COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ALTA SORVEGLIANZA:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

GENERAL CONTRACTOR:

Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

LEGGE N. 55 DEL 14/06/2019

TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI

COLLEGAMENTO PARCO RUGNA/BETTOLO – BIVIO FEGINO VIA CAMPASSO
TRATTA BIVIO FEGINO – EX BIVIO S. LIMBANIA

PROGETTO DEFINITIVO

RI 01

Relazione idraulica

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.	
Consorzio **Cociv** Ing. N. Meistro		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
N G 1 H	0 2	D	C V	R O	R I 0 1 C 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	COCIV	10/09/2020	COSTA MEDICH	10/09/2020	A. Mancarella	10/09/2020	Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

	n. Elab.:	File: NG1H02DCVRORI01C0001A00_RELAZIONE IDRAULICA.DOCX

CUP: F81H92000000008

INDICE

1 INTRODUZIONE 5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI 5
3 INQUADRAMENTO GENERALE 7
4 ANALISI IDROLOGICA 7
5 SMALTIMENTO IDRAULICO 11
5.1 Descrizione del sistema di raccolta e dispersione del binario 8 11
5.2 Verifica drenaggio di piattaforma 12
5.3 Intercettazione liquidi inquinanti 14
5.3.1 Dimensionamento vasca cattura 15
5.4 Dimensionamento sistema a dispersione 16
5.5 Descrizione del sistema di raccolta della viabilità di accesso 19
6 ALLEGATO (VERIFICA IDRAULICA) 22

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1 - Inquadramento territoriale con individuazione dell'area di intervento_____7

Figura 5.1 - Curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora _____8

Figura 2:vasca cattura inquinanti _____16

Figura 6: risultati del calcolo per diversi tempi di precipitazione _____18

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 5.I - Stazione pluviografica di Genova Università: valori dei parametri a e n della CPP per vari tempi di ritorno._____8

Tabella 5.II - Valori dei parametri a e n della CPP per durate inferiori all'ora, per diversi tempi di ritorno. 9

Tabella 5.III - Variazioni di precipitazione massima giornaliera previste (ISPRA, 2015). _9

Tabella 5.IV - Valori di altezza di pioggia (τ = 10 min), previsti per gli anni 2021-2050, 2041-2070, 2061-2090, per differenti periodi di ritorno. _____9

Tabella 5: Precipitazioni di progetto (TR100) _____10

Tabella 6: Superfici scolanti _____17

Tabella 7: Dati Vasca tipo Rigofill_____17

Tabella 8: Risultati del calcolo espressi in funzione del tempo di precipitazione Tp ____18

1 INTRODUZIONE

La relazione in oggetto analizza e il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del binario 8 dedicato al transito di vagoni che possono contenere merci pericolose e che viene realizzato con sub-ballast impermeabile proprio per preservare la falda dal possibile inquinamento. Tutti gli altri binari sono invece realizzati, in analogia alla situazione attuale, su piattaforma drenante e per il dimensionamento dei quali si faccia riferimento al progetto esecutivo RFI relativo al Nodo di Genova “Realizzazione di una seconda fase di opere civili necessarie per l’avvio dell’attrezzaggio tecnologico del nuovo parco ferroviario di Genova Campasso” datato luglio 2020.

La relazione illustra inoltre il dimensionamento della raccolta e dello smaltimento delle acque di una parte di viabilità (per circa 500 m ad est dell’innesto dello stradello di ingresso) che non può essere convogliata nel sistema disperdente come previsto dal progetto RFI per motivi plano-altimetrici. Si segnala inoltre che la collocazione delle vasche e dei fossi disperdenti previsti sempre dal progetto RFI tra il binario 8 ed il 9 dovrà essere riorganizzata anche tenendo conto delle nuove opere previste con la redazione del presente progetto.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. Norme in materia ambientale.
- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. gennaio 2018).
- DM.LL.PP del 12-12-1985, Norme tecniche relative alle tubazioni.
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato.
- Dlgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee.
- Ministero dei Trasporti e dell'Aviazione Civile - DM 23 Febbraio 1971, n. 2445 e ss.mm.ii. "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".
- "Norme di attuazione del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico” del Torrente Polcevera emanato dall’Autorità di bacino regionale, entrato in vigore con il BURL n. 18 del 3/05/2017;
- "Norme di attuazione del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico” nell’ambito 14 emanato dall’Autorità di bacino regionale, entrato in vigore con il BURL n. 47 del 23/11/2016;
- Piano di Gestione Rischio Alluvione 2015 emesso dal Distretto Idrografico Settentrionale.
- Linee guida per l’istruttoria autorizzativa dei sistemi di trattamento delle acque reflue domestiche e assimilate emanate da ARPAL con la revisione di maggio 2015.

- R.R. 10 luglio 2009 n. 4, Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 28 ottobre 2008, n.39).
- Regolamento di Utenza del Servizio Idrico Integrato della città Metropolitana di Genova, Approvato con Provvedimento Dirigenziale n. 3941 del 30 settembre 2014 a seguito del parere favorevole della Conferenza dei Sindaci del 29 settembre 2014.
- Piano Urbanistico Comunale PUC del Comune di Genova, aggiornato a giugno 2018.

3 INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto definitivo per il collegamento tra il porto storico di Genova, identificabile con lo scalo portuale di Parco Rugna/Bettolo, e Bivio Fegino è stato suddiviso in lotti. La relazione in oggetto è relativa al solo lotto 2, parco Campasso.

In Figura 3.1 si riporta una foto aerea con indicazione dell'area oggetto di studio (Google earth).

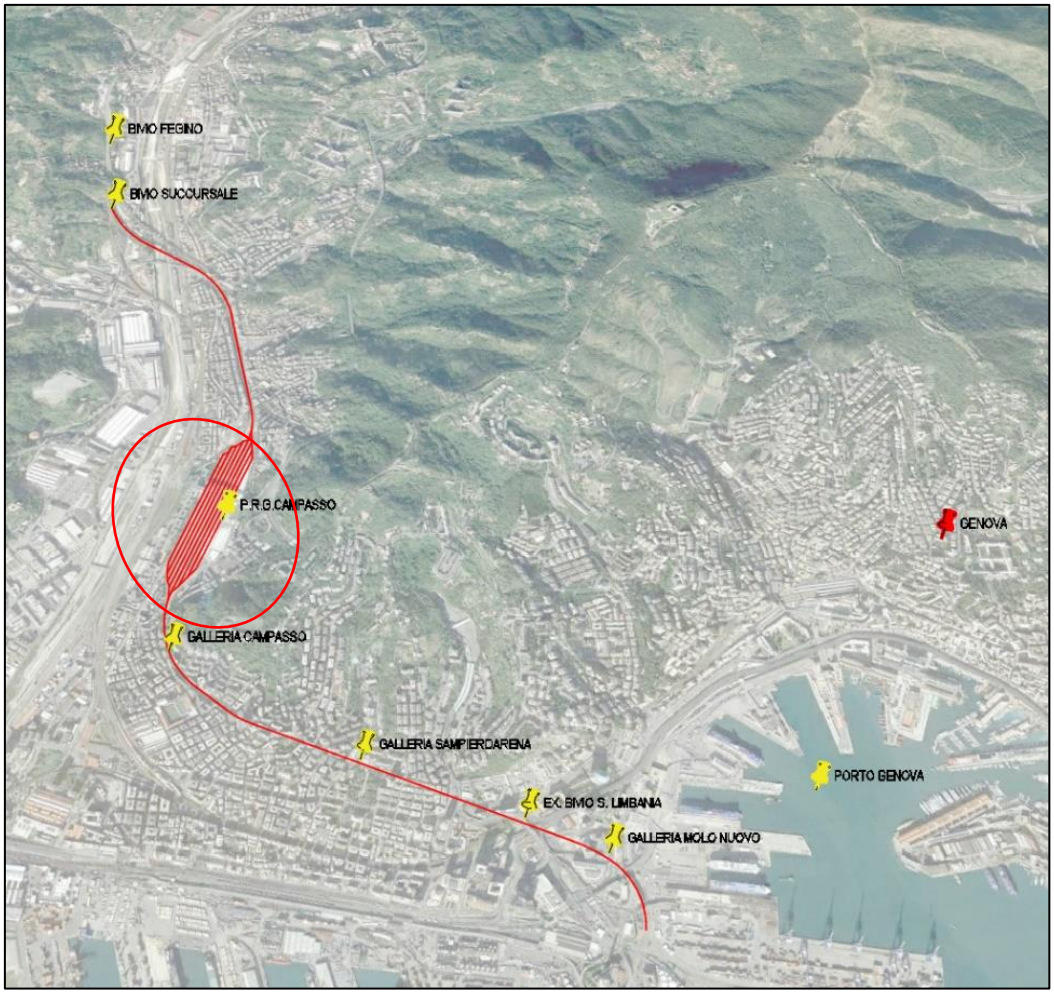


Figura 3.1 - Inquadramento territoriale con individuazione dell'area di intervento

4 ANALISI IDROLOGICA

Nel presente paragrafo si sintetizza quanto esposto nell'elaborato di carattere idrologico relativa progetto del lotto 1 TRATTA DA PK 3+270 A PK 4+930 (FEGINO-CAMPASSO NORD) che essendo attiguo si prende a riferimento per continuità relativamente all'idrologia (rif "NG1H02DCVROCS00001A00 Relazione Idrologica").

La procedura di calcolo e dimensionamento di tutti gli elementi costituenti il sistema di drenaggio e smaltimento delle acque e di difesa del corpo ferroviario si compone dei seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica;

- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica;
- Dimensionamento degli elementi di raccolta delle acque.

È stato svolto quindi un accurato approfondimento relativo alle registrazioni pluviometriche disponibili, relative all'area di studio (vedi "Relazione idrologica"). In particolare, sono presi in considerazione i dati raccolti presso la stazione pluviografica di Genova "Università", compresa nel bacino "tra Polcevera e Bisagno", la più vicina all'area di studio.

Elaborando statisticamente tali dati mediante il metodo di Gumbel, si ottengono i seguenti valori dei parametri *a* e *n* della CPP, per durate superiori all'ora.

Stazione	Tr = 25 anni		Tr = 50 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]
Genova (Univ.)	95,530	0,334	109,190	0,334	121,820	0,334	134,410	0,334

Tabella 4.I - Stazione pluviografica di Genova Università: valori dei parametri *a* e *n* della CPP per vari tempi di ritorno.

Le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 25, 50, 100 e 200 anni e durata inferiore ad un'ora, riferite al progetto in essere, sono riportate di seguito, con tempo t espresso in minuti.

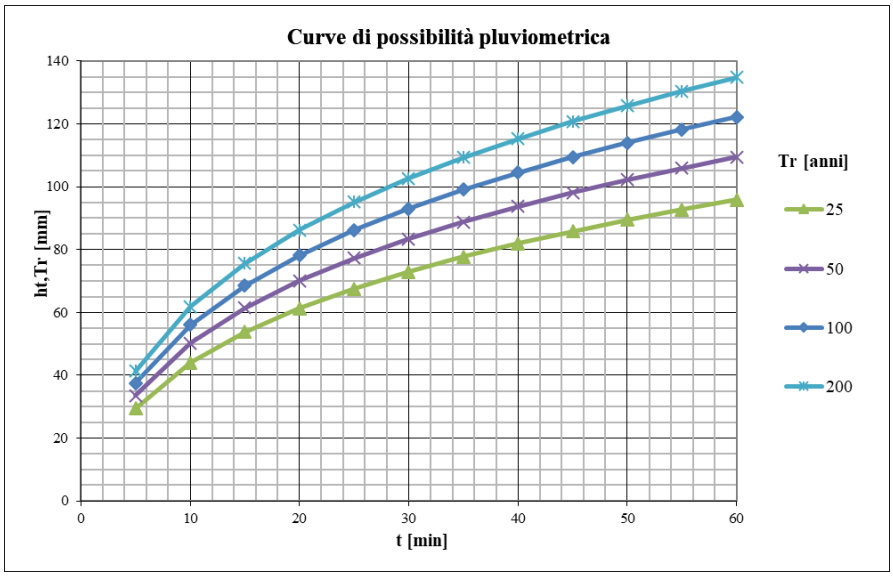


Figura 4.1 - Curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica per differenti tempi di ritorno e durata inferiore ad un'ora sono riportati di seguito, con tempo τ espresso sia in minuti($a(mm/min^n)$) sia in ore($a(mm/ore^n)$).

Tr [anni]	$h = a\,t^n$		
	a [mm/min]	a [mm/h]	n'
25	14,80	98,90	0,464
50	16,92	113,10	0,464
100	18,88	126,20	0,464
200	20,83	139,20	0,464

Tabella 4.II - Valori dei parametri *a* e *n* della CPP per durate inferiori all'ora, per diversi tempi di ritorno.

La conoscenza delle variazioni climatiche sul territorio italiano, in corso e previste, è il presupposto fondamentale per la valutazione degli impatti e della strategia di adattamento ai cambiamenti climatici.

Nella tabella seguente si riportano le variazioni di precipitazione massima giornaliera (h_{24}) previste nell'area di intervento, per i tre orizzonti temporali: 2021-2050; 2041-2070; 2061-2090, con riferimento ai due scenari RCP4.5 e RCP8.5, dedotte dalle mappe sopra descritte.

Periodo	Variazione maxh_{24}(RCP4.5)	Variazione maxh_{24} (RCP8.5)
2021-2050	+15-20 mm (ALADIN52)	+10-15 mm (GUF)
2041-2070	+15-20 mm (ALADIN52)	+10-15 mm (GUF)
2061-2090	+15-20 mm (ALADIN52)	+15-20 mm (CMCC)

Tabella 4.III - Variazioni di precipitazione massima giornaliera previste (ISPRA, 2015).

Al fine di verificare il funzionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma (ossia la variazione del grado di riempimento), in relazione anche ai "*cambiamenti climatici*" e alle previsioni di variazione delle precipitazioni negli anni futuri**, i valori di altezza di pioggia di progetto sopra determinati sono stati quindi incrementati del 4.5%,** con riferimento ai tre orizzonti temporali considerati.

T_r (anni)	*h (τ = 10 min) [mm] di progetto (periodo 2011-2030)*	*h (τ = 10 min) [mm] (periodo 2021-2050)*	*h (τ = 10 min) [mm] (periodo 2041-2060)*	*h (τ = 10 min) [mm] (periodo 2061-2090)*
25	43.092	45.03	47.06	49.18
50	49.249	51.47	53.78	56.20
100	54.954	57.43	60.01	62.71
200	60.632	63.36	66.21	69.19

Tabella 4.IV - Valori di altezza di pioggia (τ = 10 min), previsti per gli anni 2021-2050, 2041-2070, 2061-2090, per differenti periodi di ritorno.

Per ulteriori dettagli si consulti lo studio idrologico sopracitato.

In conclusione, il sistema di drenaggio delle acque meteoriche del binario 8 è stato dimensionato con i seguenti parametri con tempo di ritorno 100 anni, in ottemperanza ai manuali Italfer.

I tempi di ritorno (Tr) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di manufatto idraulico:

Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

Tabella 5: Precipitazioni di progetto (TR100)

	Da studio idrologico		Dati maggiorati del 4.5%	
CPP TR=100anni	**a**	**n**	**a**	**n**
inferiore ad 1 ora	126.2	0.464	131.879	0.464
superiore ad 1 ora	121.82	0.334	127.3019	0.334

5 SMALTIMENTO IDRAULICO

Nel presente capitolo si espongono i criteri generali attuati nella progettazione in merito alle scelte relative al drenaggio delle acque meteoriche del binario 8, dedicato alle merci pericolose del parco Campasso.

Questo binario, differentemente da tutti gli altri che sono drenanti, prevede la realizzazione di una stratigrafia realizzata con sub-ballast impermeabile che consenta la raccolta delle acque ai fini di preservare il terreno e l'acquifero dall'inquinamento.

Di seguito si espongono le modalità di smaltimento delle acque meteoriche.

5.1 Descrizione del sistema di raccolta e dispersione del binario 8

La raccolta delle acque avviene mediante:

- Canalette rettangolari in c.a. gettato in opera di dimensioni variabili e di canali scatolari sulla piattaforma ferroviaria previste per la raccolta delle acque di pertinenza della piattaforma stessa,
- Tubazioni interrate in Pead di diametro DE600. Il collettore ha la funzione di convogliare alla vasca di laminazione e dispersione le acque provenienti dalle altre canalette.

Il recapito finale è, previa verifica della presenza di sostanze inquinanti, come verrà descritto nei paragrafi seguenti, alla dispersione tramite sistema tipo Rigofill, in analogia a quanto previsto anche dal già citato progetto RFI.

Per la stima della permeabilità e della soggiacenza della falda ci si riferisce alle indagini condotte da RFI ed i cui risultati sono ripostati nel già citato progetto esecutivo di "Realizzazione di una seconda fase di opere civili necessarie per l'avvio dell'attrezzaggio tecnologico del nuovo parco ferroviario di Genova Campasso" (Relazione idraulica-idrologica, par 5). In particolare, i sondaggi hanno mostrato una soggiacenza della falda dell'ordine di -9 m da p.c. quindi compatibili con lo smaltimento per infiltrazione con franchi superiori di ad 1 m rispetto al fondo della vasca. Inoltre i terreni mostrano una buona permeabilità, caratterizzata da un complesso superficiale costituito da terreni di riporto e un complesso ghiaioso-sabbioso sottostante. A favore di sicurezza, ed in analogia al citato progetto RFI (vedi par. 8.1 della Relazione idraulica-idrologica), si adotta nel dimensionamento un valore di permeabilità pari a $k= 5\ 10^{-5}$ m/s.

Le vasche sono dimensionate in maniera da poter accogliere il volume idrico prodotto da un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni.

Per tale evento l'intero volume accumulato viene smaltito mediante infiltrazione nel suolo.

Le vasche avranno le seguenti caratteristiche costruttive:

- Vasche tipo Rigofill volume minimo di accumulo 7,5m x 56m, h 1,98 m, Volume 798,30 m^3, superficie disperdente 403,20 m^2.

5.2 Verifica drenaggio di piattaforma

La protezione della linea ferroviaria dalle acque meteoriche che vengono ad interessare il corpo ferroviario richiede la realizzazione di cunette e di fossi di guardia ai lati della linea.

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal **metodo dell'invaso** secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento sia autonomo e sincrono:

- *autonomo* significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- *sincrono* significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume W effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.
Il calcolo delle portate è stato eseguito secondo il metodo dell'invaso semplificato mediante le relazioni:

$$Q = u\,A \qquad (1)$$

dove:

Q: portata in l/s

u: coefficiente udometrico in l/s/ha

A: superficie totale di pioggia in ha

Per il calcolo del coefficiente udometrico si utilizza la seguente formula:

$$u = 2168 n_0 \frac{(\phi a)^{\frac{1}{n_0}}}{W^{\frac{1-n_0}{n0}}} \qquad (2)$$

In cui:

W: volume di invaso specifico dell'area contribuente (m^3/m^2)

a: coefficiente della curva di possibilità pluviometrica espresso in m/h^n

n_0 = 4/3 n' essendo n' l'esponente della curva di possibilità pluviometrica

ϕ: coefficiente di deflusso (-) ottenuto come media ponderata tra quelli definiti per le singole porzioni di superficie costituente il bacino afferente. I valori adottati sono:

- piattaforma ferroviaria: ϕ=0.9;
- scarpata inerbita (trincea o rilevato): ϕ=0.70.
- versante: coefficiente di deflusso ϕ=0.40.

Il volume *W* è valutato secondo la seguente espressione:

$$W = \frac{0.005(A_p+A_s+A_e)+\sigma L}{A_p+A_s+A_e} \qquad (3)$$

In cui:

- A_p denota l'area complessiva delle superfici di pioggia relative alla piattaforma ferroviaria drenate dal sistema in esame(m^2);
- A_s denota l'area complessiva delle superfici di pioggia relative alla scarpata e drenate dal sistema in esame (m^2);
- A_e denota l'area complessiva esterna (di versante) drenata dal sistema in esame (m^2);
- *L* (m) e σ(m^2), rispettivamente, rappresentano la lunghezza e la sezione idrica nella canaletta o tubazione per il grado di riempimento effettivo

Come si evince dalla relazione (3), l'altezza del velo d'acqua è assunta pari a 5 mm per tutte le superfici di pioggia ritenendo tale valore già comprensivo dell'effetto di ritenzione esercitato da eventuali altre canalizzazioni, tubazioni, pozzetti, aree depresse presenti sull'intero bacino idrografico.

Una volta ricavato il coefficiente udometrico, si procede col calcolo della portata:

$$Q = u(A_p + A_r + A_e) \qquad (4)$$

Dove la superficie totale drenata $A=A_p+ A_r +A_e$ è espressa in ettari e la portata *Q* in l/s.

Al fine di valutare il volume invasato nelle canalette, sono state imposte, come è usuale, condizioni di moto uniforme assumendo valida la legge di Gauckler-Stricker:

$$Q = A\, K_s R^{2/3} i^{1/2} \qquad (5)$$

in cui si è indicato con

- *Q* la portata (m^3/s)
- *i* la pendenza longitudinale media del fondo scorrevole della canaletta (m/m);
- *A* la sezione idrica (m^2);

- K_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a 66 $m^{1/3}/s$ per le canalette in calcestruzzo, 95 $m^{1/3}/s$ per quelle in PeAd e 33 $m^{1/3}/s$ per i canali in terra;
- R il raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica $\sigma(m^2)$ e perimetro bagnato (m).

Per valutare il volume invasato si assume un grado di riempimento di primo tentativo, si ricava il coefficiente udometrico e quindi la portata. Si ricava il grado di riempimento associato a tale portata e si procede iterativamente sino ad ottenere i valori corretti di portata e di grado di riempimento.
Le componenti della rete di drenaggio sono state dimensionate assumendo un grado di riempimento risultante non superiore a 70% per i collettori e le canalette di dimensione superiore a 500mm, per gli altri elementi si assume un Gr. inferiore al 50%.

Si rimandano alla planimetria idraulica lo schema idraulico previsto e la localizzazione dei singoli punti di recapito. In allegato alla presente relazione si riportano i dettagli delle verifiche e i risultati.

Il metodo dell'invaso semplificato, non considerando il meccanismo della corrivazione, introduce l'approssimazione che il tempo di pioggia critico sia coincidente con il tempo necessario a riempire tutti gli invasi, vale a dire il velo d'acqua uniformemente ripartito sulle superfici e l'invaso proprio delle canalette a monte della sezione considerata. Poiché tali invasi sono talvolta piccoli in confronto alle aree di pioggia (in quanto le canalette realizzano invasi generalmente trascurabili ed il velo d'acqua sul versante è sottostimato per ragioni cautelative) questo metodo sovrastima le portate al colmo di piena, "schiacciando" il volume di pioggia in un tempo molto breve; la sua adozione è pertanto già di per sé cautelativa.

Occorre comunque evidenziare che, per quanto riguarda gli elementi dello schema di smaltimento che ricevono portata da una o più canalette a monte, oltre all'eventuale superficie di drenaggio che essi stessi operano, sono state considerate le superfici raccolte degli elementi ad essi afferenti. Inoltre per questi elementi il calcolo del coefficiente udometrico complessivo tiene in considerazione, oltre al totale delle superfici raccolte, anche la somma dei volumi invasati negli elementi a monte (piccoli invasi e volume nei collettori). In tal modo non si tiene conto dell'effetto di laminazione globale del sistema, per cui il colmo di piena dell'ultimo tratto non ha intensità minore della somma dei valori di picco dei tratti precedenti.
Il progetto prevede la realizzazione di una vasca di laminazione e dispersione che verranno realizzate sul lato Ovest dello scalo ferroviario, al di sotto della zona previsa con una duna. La vasca tipo Rigofill riceverà le acque meteoriche raccolte dalla rete di smaltimento delle acque di piattaforma ed il loro svuotamento avverrà secondo le due modalità dispersione diretta nel suolo.

5.3 Intercettazione liquidi inquinanti

Per le superfici scolanti riferite al binario 8 si predispone la posa di una vasca di cattura per l'immagazzinamento dei liquidi pericolosi il cui riempimento verrà attivato tramite un pozzetto partitore posizionato al termine della rete di drenaggio, immediatamente a monte della vasca.

Il pozzetto sarà dotato di paratoie meccanizzate ed automatiche collegate ad un sistema di controllo basato sulla rilevazione della qualità delle acque di scarico, mediante un sensore di rilevamento degli inquinanti da posizionare nel pozzo.

In condizioni ordinarie il pozzetto indirizzerà gli scarichi meteorici verso la vasca di laminazione e l'accesso alla vasca di cattura sarà chiuso da una paratoia sotto battente. In occasione del rilevamento delle sostanze pericolose la paratoia verrà aperta automaticamente richiamando il flusso verso la vasca di cattura. In contemporanea è prevista la chiusura del flusso verso la vasca.

Al termine del riempimento della vasca di cattura le paratoie torneranno nella posizione ordinaria.

Lo svuotamento della vasca di cattura deve essere effettuato successivamente all'evento mediante l'impiego di un autospurgo, conferendo i liquidi ad appositi impianti di trattamento. Si prevede l'installazione di un sistema di allarme collegato al sensore di rilevazione che comunichi la necessità di spurgare la vasca.

5.3.1 Dimensionamento vasca cattura

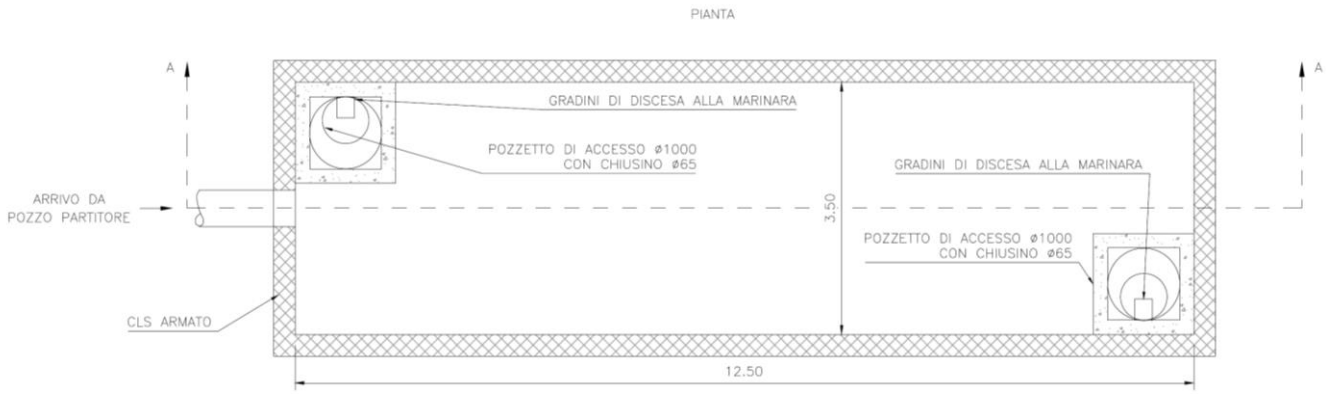
La vasca di cattura deve ricevere il volume di liquidi derivanti dall'eventuale sversamento di una cisterna con capacità di 50 m^3.

Oltre a tale volume essa deve accogliere le acque derivanti dall'eventuale accensione del sistema antincendio. Si considera quindi il volume corrispondente all'attivazione di 2 idranti per la durata di 120minuti.

Considerando la tipologia di idranti UNI70, la cui portata è di 300 l/min (in riferimento alla norma UNI10779), si ha un volume di circa 70 m^3.

Tenuto conto il caso più sfavorevole in cui avvenga sia lo sversamento della cisterna, sia l'accensione dell'impianto antincendio, si ottiene un volume utile di 120 m^3.

Si prevede la realizzazione di una vasca in c.a. gettato in opera con dimensioni interne 12.5 x 3.5 x 3.5 m. Il massimo livello di riempimento nella vasca è impostato a 2.80m da cui si ottiene un volume utile di accumulo di 122.5 m^3 che soddisfa le precedenti considerazioni.



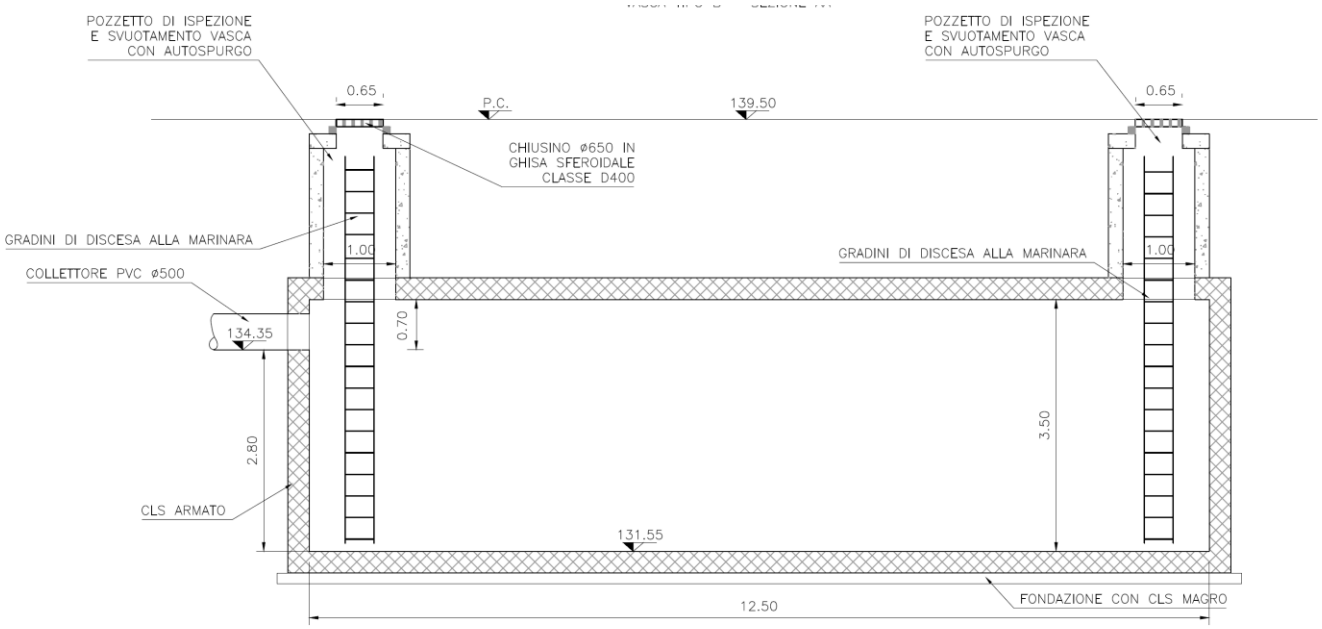


Figura 2:vasca cattura inquinanti

5.4 Dimensionamento sistema a dispersione

Il calcolo del volume (V) da assegnare alla vasca di laminazione e dispersione, è stato condotto risolvendo per incrementi finiti di tempo, l'equazione differenziale di continuità di un serbatoio, applicata alla situazione in esame. La procedura prevede, per diverse durate dell'evento piovoso, la scrittura dell'equazione di continuità con riferimento al volume di controllo costituito dalla vasca:

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

In tale equazione con W(t) si è indicato il volume invasato nella trincea al tempo t, e con Qe(t) e Qu(t) le portate, in ingresso ed in uscita al tempo t, dalla vasca medesima.

La portata in ingresso, variabile temporalmente, è costituita dall'idrogramma generato dalle acque meteoriche cadute sulle superficie da drenare. L'idrogramma di afflusso adottato presenta una forma rettangolare secondo la formula di Turazza, con picco corrispondente al tempo di corrivazione delle superfici scolanti.

Il valore di picco dell'idrogramma è stato ottenuto, per ciascuna durata di pioggia considerata, con la seguente espressione:

$$Q_{e_\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot d^{n-1} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

nella quale:

φ coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90

A superficie drenata [m^2];

d [h] durata dell'evento piovoso;

a [m/h^n], n [-], parametri della curva di possibilità pluviometrica per Tr = 100 anni;

La portata in uscita, che si infiltra nel terreno attraverso il fondo e le superfici laterali della trincea, è stata valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie bagnata dal liquido secondo la relazione $Q_{inf}=k*A_{inf}*J$.

Dove k rappresenta la conducibilità idraulica, A_{inf} la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e J la cadente idraulica (posta pari a 1).

Nel caso in esame, a favore di sicurezza, è considerata solo la superficie del fondo.

Pertanto, per ogni durata considerata dell'evento piovoso, è stato costruito l'idrogramma di afflusso alla trincea Qe(t), discretizzando il tempo in intervalli temporali, e dalla soluzione dell'equazione di continuità alle differenze finite sono stati valutati, istante per istante, il valore del tirante all'interno della trincea disperdente e il volume in essa invasato.

Variando quindi la durata dell'evento piovoso iterativamente è stato possibile determinare la durata critica alla quale corrisponde il massimo valore del tirante idrico e quindi il massimo volume di invaso necessario per lo strato in esame.

Dati di input

Tabella 6: Superfici scolanti

Nome superficie	Area (mq)	Coeff. Defl. φ	Tc (min)
area scolante	5400	0.95	50

Tabella 7: Dati Vasca tipo Rigofill

Lunghezza	56	[m]
Larghezza	7.2	[m]
Area di base	400	[mq]
Altezza	2	[m]
k infiltrazione	5.00E-05	[m/s]

Risultati:

Tabella 8: Risultati del calcolo espressi in funzione del tempo di precipitazione Tp

Tp		h	0.08	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.50	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
		min	5	10	20	30	40	50	60	90	120	240	360	480	600
Max portata entrante		l/s	70	106	146	177	191	205	181	138	114	72	55	45	39
Max portata infiltrazione		l/s	22	23	25	26	26	27	27	28	28	29	29	28	27
Max livello in vasca		m	0.36	0.61	0.87	1.06	1.14	1.21	1.27	1.40	1.48	1.59	1.55	1.44	1.30
Volume di afflusso		mc	210	319	438	530	574	615	653	748	823	1038	1188	1308	1409
Volume massimo riempimento vasca		mc	143	244	348	425	456	483	507	560	593	637	620	577	523
Volume infiltrato totale		mc	210	319	438	530	574	615	653	748	823	1038	1188	1308	1409

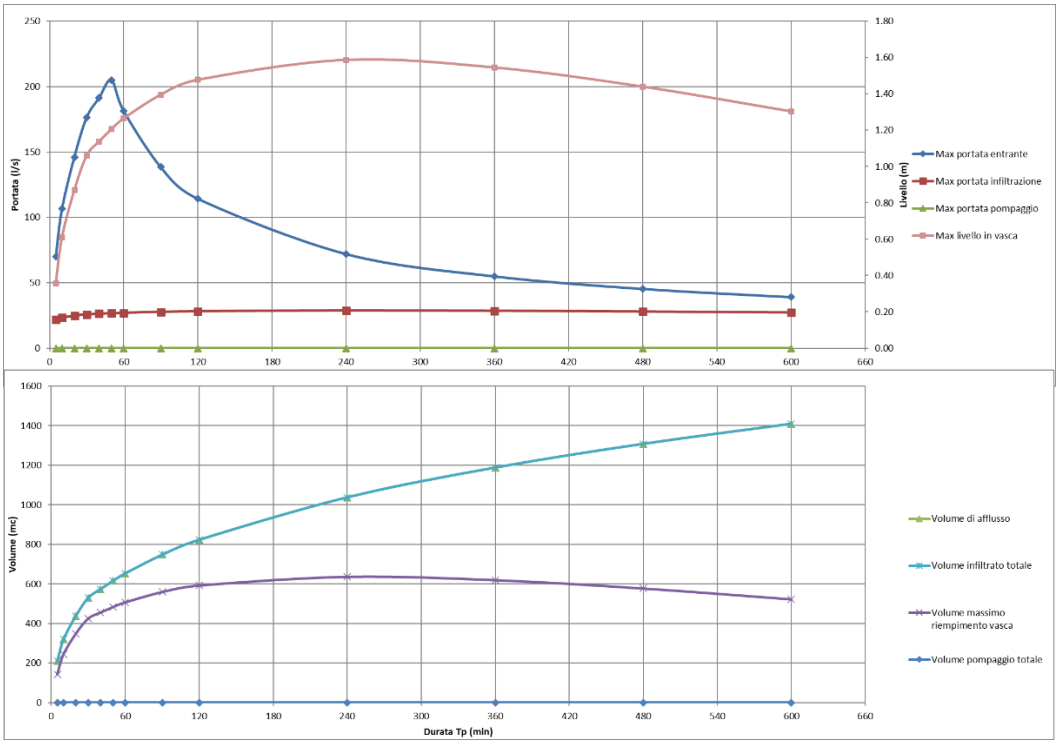


Figura 3: risultati del calcolo per diversi tempi di precipitazione

Come si può osservare dai risultati rappresentati nei precedenti grafici e riportati in formato tabellare in tabella, per un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni il bacino raggiunge il massimo riempimento nel caso di precipitazione di circa 240 min di durata. Il volume massimo accumulato nel bacino è di circa 647 m^3, che corrisponde ad un livello di 1.59 m.

Il sistema è stato collocato altimetricamente in modo da garantire che il massimo livello ammissibile in vasca possa garantire il franco di 50 cm rispetto alla rete di adduzione (si veda la tavola dei particolari costruttivi RI01).

Infine si stima che, nel caso di massimo riempimento della vasca, il tempo di svuotamento, considerando la sola infiltrazione nel suolo, è di circa 9 ore.

5.5 Descrizione del sistema di raccolta della viabilità di accesso

Il sistema di drenaggio della viabilità di accesso verrà mantenuto analogo a quello previsto dal progetto RFI (canale in terra drenante) nella parte ad Ovest dello scalo fino al bivio che porta all'ingresso su Via Fillak. Nella parte ad Est, a causa di interferenze avverrà tramite un canale rivestito in c.a. di dimensioni 50x90 per una lunghezza di circa 400 m.

Non è stato infatti possibile inserire, su tutta la lunghezza disponibile, un fosso in terra, come previsto dal progetto RFI, per motivi connessi alle quote altimetriche di progetto dei binari limitrofi e per ingombri planimetrici interferenti. E' stata pertanto dimensionato il sistema di raccolta e dispersione di questa parte della strada mediante canalette in c.a. e vasca di dispersione tipo Rigofill.

Anche in questo caso il dimensionamento è stato eseguito per tempi di ritorno di 100 anni e variando quindi la durata dell'evento piovoso iterativamente è stato possibile determinare la durata critica alla quale corrisponde il massimo valore del tirante idrico e quindi il massimo volume di invaso necessario per lo strato in esame.

Dati di input

Tabella 9: Superfici scolanti

Nome superficie	Area (mq)	Coeff. Defl. φ	Tc (min)
area scolante	3315	0.95	30

Tabella 10: Dati Vasca tipo Rigofill

Lunghezza	40	[m]
Larghezza	7.2	[m]
Area di base	288	[mq]
Altezza	2	[m]
k infiltrazione	5.00E-05	[m/s]

Risultati:

Tabella 11: Risultati del calcolo espressi in funzione del tempo di precipitazione Tp

		h	0.08	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.50	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
Tp		**min**	**5**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**90**	**120**	**240**	**360**	**480**	**600**
Max portata entrante		l/s	72	109	149	181	147	126	111	85	70	44	34	28	24
Max portata infiltrazione		l/s	16	17	19	19	20	20	20	21	21	21	21	20	19
Max livello in vasca		m	0.34	0.55	0.77	0.92	0.98	1.04	1.08	1.17	1.22	1.24	1.15	1.01	0.85
Volume di afflusso		mc	129	196	269	325	352	378	401	459	505	637	729	803	865
Volume massimo riempimento vasca		mc	98	159	222	267	284	299	312	338	353	359	331	290	245
Volume infiltrato totale		mc	129	196	269	325	352	378	401	459	505	637	729	803	865

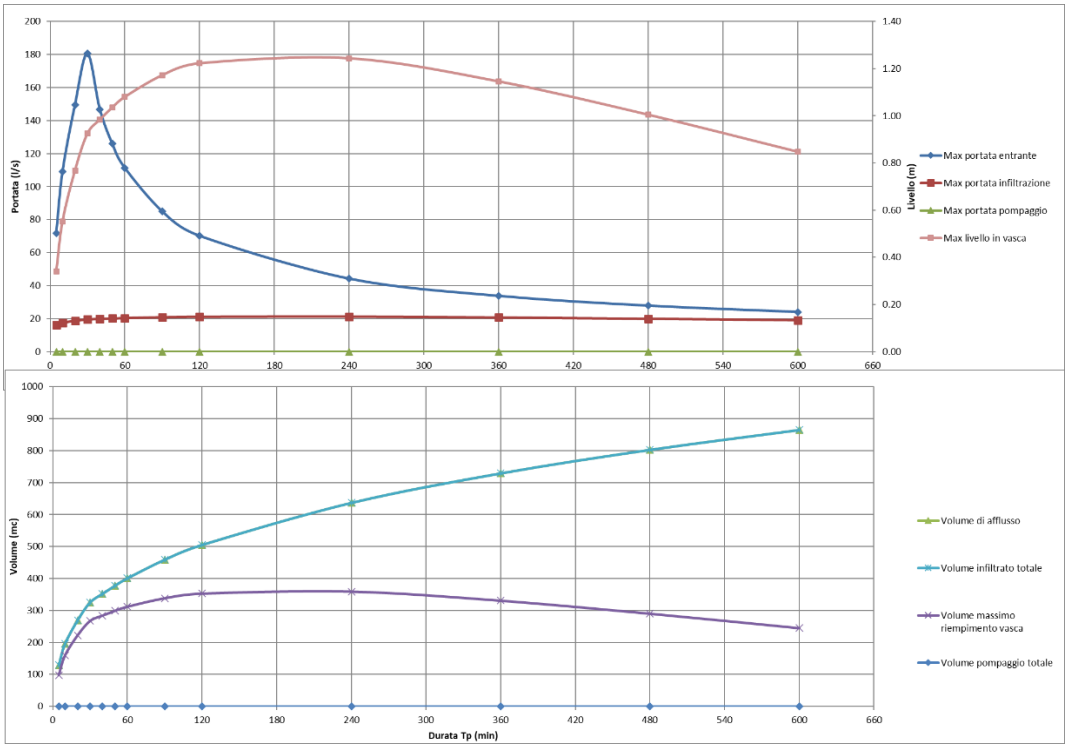


Figura 4: risultati del calcolo per diversi tempi di precipitazione

Come si può osservare dai risultati rappresentati nei precedenti grafici e riportati in formato tabellare in tabella, per un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni il bacino raggiunge il massimo riempimento nel caso di precipitazione di circa 240 min di durata. Il volume massimo accumulato nel bacino è di circa 359 m^3, che corrisponde ad un livello di 1.24 m.

Infine si stima che, nel caso di massimo riempimento della vasca, il tempo di svuotamento, considerando la sola infiltrazione nel suolo, è di circa 5 ore.

Si conclude infine che il presente progetto ha portato a definire nuove opere (ad esempio le canalette di drenaggio del binario 8) che interferiscono con le tubazioni di collegamento del sistema di laminazione ed infiltrazione proposto dal progetto RFI. Pertanto anche la collocazione delle vasche e dei fossi disperdenti previsti tra il binario 8 ed il 9 dovrà essere riorganizzata in una revisione del progetto RFI, tenendo conto delle nuove opere qui introdotte.

6 ALLEGATO (VERIFICA IDRAULICA)

Tratto	L (m)	i med (m/m)	Ks	% riemp.	Tip. Sez.	B (m)	H (m)	Raggio idraulico (m)	Area Piatt. (mq)	Area Ril. (mq)	W piatt. (mc)	W ril. (mc)	W canaletta (mc)	w (m)	φ	u (l/s/ha)	Q (l/s)
R1	337.9	0.001	66	64	R	0.50	0.70	0.16	2027	0	10	0	75	0.042	0.90	607	**123**
R2-R3	192.6	0.001	66	38	R	0.75	1.00	0.19	1156	0	6	0	55	0.046	0.90	513	**163**
R4	281.7	0.001	66	42	R	0.80	1.00	0.20	1690	0	8	0	94	0.051	0.90	416	**203**
R5	56.7	0.001	66	47	R	0.50	0.50	0.12	340	0	2	0	7	0.025	0.90	1774	**60**
R6	12	0.005	66	57	C	0.30	0.60	0.16	0	0	0	0	2	0.050	0.90	438	**229**
L1	107.2	0.001	33	59	T	0.40	0.50	0.17	697	0	3	0	22	0.036	0.90	821	**57**
L2	393.3	0.001	66	59	R	0.50	1.00	0.18	2557	0	13	0	117	0.059	1.16	675	**174**