei tratti in cui la linea ferroviaria si sviluppa in trincea, il drenaggio è costituito da canalette rettangolari con copertura asolata di sezione variabile poste al lato della piattaforma ferroviaria. Le acque che scorrono sullo strato di

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	23 di 38

sub-ballast caratterizzato da pendenze del 3.00% trovano recapito in canalette rettangolari di dimensione variabile. Si riportano nella tabella di seguito le tipologie adottate.

Tipologia	Dimensioni nette (cm)
	Base - Altezza
C1	50 x 50
C2	50 x 70
C3	60 x 80

*Tabella 5 – Dimensioni tipologiche canalette di piattaforma*

## 6.3 LINEA FERROVIARIA IN VIADOTTO

### 6.3.1 Verifica interasse bocchettoni grigliati

Nei tratti in viadotto l'opera di intercettazione è costituita da un bocchettone DN200, collegato ad una tubazione in PVC, a sua volta collegata al collettore in acciaio DN400 posto al di sotto dell'impalcato ed ancorato ad esso. L'interasse dei bocchettoni è stato fissato in 10 metri.

La superficie (S) di piattaforma ferroviaria gravante sul singolo bocchettone è pari a 30 mq. La portata afferente al singolo bocchettone è stata determinata mediante la formula razionale, con riferimento ad una precipitazione di 5 minuti e ad un tempo di ritorno di 100 anni, ottenendo un valore di 3.65 l/s.

La verifica dei bocchettoni è stata effettuata ricorrendo alla formulazione riportata nella norma UNI EN 12056:

$$Q_b = \frac{K_0 D^2 \sqrt{h}}{15000}$$

in cui

- $D$  è il diametro efficace della bocca di efflusso in mm ( $D = 0.9 \cdot D_0$ ,  $D_0$  = diametro del bocchettone);
- $K_0$ , il coefficiente di scarico assunto pari a 0.5 (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri);
- $h$ , il carico alla bocca di efflusso (mm), pari a  $W \cdot Fh$ , con  $W$  = altezza dell'acqua assunta pari a 30 mm e  $Fh$  = coefficiente di carico alla bocca (assunto pari a 0.65).

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	24 di 38

Dalla relazione sopra si ottiene un valore della portata scaricabile dal bocchettone pari a 4.77 l/s, pertanto la verifica è soddisfatta.

## 6.4 RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO

Le verifiche riportate nelle tabelle in Appendice attestano l' idoneità del dimensionamento dei fossi di guardia e dei canali di recapito in progetto poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nelle sezioni idrauliche. Per i collettori dei viadotti risulta altresì rispettato un adeguato grado di riempimento (<50%).

Nell'appendice del presente documento sono riportate le tabelle di verifica dei rami principali delle reti di drenaggio. Le tabelle di verifica sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie drenata, la portata di dimensionamento, il coefficiente di deflusso medio ponderale, il tempo di corrivazione, l'intensità di pioggia corrispondente, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup tot	$\varphi$ medio pond	tc	i(tc)	Q	h	g.r.	v
			m	m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	-	min	mm/ora	l/s	m	%	m/s

*Tabella 6 – Intestazione delle tabelle di verifica dei manufatti*

Negli elaborati delle planimetrie idrauliche (vedi rif. elab. Tabella 1) sono riportate l'ubicazione della rete drenante e le sue specifiche caratteristiche, le quote di scorrimento ed eventuali opere di attraversamento e recapito.



**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	25 di 38

## 7 TOMBINI DI COMUNICAZIONE MONTE-VALLE E TOMBINI PER LA RISOLUZIONE DI INTERFERENZE RELATIVI AI CANALI IN11 E IN12

Per la linea ferroviaria e per le viabilità in progetto non si registrano interferenze con il reticolo idrografico esistente. I tombini previsti in progetto garantiscono la continuità della rete di drenaggio della piattaforma ferroviaria e risolvono alcune interferenze con le viabilità locali e interpoderali individuate lungo il tracciato dei canali IN11 e IN12.

La verifica idraulica dei tombini è stata condotta avanzando l'ipotesi di moto uniforme, facendo riferimento alla portata con TR=100, coerentemente con il tempo di ritorno utilizzato per la verifica dell'intero sistema di drenaggio.

I manufatti in questione sono identificati nella tabella seguente che riporta le progressive, il tipo di opera con le dimensioni dei tombini e le portate di progetto.

Per la verifica idraulica del tombino stradale e ferroviario alla pk 3+245 (IN01) si è considerata come condizione al contorno di valle il livello idrico del Canale di Levante corrispondente a una piena di TR=200, pari 15,08 mslm: si precisa che tale ipotesi risulta fortemente cautelativa in quanto è possibile escludere la contemporaneità del picco di piena relativo alla rete di smaltimento in progetto con quello del Canale di Levante, in quanto quest'ultimo risulta caratterizzato da tempi di corrivazione ben più elevati (ca. 4 ore). Il livello di piena per Tr=200 considerato non genera comunque fenomeni di rigurgito all'interno del tombino.

Per il tombino stradale alla pk 2+093 (IN01), la verifica idraulica ha tenuto conto dell'interazione con il canale IN12 di progetto, in cui recapita il tombino.

Pk [km]	Opera	Q <sub>100</sub> (mc/s)
1+822	Tombino DN800 esistente (Lotto1)	0.69
2+093	Tombino IN03 2xDN1500 (stradale)	1.15
2+986	Tombino DN800 esistente (Lotto1)	0.38
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (stradale NV02)	2.59
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (pista di servizio)	2.59

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	26 di 38

Pk [km]	Opera	Q <sub>100</sub> (mc/s)
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (ferrovia)	3.67
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (stradale NV03)	4.11
3+245	Canale di scarico IN01 rettangolare 4.30x1.0	4.11
3+245	Canale di scarico IN01 trapezoidale 4.30x1.0	4.11
3+909	Tombino IN02 DN1500 (ferrovia)	0.35
4+580	Tombino IN05 DN1000 (stradale)	1.00
IN12 (sez.44)	Tombino 2 x SCAT 1,85x1,85 (strada poderale)	6.12
IN11 (sez.64 IN11)	Tombino IN04 SCAT 1,50x1,50 (SP88)	2.50
IN11 (sez.62)	Tombino SCAT 1,50x1,50 (Strada Antica per Villanova)	2.50

**Tabella 7 – Portate di progetto tombini**

La verifica viene effettuata utilizzando la formula di Chèzy, assumendo un valore del coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  pari a  $0.015 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}^{-1}$  per il calcestruzzo.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Nella formula sopra riportata si ha che:

- $A$  è l'area della sezione idrica [ $\text{m}^2$ ];
- $n$  è il coefficiente di scabrezza secondo Manning [ $\text{s} / \text{m}^{1/3}$ ];
- $R$  è il raggio idraulico della sezione idrica [m];
- $i$  è la pendenza del fondo [m/m].

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri della verifica idraulica, la progressiva, la portata di progetto, la pendenza del fondo, il grado di riempimento, il tirante idrico e la velocità.

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	27 di 38

Pk [km]	Opera	Q <sub>100</sub> (mc/s)	i <sub>r</sub> (%)	G.R. (%)	h (m)	v (m/s)
1+822	Tombino DN800 esistente (Lotto1)	0.69	0.50	70%	0.56	1.82
2+093	Tombino IN03 2xDN1500 (stradale)	1.15	1.00	70%	0.70	2.18
2+986	Tombino DN800 esistente (Lotto1)	0.38	0.50	48%	0.38	1.59
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (stradale NV02)	2.59	0.20	31%	0.46	1.39
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (pista di servizio)	2.59	0.20	31%	0.46	1.39
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (ferrovia)	3.67	0.20	39%	0.59	1.55
3+245	Tombino IN01 2x SCAT 2,00X1,50 (stradale NV03)	4.11	0.20	42%	0.64	1.60
3+245	Canale di scarico IN01 rettangolare 4.30x1.0	4.11	0.20	55%	0.55	1.73
3+245	Canale di scarico IN01 trapezoidale 4.30x1.0	4.11	0.20	50%	0.50	1.69
3+909	Tombino IN02 DN1500 (ferrovia)	0.35	1.00	17%	0.24	1.88
4+580	Tombino IN05 DN1000 (stradale)	1.00	0.70	54%	0.54	2.29
IN12 (sez.44)	Tombino 2 x SCAT 1,85x1,85 (strada poderale)	6.12	0.20	49%	0.92	1.79
IN11 (sez.64 IN11)	Tombino IN04 SCAT 1,50x1,50 (SP88)	2.50	0.20	65%	0.98	1.69
IN11 (sez.62)	Tombino SCAT 1,50x1,50 (Strada Antica per Villanova)	2.50	0.20	65%	0.98	1.69

*Tabella 8 – Risultati delle verifiche idrauliche dei tombini in moto uniforme*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	28 di 38

## 8 CANALI DI RECAPITO IN11-IN12 E VASCA DI LAMINAZIONE

Come già descritto in Tabella 1, la particolare conformazione morfologica dell'area ad Ovest della linea compresa fra la pk 1+830 e la pk 2+900, unitamente agli elevati livelli idrici previsti nel Canale di Levante (che in questo tratto risulta arginato, come previsto dagli interventi del Lotto 1), non rendono possibile il recapito delle acque afferenti alla piattaforma ferroviaria mediante opere di attraversamento puntuali.

È pertanto prevista la realizzazione di un canale (IN12) con sezione a U (Ltot=1060m, larghezza var., altezza 1.00m, dotato di savanella centrale per le portate di magra) in affiancamento alla stazione elementare e alla viabilità NV06, atto ad intercettare i contributi meteorici delle aree esterne, per recapitarli, unitamente a quelli derivanti dalla piattaforma ferroviaria, alla vasca di laminazione IN08 prevista in progetto.

Dalla vasca di laminazione si diparte il canale IN12, con recapito al Canale di Levante in corrispondenza della sez. 2 dello stesso, posta poco più a monte della confluenza con il Fiume Grande. Il canale IN11 presenta uno sviluppo complessivo di 440m, con sezione 1.50x1.50m per gran parte del suo sviluppo (340m).

Come condizione di valle si è considerato il livello idrico del Canale di Levante per TR=200, il che determina un modesto rigurgito nel tratto terminale del canale IN11: al fine di contenere tale rigurgito e di garantire un adeguato grado di riempimento, nel tratto terminale del canale IN11 (ca. 100 m) si prevede una sezione 1.50x1.70m. Si fa presente che tale ipotesi è da considerarsi comunque cautelativa in virtù dei diversi tempi di corrvazione che caratterizzano la rete di drenaggio in progetto ed il Canale di Levante, come già si è avuto modo di precisare in precedenza.

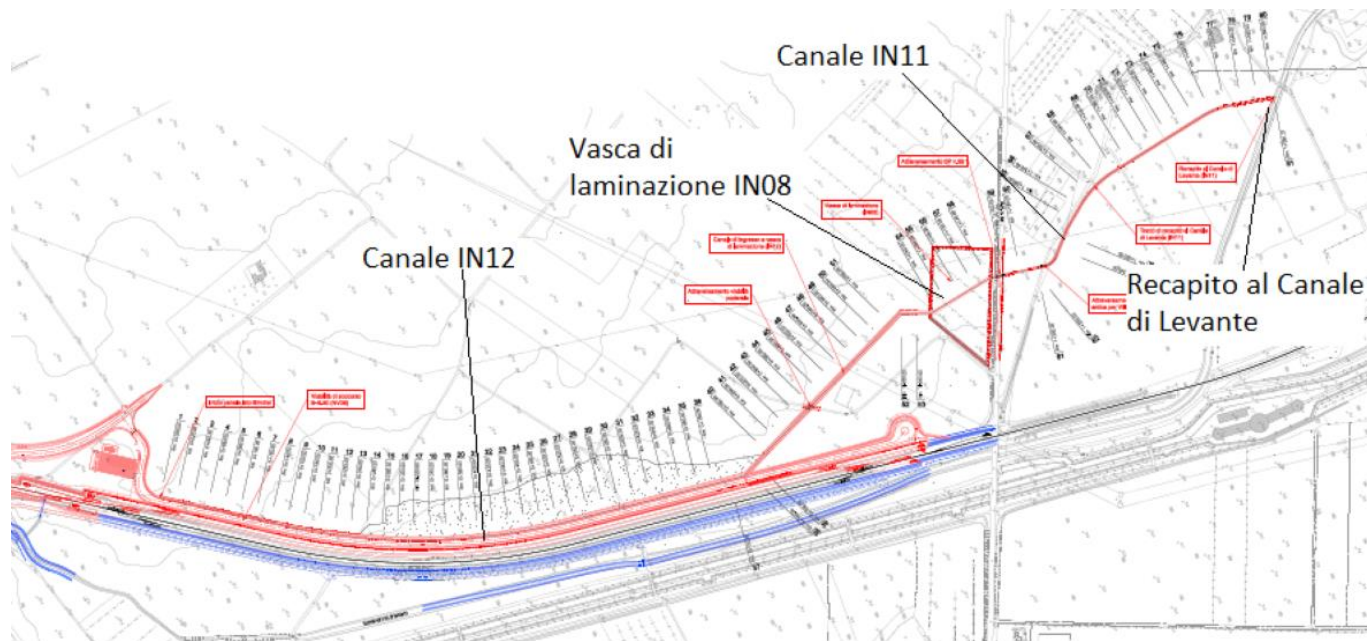
WBS	Opera
IN12	Canale in cls con sezione a U e savanella centrale, Ltot=1060.00m, altezza 1.00m, larghezza variabile 1.50-4.00m
IN08	Vasca di laminazione
IN11	Canale in cls con sezione a U, Ltot=440.00m, altezza 1.50-1.70m, larghezza 1.50m

**Tabella 9 – Riepilogo WBS canali di recapito e vasca di laminazione**

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	29 di 38



*Tabella 10 – Schema di recapito canali IN12-IN11 con vasca di laminazione IN08*

### 8.1 Dimensionamento vasca di laminazione vasca IN08

Per la definizione del volume di laminazione della vasca in progetto si è proceduto ad un'integrazione al passo delle seguenti equazioni, dove  $Q_e(t)$  rappresenta la portata entrante,  $Q_u(t)$  quella uscente,  $W(t)$  il volume invasato e  $h(t)$  il battente idrico nell'invaso:

- Equazione di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

- Legge di efflusso, che governa le opere di scarico dell'invaso:

$$Q_u(t) = Q_u(h(t))$$

- Legge di invaso, esprime la relazione geometrica tra volume invasato ed il battente idrico  $h(t)$  nell'invaso:

$$W(t) = W(h(t))$$

Nota l'onda di piena entrante  $Q_e(t)$  e note le leggi di efflusso e di invaso, l'integrazione delle tre equazioni consente di determinare le funzioni incognite  $Q_u(t)$ ,  $W(t)$  e  $h(t)$ .

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	30 di 38

Per quanto riguarda la portata entrante  $Q_e(t)$  si è adottato l'idrogramma del modello cinematico, in cui il tempo di corrivazione  $t_c$  è quello calcolato nelle verifiche idrauliche del sistema di drenaggio afferente alla vasca, pari a 29 min (cfr. tabelle al Paragrafo 10, Canale IN12 pk 2+093-1+780), e la durata di pioggia  $t_p$ , a priori incognita, è quella che determina il maggior grado di riempimento all'interno della vasca.

L'opera in uscita è costituita da un manufatto scatolare in cls di dimensioni 1.50x1.50 m, che immette nel canale di scarico IN11, avente dimensioni analoghe. La luce è in grado di scaricare a valle la portata mediante un funzionamento a superficie libera.

La vasca in progetto presenta una superficie in pianta di 7810 mq e una quota di fondo pari a 9,60 m s.l.m., valore ottenuto scavando il terreno esistente per un'altezza di circa 1 m. Al fine di garantire un adeguato franco di sicurezza rispetto al livello idrico in vasca, ai lati dello scavo è prevista la realizzazione di un piccolo argine fuori terra (quota ciglio argine 11.10 m s.l.m.). A partire dalla geometria della vasca è stata definita la legge d'invaso  $W(h(t))$ .

Per il dimensionamento della vasca si è fatto riferimento ad un  $Tr=100$  anni.

I dati utilizzati per il dimensionamento della vasca di laminazione sono i seguenti:

- Superficie piattaforma ferroviaria  $S_p = 2.1$  ha;
- Superficie rilevato ferroviario  $S_r = 0.2$  ha;
- Superficie aree esterne  $S_{ae} = 51.7$  ha;
- Superficie totale  $S = 54.0$  ha
- Coefficiente di deflusso per la piattaforma ferroviaria  $\varphi_p = 0.9$ ;
- Coefficiente di deflusso per il rilevato ferroviario  $\varphi_r = 0.6$ ;
- Coefficiente di deflusso per le aree esterne ed il rilevato ferroviario  $\varphi_{ae} = 0.3$ ;
- Coefficiente di deflusso medio ponderale  $\varphi = 0.32$ .

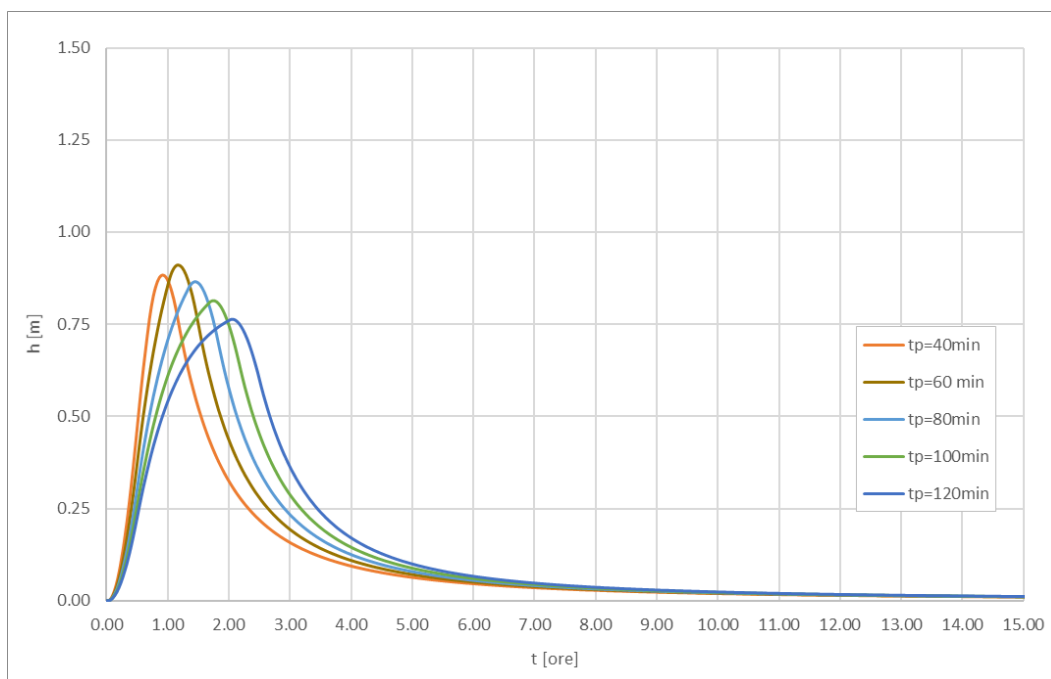
In Figura 8.1 è rappresentato l'andamento dei tiranti in vasca al variare della durata di pioggia. La condizione più gravosa si ottiene per una durata di pioggia  $t_p = 60$  min, cui corrisponde un volume invasato di ca. 7270 mc ed un tirante in cassa di 0.90 m (10.50 m s.l.m.). Rispetto alla quota degli argini fuori terra (11.10 m s.l.m.) è dunque garantito un franco di 0.60 m.

In Figura 8.2 si riporta la portata entrante ed uscente dalla vasca con riferimento alla durata critica individuata. La massima portata uscente della cassa risulta pari a 2.5 mc/s, valore utilizzato per la verifica del canale di recapito IN11.

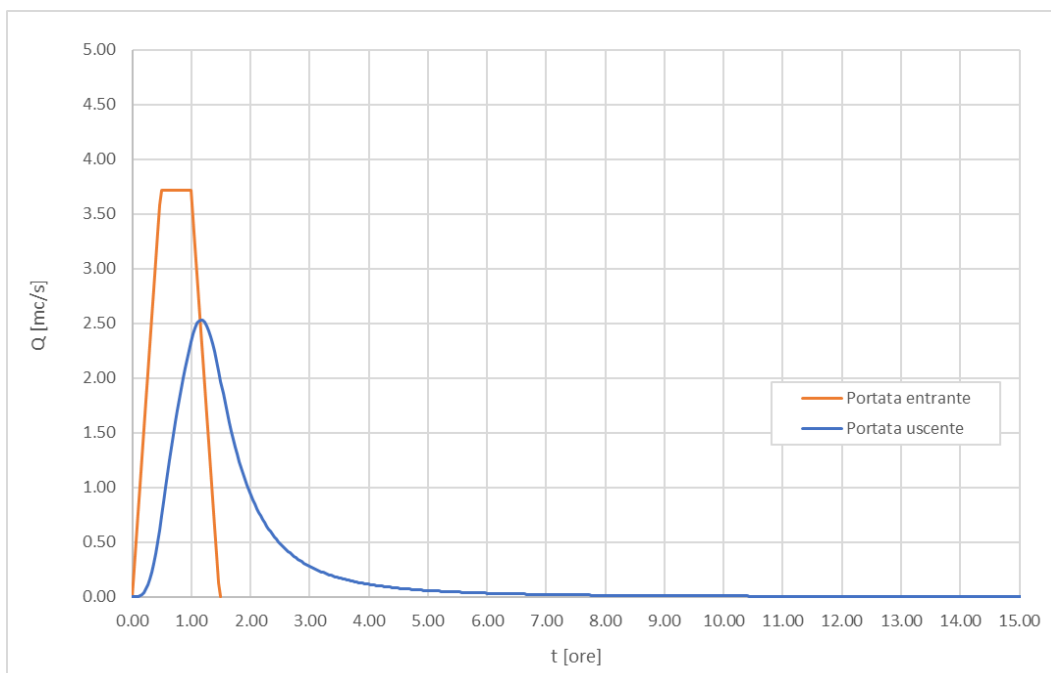
**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	31 di 38



*Figura 8.1 – Andamento tiranti in vasca per diverse durate*



*Figura 8.2 – Portate entrante e uscenti vasca di laminazione IN08*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	32 di 38

## 8.2 Verifica canale IN11

La verifica idraulica del canale di scarico viene effettuata utilizzando la formula di Chèzy, già richiamata in precedenza, considerando la portata in uscita dalla vasca di laminazione, pari a 2.5 mc/s per TR=100.

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri della verifica idraulica, la progressiva, la portata di progetto, la pendenza del fondo, il grado di riempimento, il tirante idrico e la velocità.

<b>Pk [km]</b>	<b>Q<sub>100</sub> (mc/s)</b>	<b>i<sub>r</sub> (%)</b>	<b>G.R. (%)</b>	<b>h (m)</b>	<b>v (m/s)</b>
Canale ad U 1,50x1,50/1,50x1,70	2.50	0.2	65%	0.98	1.7

*Tabella 11 - Risultati delle verifiche idrauliche in moto uniforme per canale IN11*

Il canale presenta gradi di riempimento adeguati lungo tutto il suo sviluppo. La portata rimane confinata all'interno del canale con un adeguato franco idraulico anche nel suo tratto terminale, dove per tener conto del rigurgito del Canale di Levante (ca. 70 cm per TR=200), si è aumentata leggermente la sezione, portandola da 1.50x1.50 m a 1.50x1.70 m.

Per le verifiche dei tombini presenti sul tracciato del IN11 inseriti per risolvere le interferenze con le viabilità locali e poderali si rimanda al Paragrafo 7.

Per la verifica idraulica del Canale IN12 si rimanda alle tabelle in appendice.



**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	33 di 38

## 9 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Come già indicato in premessa gli interventi in progetto relativi al drenaggio della piattaforma ferroviaria non interferiscono con alcun corso d'acqua presente nell'area, e quale aspetto di rilievo è presente un parallelismo con il Canale di Levante lungo tutto il tratto di intervento. Il canale di Levante rappresenta il recapito del sistema di drenaggio dal km 1+800 al km 3+900. Nel tratto compreso fra il km 3+900 e il km 5+000 il recapito delle acque di piattaforma ferroviaria è rappresentato dal Fiume Grande.

Per quanto riguarda gli strumenti di pianificazione del rischio idraulico vigenti quali il PAI, si è appurato nei precedenti paragrafi che l'ambito di intervento non ricade all'interno delle fasce di pertinenza fluviale, né all'interno di aree a pericolosità idraulica, pertanto l'intervento in progetto risulta compatibile con tali strumenti di pianificazione.

Dall'analisi della geometria prevista per l'intervento si evince che viene rispettata la prescrizione di inedificabilità di 10 m dai corsi d'acqua stabiliti dal RD 523/1904.

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	34 di 38

## 10 APPENDICE: VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

### 10.1 FOSSI DI GUARDIA

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup tot	$\varphi$ medio pond	tc	i(tc)	Q	h	g.r.	v
			m	m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	-	min	mm/ora	l/s	m	%	m/s

#### FOSSO DI GUARDIA stradale NV06 da 2+100 a 1+820

2+100	1+900	t_50	174	1.09%	10.68	8.78	5220	0.30	7.98	339.35	148	0.21	43%	1.0
1+900	1+822	t_60	108	0.44%	8.78	8.30	8460	0.30	10.37	276.96	195	0.29	49%	0.8

#### FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 1+900 a 2+093

1+900	2+040	t_50	157	0.11%	10.67	10.51	2983	0.88	8.46	324.25	238	0.36	73%	0.8
2+040	2+093	Q_80	56	0.10%	10.51	10.45	4047	0.88	9.69	291.98	290	0.48	60%	0.8

#### FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 2+665 a 2+093

2+665	2+400	t_80	265	0.59%	12.95	11.39	12101	0.86	12.12	245.59	712	0.34	42%	1.9
2+400	2+300	t_80	100	0.20%	11.39	11.19	14001	0.87	13.42	227.00	764	0.47	59%	1.3
2+300	2+200	t_80	100	0.20%	11.19	10.99	15901	0.87	14.70	211.57	811	0.48	61%	1.3
2+200	2+130	t_80	70	0.20%	10.99	10.85	17231	0.87	15.58	202.20	841	0.49	62%	1.3
2+130	2+093	r_160x80	37	0.22%	10.85	10.77	17934	0.87	16.06	197.58	856	0.41	51%	1.3

#### FOSSO DI GUARDIA stradale NV06 da 2+900 a 2+850

2+900	2+850	t_50	96	1.27%	16.14	14.92	5712	0.39	16.65	192.10	119	0.18	36%	1.0
-------	-------	------	----	-------	-------	-------	------	------	-------	--------	-----	------	-----	-----

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	35 di 38

**CANALE IN12 esterno alla viabilità NV06 da 2+850 a 1+780**

2+850	2+700	r_150x100	147	1.20%	14.31	12.55	79212	0.31	17.57	184.30	1243	0.31	31%	2.7
2+700	2+635	r_200x100	63	1.21%	12.55	11.79	110712	0.30	17.95	181.30	1699	0.30	30%	2.8
2+635	2+592	r_300x100	50	1.18%	11.79	11.20	135712	0.30	18.26	178.88	2049	0.26	26%	2.7
2+592	2+400	r_300x100	176	0.20%	11.20	10.84	223712	0.30	19.96	167.01	3138	0.60	60%	1.7
2+400	2+093	r_350x100	304	0.20%	10.84	10.24	366592	0.30	22.65	151.45	4649	0.71	71%	1.9
2+093	1+780	r_400x100	320	0.20%	10.24	9.60	538973	0.32	28.71	126.10	6122	0.76	76%	2.0

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 2+849 a 2+650**

2+849	2+650	t_50	196	1.02%	14.17	12.18	588	0.30	12.61	238.18	12	0.05	10%	0.4
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	-----	------	-------	--------	----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx ESISTENTE da 2+650 a 1+822**

2+650	2+190	t_50	460	0.45%	12.18	10.13	11213	0.81	20.97	160.73	406	0.46	92%	0.9
2+190	1+822	t_50	380	0.53%	10.13	8.12	16533	0.82	27.14	131.70	496	0.49	98%	1.0

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 3+245 a 2+985**

3+245	2+985	t_50	260	0.51%	15.05	13.72	4940	0.68	10.01	284.64	265	0.36	72%	0.9
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	-------	--------	-----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 2+849 a 2+985**

2+849	2+985	t_50	137	0.55%	14.17	13.41	1370	0.90	8.22	331.59	114	0.22	44%	0.7
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	------	--------	-----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 2+900 a 3+245**

2+900	3+000	t_60	125	0.16%	16.21	16.01	5375	0.34	9.30	301.45	154	0.34	56%	0.5
3+000	3+125	t_80	135	0.19%	15.91	15.65	11180	0.34	13.19	230.08	244	0.36	45%	0.6
3+125	3+245	t_80	115	0.19%	15.65	15.43	16298	0.36	16.26	195.64	323	0.42	53%	0.6

**FOSSO DI GUARDIA esterno alla viabilità NV02 da 2+900 a 3+245**

2+920	3+000	t_60	90	0.17%	16.21	16.06	9900	0.30	11.77	251.23	207	0.41	68%	0.8
3+000	3+075	t_100	95	0.24%	16.06	15.83	42854	0.43	20.75	162.05	827	0.60	60%	1.4
3+075	3+245	t_100	170	0.19%	15.83	15.50	93854	0.36	25.70	137.37	1285	0.92	92%	1.4

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	36 di 38

**FOSSO DI GUARDIA esterno alla viabilità NV02 da 3+750 a 3+245**

3+750	3+550	t_50	200	0.59%	20.32	19.14	20000	0.30	13.33	228.12	380	0.42	83%	1.0
3+550	3+400	t_60	150	1.09%	19.04	17.40	42500	0.30	15.01	208.10	737	0.47	78%	1.5
3+400	3+300	t_80	100	0.92%	17.20	16.28	66500	0.30	16.10	197.15	1093	0.53	67%	1.5
3+300	3+245	t_100	55	0.65%	16.06	15.70	81900	0.30	16.75	191.19	1305	0.59	59%	1.4

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 3+880 a 3+245**

3+880	3+650	t_50	230	0.44%	20.73	19.71	10695	0.42	9.26	302.27	379	0.45	89%	0.9
3+650	3+500	t_50	150	0.97%	19.71	18.26	17670	0.42	11.16	261.70	543	0.44	88%	1.3
3+500	3+245	t_60	255	1.07%	18.17	15.43	29528	0.42	14.02	219.46	761	0.48	79%	1.5

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 3+880 a 3+245**

3+880	3+245	t_50	635	0.83%	20.74	15.50	8890	0.81	13.98	219.85	442	0.41	82%	1.2
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	-------	--------	-----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 3+750 a 3+900 con recapito al F. Grande**

3+750	3+900	t_50	130	2.10%	20.33	17.60	7057	0.35	7.03	374.17	255	0.24	48%	1.4
3+900	F. Grande	t_50	176	0.86%	17.60	16.08	9521	0.37	9.77	290.12	287	0.32	65%	1.1

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 4+080 a 3+900**

4+080	3+900	t_50	170	1.26%	21.78	19.63	9355	0.41	8.20	332.25	353	0.33	66%	1.3
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	------	--------	-----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 4+080 a 3+900 con recapito al F. Grande**

4+080	3+900	t_50	170	1.93%	21.34	18.06	4255	0.54	8.16	333.46	213	0.22	44%	1.3
3+900	F. Grande	t_80	200	0.92%	17.73	15.90	33955	0.37	10.46	275.23	951	0.50	62%	1.5

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 4+140 a 4+540**

4+140	4+340	t_50	180	1.17%	22.91	20.81	4500	0.54	8.74	316.29	213	0.26	51%	1.1
4+340	4+400	t_50	65	2.91%	20.81	18.92	6093	0.54	9.39	299.01	272	0.23	45%	1.6
4+400	4+540	t_60	125	0.82%	18.82	17.79	9155	0.54	11.28	259.58	354	0.34	57%	1.1

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	37 di 38

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 4+140 a 4+540**

4+140	4+330	t_60	180	0.58%	23.25	22.20	13500	0.38	8.93	311.04	443	0.42	70%	1.0
4+330	4+420	t_60	90	3.56%	22.20	19.00	23805	0.37	9.59	294.38	714	0.34	56%	2.3
4+420	4+540	t_80	140	0.84%	18.90	17.73	32835	0.37	11.25	260.06	884	0.49	61%	1.4

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario dx da 5+050 a 4+580**

5+050	4+580	t_50	460	1.39%	24.16	17.77	4370	0.74	11.36	258.12	233	0.26	51%	1.2
-------	-------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	-------	--------	-----	------	-----	-----

**FOSSO DI GUARDIA ferroviario sx da 4+930 a 4+580**

4+930	4+700	T_50	225	1.45%	23.06	19.79	6188	0.43	8.00	338.57	251	0.26	53%	1.3
4+700	4+580	T_60	135	1.36%	19.69	17.85	12195	0.41	9.63	293.39	410	0.32	54%	1.4
4+580	viad. VI02	r_100x60	13	0.77%	17.68	17.58	12538	0.40	9.75	290.47	407	0.24	39%	1.7

**FOSSO DI RECAPITO da 4+930 a F.Grande**

viad. VI02	tomb. IN05	T_80	180	0.13%	17.58	17.35	34908	0.39	14.13	218.14	830	0.77	96%	0.7
tomb. IN05	tomb. IN05	CLS_1000	11	0.82%	16.81	16.72	44208	0.37	14.20	217.25	995	0.52	52%	2.4
tomb. IN05	F.Grande	T_80	48	0.19%	16.70	16.61	44256	0.40	15.16	206.53	1012	0.77	97%	0.8

**FOSSO DI GUARDIA stradale NV05 afferente a tombino IN05**

Fosso NV05	tomb. IN05	T_50	380	1.47%	23.50	17.90	3800	0.30	12.02	247.22	78	0.14	27%	0.9
------------	------------	------	-----	-------	-------	-------	------	------	-------	--------	----	------	-----	-----

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01	D10	RI ID0002 001	B	38 di 38

## 10.2 COLLETTORI E CANALETTE

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup tot	$\varphi$ medio pond	tc	i(tc)	Q	h	g.r.	v
			m	m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	-	min	mm/ora	l/s	m	%	m/s

### CANALETTA ferroviaria dx da 3+115 a 2+665

3+115	2+847	r_50X50	298	1.15%	15.84	12.41	4023	0.83	7.52	355.04	331	0.34	67%	2.0
2+847	2+775	r_50X70	65	0.28%	12.41	12.23	4771	0.84	8.49	323.45	362	0.64	92%	1.1
2+775	2+665	r_60X80	90	0.28%	12.23	11.98	5806	0.85	9.75	290.60	400	0.56	70%	1.2

### CANALETTA stradale NV06 da 2+845 a 2+665

2+845	2+665	r_50X50	180	1.52%	15.69	12.95	1260	0.81	6.85	381.90	109	0.13	27%	1.6
-------	-------	---------	-----	-------	-------	-------	------	------	------	--------	-----	------	-----	-----

### CANALETTA ferroviaria sx da 2+950 a 2+650

2+950	2+850	r_50X70	110	1.11%	13.57	12.35	1430	0.87	6.17	413.99	142	0.18	26%	1.6
2+850	2+650	r_60X80	190	0.22%	12.35	11.94	4185	0.85	9.29	301.58	297	0.49	61%	1.0

### COLLETTORI Viadotto VI02

4+530	4+585	INOX_400	55	0.91%	22.00	21.50	165	0.90	5.91	427.64	18	0.08	20%	1.0
-------	-------	----------	----	-------	-------	-------	-----	------	------	--------	----	------	-----	-----

### COLLETTORI Viadotto VI01

4+120	4+090	INOX_400	30	0.20%	29.50	29.44	90	0.90	6.02	421.76	9	0.08	21%	0.5
-------	-------	----------	----	-------	-------	-------	----	------	------	--------	---	------	-----	-----

### CANALETTA in banca semicircolare DN400 cls

-	-	CLS_400	15	0.20%	-	-	188	0.71	5.49	452.80	17	0.12	31%	0.5
---	---	---------	----	-------	---	---	-----	------	------	--------	----	------	-----	-----