

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE
ZONA INDUSTRIALE

2^a FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON
IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA
TRENO

IDROLOGIA E IDRAULICA

ID00 - Elaborati Generali

Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria

SCALA:

-

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

I V O H 0 2 D 2 6 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	C. Soave	Febbraio 2022	S. Scafa	Febbraio 2022	C. Fadda	Febbraio 2022	A. Perego Febbraio 2022



File: IV0H02D26RIID0002001A.doc

n. Elab.:

PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	2 di 39

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME.....	6
4.1	STATO DI FATTO	7
5	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	11
5.1	P.A.I.- PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	11
5.2	P.G.R.A. PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI.....	12
5.3	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	13
6	PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO	15
7	METODOLOGIA DI VERIFICA	16
7.1	METODO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	16
7.2	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO - METODO INVASO.....	18
8	IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	27
8.1	INVARIANZA IDRAULICA.....	27
8.2	IDRAULICA DI PIATTAFORMA FERROVIARIA.....	29
8.3	DIMENSIONAMENTO SISTEMA ANTISVERSAMENTO BINARIO MERCI PERICOLOSE	37

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A	FOGLIO 3 di 39

1 PREMESSA

L'impianto di Vado Ligure Zona Industriale, oggetto della presente relazione, è collegato alla stazione di Savona Parco Doria, che appartiene alla linea Genova – Ventimiglia.

Il progetto, in questa fase, prevede complessivamente la realizzazione di un nuovo ACC, in luogo dell'attuale Apparato Centrale Idrodinamico, con centralizzazione ed elettrificazione di tutti i 6 binari del piazzale, e la rivisitazione del PRG della stazione, con adeguamento di un binario a modulo 750 metri. All'interno del perimetro saranno compresi anche l'adeguamento per la gestione delle merci pericolose, la progettazione dell'indipendenza della radice dei raccordi Porto ed Esso/Infineum e l'adeguamento stradale di via Leopardi, necessario nell'ambito dei lavori di PRG a regime.

Scopo della presente relazione è la descrizione delle analisi idrauliche relative allo smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria, con riferimento al Progetto Definitivo: "ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE - ZONA INDUSTRIALE - 2^ FASE.


Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione e verifica idraulica della rete di smaltimento della piattaforma ferroviaria; la scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI.

PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	4 di 39

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

TITOLO DOCUMENTO	CODICE DOCUMENTO
IDROLOGIA E IDRAULICA	
ID00 - Elaborati Generali	
Planimetria di inquadramento esondazioni secondo PAI / PGRA	IV0H02D26NZID0002001A
Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	IV0H02D26RIID0002001A
Planimetria di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria - Tav. 1/2	IV0H02D26P8ID0002001A
Planimetria di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria - Tav. 2/2	IV0H02D26P8ID0002002A
Dettagli idraulici di smaltimento piattaforma ferroviaria - Tav. 1/2	IV0H02D26BZID0002001A
Profili longitudinali di drenaggio piattaforma ferroviaria	IV0H02D26FZID0300001A

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle normative e degli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo; in particolare:

- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Regione Liguria, 2015-2021 aggiornamento: 31/10/2019;
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Liguria;
- R.D. 25/07/1904, n. 523 - "Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - "Testo unico delle leggi sanitarie";
- Circolare 07/01/1974, n. 11633 - "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto";
- D.M. 12/12/1985 - "Normativa tecnica per le tubazioni";
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 - "Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni";
- L.R. 15/05/1986, n. 27 - "Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla L.R. 18/06/1977, n. 39 e s.m.i.".
- L. 18/05/1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- D.lgs. 03/04/ 2006, n. 152 - "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- D.lgs. 16/01/2008, n. 4 - "Codice dell'Ambiente" (modificazioni ed integrazioni al D.lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- D.M. 04/04/2014 - "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto";
- Manuale di Progettazione RFI - Edizione dicembre/2020.

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	6 di 39

4 INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME

L'area di intervento è localizzata a Vado Ligure, comune della provincia di Savona, nella Regione Liguria.

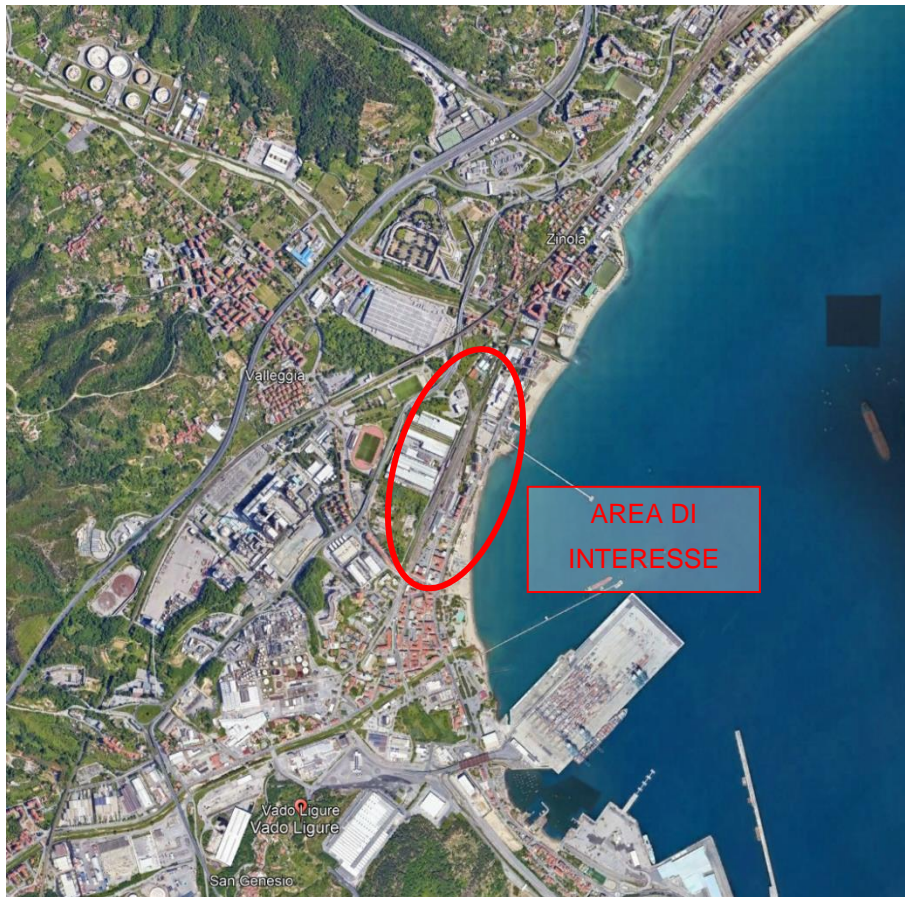


Figura 4.1 Inquadramento area di intervento

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	7 di 39



Figura 4.2 Dettaglio dell'area di intervento in corrispondenza del parco ferroviario di Vado Ligure

4.1 Stato di fatto

Allo stato attuale, la stazione di Vado Ligure è composta da 6 binari (di cui solamente il binario II è di corsa) e da 2 tronchini di servizio. Questi trovano origine, lato Porto, a mezzo di una radice che si sviluppa a partire da uno scambio 250/0.092 dx posto subito dopo il sottovia di Via G. Ferraris e percorribile a 30 km/h. e lato Savona da uno scambio 250/0.092 dx posto in prossimità dell'attraversamento del Rio Lusso.

L'asse del fabbricato viaggiatori è posto alla progressiva 45+075.50 della linea ferroviario lato mare.

La necessità di un intervento sul PRG di questa stazione, allo stato attuale, è dettato da:

- Presenza di scambi ferroviari ormai non più performanti;

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	8 di 39

- Traverse in legno;
- Volontà di aumentare i moduli di stazione fino a 750m.

La superficie dell'attuale parco ferroviario è considerata permeabile senza la presenza di sub-ballast impermeabili. Al piede dei rilevati esistenti sono presenti delle affossature di scolo ma scarsamente manutentate.

La permeabilità del terreno è molto buona come riportano i sondaggi descritti successivamente e per tale motivi si è deciso di far scaricare le nuove aree ferroviario per infiltrazione grazie alla creazione di aree di espansioni permeabili.

Nel mese di maggio 2021, sono stati eseguiti complessivamente 6 sondaggi la cui ubicazione è riportata in Figura 4.3.

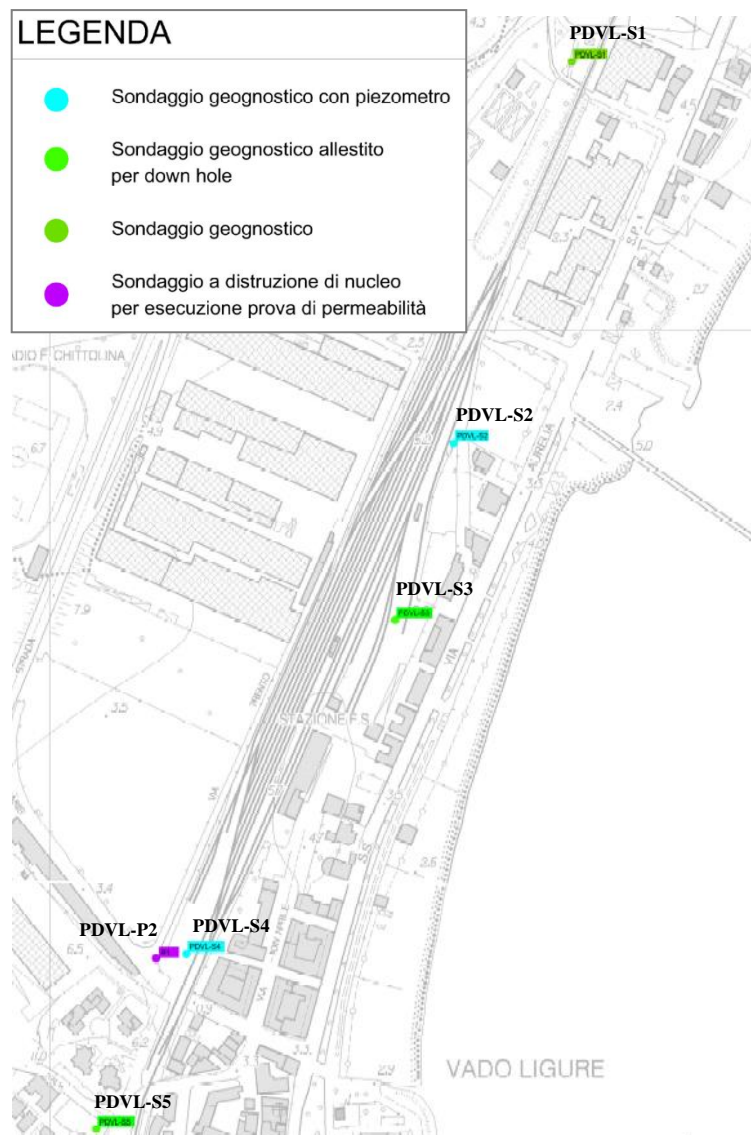



Figura 4.3 Ubicazione dei sondaggi geognostici

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

Complessivamente le indagini svolte comprendono (Tabella 4.I):

- n. 5 sondaggi geognostici;
- n. 5 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- n. 27 prove Standard Penetration Test (SPT);
- n. 3 prove pressiometriche tipo Menard;
- n. 16 prelievi di campioni;
- n. 1 perforazione a distruzione di nucleo (PDVL-P2) ed esecuzione di n. 1 prova di permeabilità.

Tabella 4.I – Tabella riassuntiva delle prove geognostiche eseguite nella campagna maggio 2021

Sondaggio	Profondità [m]	Livello falda [m da p.c.]	Allestimento in foro		Campioni		Prova SPT	Prova MPM	Prova di permeabilità Tipo Lefranc
			Tipologia	Filtro [m]	Rim.	Indist.			
PDVL-S1	30.00	1.35	-	-	1	1	5	1	1
PDVL-S2	20.00	3.70	Piezometro a tubo aperto $\phi=3$ in	4.00÷19.00	4	-	6	-	1
PDVL-S3	30.00	4.35	PVC per Down Hole	-	3	1	4	1	1
PDVL-S4	30.00	2.70	Piezometro a tubo aperto $\phi=3$ in	3.00÷15.00	3	1	7	-	1
PDVL-S5	30.00	3.10	PVC per Down Hole		1	1	5	1	1
PDVL-P2	2.00		-	-	-	-	-	-	1

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate n° 5 prove di permeabilità del tipo "Lefranc". Le prove sono state realizzate per immissione a carico variabile, i risultati sono sintetizzati in Tabella 4.II.

Tabella 4.II – Risultati delle prove di permeabilità di tipo "Lefranc"


Sondaggio	Intervallo di prova [m da p.c.]	Caratteristiche livello stratigrafico	k (m/s)
PDVL-S1	4.50-5.00	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	2.29 10 ⁻⁴
PDVL-S2	4.5-5.00	Sabbia debolmente limosa	1.58 10 ⁻⁵
PDVL-S3	6.00-6.50	Sabbia con ghiaia limosa	1.68 10 ⁻⁶
PDVL-S4	9.00-9.50	Sabbia ghiaiosa in matrice limosa	1.25 10 ⁻⁶

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	10 di 39

Sondaggio	Intervallo di prova [m da p.c.]	Caratteristiche livello stratigrafico	k (m/s)
PDVL-S5	5.50-6.50	Limo sabbioso-ghiaioso	1.13 10 ⁻⁴
PDVL-P2	2.00-2.00	Limo sabbioso con ghiaia	1.42 10 ⁻⁴

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Gli interventi previsti, come per qualunque infrastruttura di carattere estensivo, devono inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale sia esistenti che in via d'adozione.

La verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto è svolta con riferimento agli strumenti normativi vigenti in ambito di pianificazione idraulica del territorio e ha l'obiettivo di evidenziare l'assenza di preesistenti aree a pericolosità e rischio idraulico nell'area oggetto di intervento.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto e le aree di allagamento considerate sono:

- *Piani di Bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (P.A.I.) del Torrente Segno;*
- *Piani di Bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (P.A.I.) del Torrente Quiliano;*
- *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGR) emanata dal Distretto Idrografico Appennino Settentrionale.*

L'Autorità di Bacino della Provincia di Savona, come gran parte delle Autorità di Bacino italiane, ha adottato nel corso del 2002/2003 il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), strumento d'individuazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico ai fini della salvaguardia delle aree sensibili per una corretta pianificazione del territorio.

La direttiva europea CE/2007/60, cosiddetta "*Direttiva alluvioni*", emanata dal Parlamento europeo 23 ottobre 2007, stravolge interamente il quadro normativo, inserendo la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni in Europa. È stata recepita nell'ordinamento italiano con il d.lgs. 49/2010, ad oggetto *Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*". La direttiva prevede la definizione del quadro conoscitivo relativo alla pericolosità e rischio da alluvione ed introduce il concetto della "gestione" del rischio nel senso più ampio, sotto il profilo sia delle misure strutturali di mitigazione del rischio per la riduzione delle condizioni di pericolosità sia delle misure non strutturali per la riduzione del danno atteso e del relativo livello di rischio (comprese le necessarie azioni e misure di Protezione Civile).

I Piani di bacino stralcio vigenti, ed analoghi strumenti di pianificazione, a norma di legge (cfr art. 170, c.11, d.lgs. 152/2006), continuano ad essere pienamente applicabili nel territorio di riferimento e le sue disposizioni devono pertanto essere osservate, senza soluzione di continuità.

5.1 P.A.I.- Piano di Assetto Idrogeologico

L'area oggetto di studio risulta essere collocata all'interno del Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico nel foglio relativo al bacino del Torrente Segno e al Torrente Quiliano, situati in parte nel territorio amministrativo del Comune di Vado Ligure. Si riportano nelle figure sottostanti, gli stralci della carta delle fasce di inondabilità (Per il bacino Segno - Atto di approvazione: DCP n.47 del 25.11.2003 - Ultima variante approvata: DSG n. 90 del 25/10/2021 in vigore dal 24/11/2021; per il bacino Quiliano - Atto di approvazione: DCP n.47 del 25.11.2003 - Ultima variante approvata: DSG n. 90 del 25/10/2021 in vigore dal 24/11/2021).

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	12 di 39

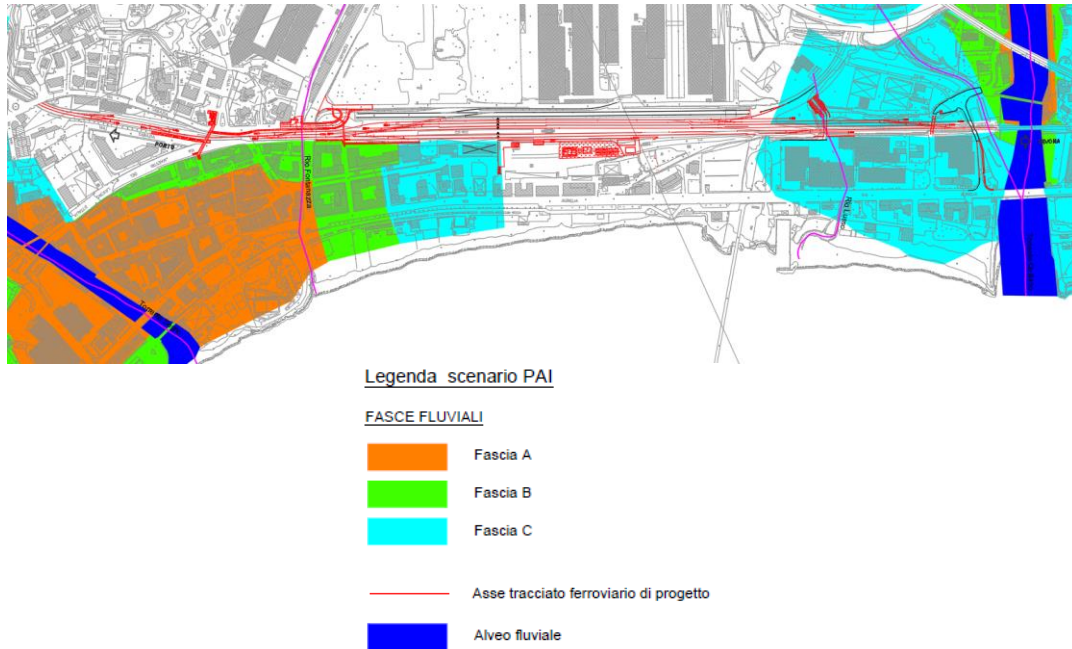


Figura 5.1 Stralcio della carta delle fasce di inondabilità per la zona in esame

Dallo stralcio riportato nella figura precedente è evidente che l'intervento in oggetto interferisce esclusivamente per l'allargamento del rilevato con la fascia B del PAI.

5.2 P.G.R.A. Piano di Gestione Rischio Alluvioni

In Figura 5.2 si riporta lo stralcio della mappa di pericolosità idraulica redatta nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, dalla Conferenza Istituzionale Permanente, ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006.

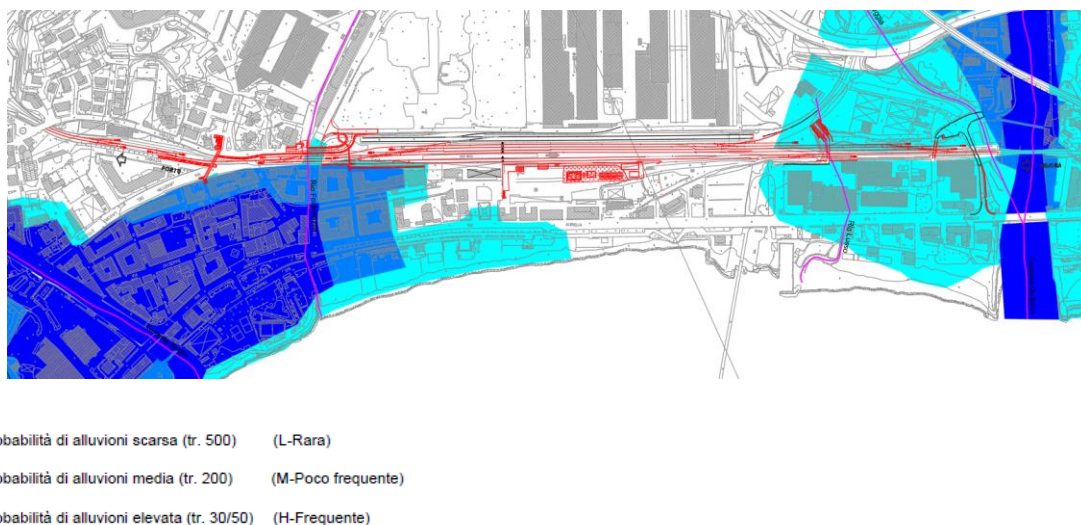



Figura 5.2 - Stralcio della carta PGRA per l'area di intervento

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

Come evidenziato dalle planimetrie di inquadramento sopra riportate, il tracciato in oggetto interferisce esclusivamente l'allargamento del rilevato che risulta essere in area a rara probabilità di alluvioni (Tr 500 anni).

5.3 Compatibilità idraulica

Dall'elaborato delle aree soggette a pericolosità idraulica si evince che gli interventi non cadono in aree soggette a pericolo di allagamento, fatta esclusione per gli interventi di rifacimento del sistema di smaltimento idraulico.

In merito alle aree interessate dalla realizzazione dell'infrastruttura in esame, con riferimento alle disposizioni del D.P.C.M. 29.09.1998, ai Piani stralcio e al PGRA su citati si può senz'altro affermare che:

- si tratta di realizzare infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (rif. Punto a del D.P.C.M.);
- l'intervento proposto è tale da non aggravare la funzionalità idraulica dell'area;
- gli interventi non aumentano il livello di rischio idraulico non comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione della capacità di invaso delle aree interessate (rif. Punto a del D.P.C.M.).

La normativa di piano del Piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico riporta all'art. 15 bis quanto segue:


In deroga alla disciplina relativa alle fasce A e B, ivi inclusi gli eventuali ambiti normativi, di cui ai commi 2, 3 e 3bis dell'art.15, possono essere assentite opere pubbliche strategiche indifferibili ed urgenti, riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, previa acquisizione di parere obbligatorio e vincolante della Provincia, a condizione che:

- a) *non pregiudichino la possibilità di sistemazione idraulica definitiva;*
- b) *non si producano effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico;*
- c) *non costituiscano significativo ostacolo al deflusso, non riducano in modo significativo la capacità di invaso, e non concorrano ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe;*
- d) *siano realizzate con tipologie progettuali e costruttive compatibili con la loro collocazione, prevedendo in particolare accorgimenti tecnico-costruttivi o altre misure, anche con riferimento all'allegato 5 al presente piano, che consentano l'adeguata protezione dell'opera dagli allagamenti rispetto alla portata duecentennale senza aggravio di condizioni di pericolosità e rischio in altre aree. In particolare:*
 - *la quota del piano di calpestio e tutte le aperture, soglie di accesso e prese d'aria delle edificazioni devono essere poste ad un livello adeguatamente superiore a quello del tirante idrico associato alla portata duecentennale;*
 - *non sono ammesse in ogni caso strutture interrato, a meno di locali tecnici di servizio adeguatamente protetti;*
- e) *sia garantito il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;*

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A	FOGLIO 14 di 39

f) sia prevista nel progetto la messa in opera di tutte le adeguate misure ed azioni di protezione civile, comprese quelle di autoprotezione locale.

le opere di progetto non precludono la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio. La linea, nelle condizioni esistenti, si trova a quota maggiore rispetto al piano campagna. *Per quanto sopradetto e per quanto riportato nei paragrafi precedenti è possibile affermare che le opere in progetto risultano compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo i piani attualmente vigenti, essendo oltretutto opere a carattere pubblico.*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

6 PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO

Quale fondamentale input progettuale, è stato considerato l'apporto meteorico generato dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate e descritte con maggior dettaglio nella relazione idrologica IV0H02D26RHID0001001A, i cui risultati si riportano per completezza nella tabella seguente:


Parametri curve CPP t>1h Gumbel		
Savona - Istituto Nautico		
Anno inf	Anno sup	N anni
1969	2020	36
Tr(Anni)	a(mm/h)	n
25	98.25	0.276
50	112.04	0.272
100	125.73	0.268
200	139.38	0.266

Tabella 3 - Stazioni pluviometrica Savona – Istituto Nautico: parametri a ed n per i vari tempi di ritorno.

Parametri curve CPP t<1h Gumbel		
Savona - Istituto Nautico		
Tr(Anni)	a(mm/h)	n
25	101.67	0.464
50	115.94	0.464
100	130.11	0.464
200	144.23	0.464

Tabella 4 - Valori dei parametri a e n per durate inferiori all'ora.

I parametri sono stati ricavati a partire dall'elaborazione statistica delle piogge orarie con la relazione di Gumbel dei campioni registrati al pluviometro di Savona- Istituto Nautico e successivamente estrapolate per le piogge di breve durata (t<1h) e forte intensità applicando la formula di Bell.

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

7 METODOLOGIA DI VERIFICA

Il progetto in essere necessita di varie opere idrauliche che bisogna dimensionare e verificare adeguatamente.

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

In questo capitolo si descrivono le metodologie di calcolo e verifica impiegate per tutti gli elementi appartenenti al sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche ricadenti sulle aree di interesse.

7.1 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi

La portata pluviale della rete è calcolata con il metodo della corrivazione; tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul “Manuale di Progettazione delle opere ferroviarie”.

METODO CINEMATICO

Nel presente paragrafo, si riportano alcuni richiami di teoria riguardanti il metodo utilizzato per il calcolo delle portate, ovvero il metodo razionale. Quest’ultimo è rigoroso sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l’evento ed indipendente dall’intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all’istante iniziale.

Il metodo in questione si basa sulla considerazione che le gocce di pioggia, cadute in punti diversi del bacino nel medesimo istante, impieghino tempi differenti per arrivare alla sezione di chiusura e che ogni bacino ha un tempo caratteristico, detto “tempo di corrivazione”, che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

La durata di pioggia critica per il bacino (o tempo di corrivazione) si determina mediante la seguente formula:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	17 di 39

- t_a è il tempo di entrata in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce d'acqua per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta; esso è generalmente funzione della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti;
- t_r è il tempo di traslazione lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo.

Considerata l'estensione limitata della superficie di interesse e la ridotta velocità all'interno delle condotte, nel progetto il tempo di corrivazione si considera pari a 5 min. Sarà, dunque, necessario utilizzare le curve di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia minori di un'ora.

Noto il tempo di corrivazione, la formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata di pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione t_c : infatti, se la durata della precipitazione fosse inferiore a t_c , solo una parte del bacino contribuirebbe alla formazione della portata, che risulterebbe pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento fosse maggiore di t_c , l'intensità della pioggia sarebbe minore e quindi il colmo di piena meno intenso. Nella figura seguente è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre eventi di precipitazione di durata, rispettivamente, minore, uguale e maggiore del tempo di corrivazione.

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quello di corrivazione, l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.

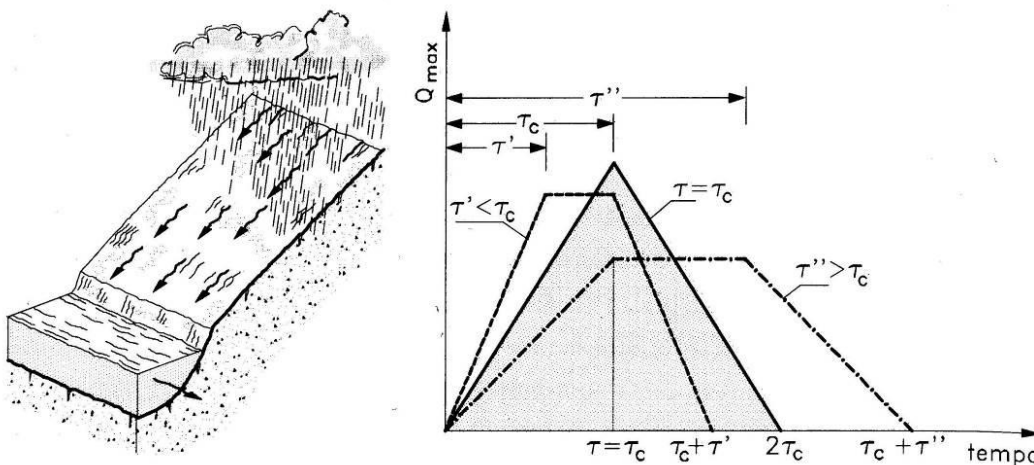


Figura 7.1 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno T_r prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto procedendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata ed il tempo di corrivazione. La formula da impiegare per il calcolo è la seguente:

$$Q_c = \frac{\Psi \cdot h \cdot A}{3.6 t_c}$$

dove:

Q_c è la portata da smaltire calcolata per una durata di pioggia pari a t_c , in m^3/s

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A	FOGLIO 18 di 39

A è la superficie dell'area afferente, in m^2

Ψ è il coefficiente di deflusso, parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali, ecc.) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia; cautelativamente. Il coefficiente di deflusso, parametro che rappresenta le perdite idrologiche, è stato assunto pari a:

0.9 per la piattaforma ferroviaria impermeabile

0.60 per i rilevati ferroviari

h è l'altezza di precipitazione, individuata a partire dalle curve di probabilità pluviometrica, calcolata per una durata di pioggia pari a t_c , in mm

7.2 Dimensionamento del sistema di drenaggio - metodo invaso

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato eseguito con il metodo dell'invaso. Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante S sia solcata da un collettore avente sezione d'area A e pendenza i .

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	19 di 39

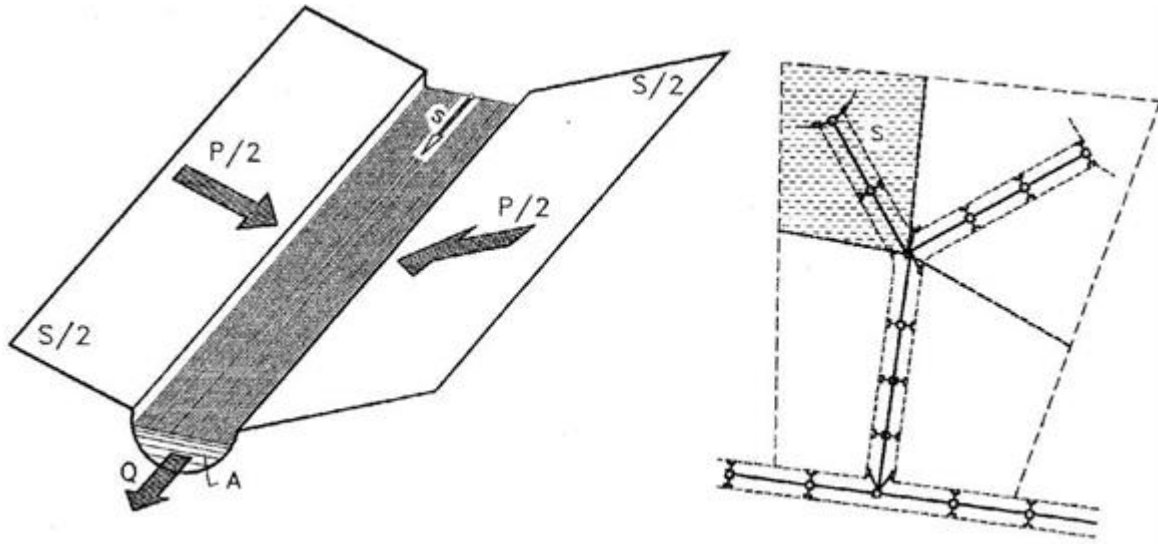


Figura 7.2 Sezione tipo fascio binari

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p = \varphi j S$, con $j = atn-1$ intensità di pioggia costante sulla durata τ della precipitazione;

V = volume invasato a monte della sezione di chiusura;


Q = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra Q e t ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento t_r del collettore, cioè il tempo necessario per passare da $Q = 0$ a $Q = Q_0$, essendo Q_0 il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra τ e t_r si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se $t_r < \tau$;
- corretto se $t_r \geq \tau$.

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

dove:

K_s = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;

RH = raggio idraulico;

i = pendenza del canale.

Dall'identità $Q = Av$ si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume V in funzione della variabile Q . Il problema è trattato assumendo che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti V_0 e A_0 rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p - Q} dQ$$

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

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	21 di 39

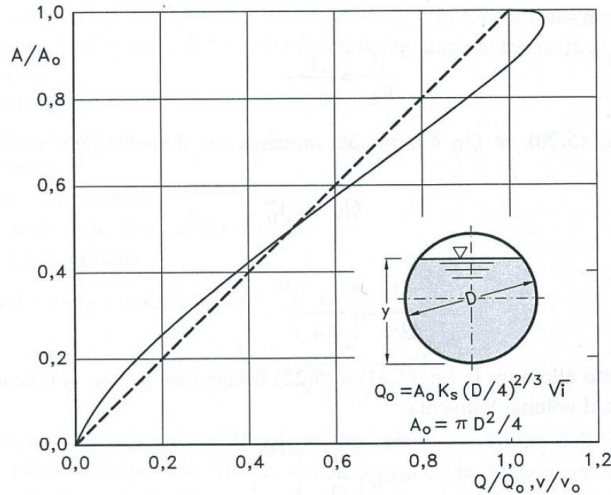


Figura 7.3 Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

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

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

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo t₂ - t₁ dà:

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

Per t₁=0 e Q₁=0, si ha il tempo di riempimento t_r necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q₀:

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

Nota la relazione h = a τⁿ, per una prefissata intensità j = a τⁿ⁻¹, si ha:

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

La condizione t_r = τ dà modo di ottenere:

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

PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	22 di 39

Ed anche, ricordando che $u = Q0 / S$,

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

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

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

La condizione $du / d\varepsilon = 0$ consente di calcolare il valore di $\varepsilon = p / Q0$ relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n , in maggior misura la rete. Si ottiene:

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

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

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

Esprimendo v_0 in m³/ha, S in ha, a in mm/oran e u in l/s ha si ha:


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

Raggruppando con la posizione:

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

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

Sezioni aperte

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

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

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

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

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

avendo posto:

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

serie sicuramente convergente per $z < 1$.

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

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

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

PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	24 di 39

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

 Tabella 7-1 Valori di $\xi_\alpha(z)$ in funzione di α

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

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

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


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

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

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

Esprimendo $[a] = \text{metri} \cdot \text{giorni}^{-n}$ e $[v_0] = \text{metri}$, e il coefficiente udometrico $[u] = \text{litri} \cdot \text{secondo} \cdot \text{ettaro}$, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

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

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 70 %.

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

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

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria e stradale $W_p = 0,005$;

Volume specifico piccoli invasi per aree esterne $W_p = 0,003$;

Coefficiente di afflusso per la piattaforma ferroviaria e stradale $\varphi_p = 0,9$;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne $\varphi_{ae} = 0,6$;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo $n_M = 0,015 \text{ s /m}^{1/3}$;

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche $n_P = 0,0125 \text{ s /m}^{1/3}$;

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

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

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

dove:

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


A – area bagnata [m^2];

R_h – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.


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

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

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A	FOGLIO 26 di 39

In base alle relazioni di cui sopra, sarà possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme per collettori non deve essere inferiore a 0,5÷0,6 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima per collettori e le canalette non deve essere maggiore di 4,5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione, mentre per eventuali fossi di guardia in terra non deve essere maggiore di 2,5 m/s;
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per diametri maggiori o uguali a DN500 e non superiore al 50% per le condotte con diametri inferiori a DN500.
- Il grado di riempimento per le canaline deve garantire la persistenza di un franco minimo di sicurezza pari a 5 cm.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma ferroviaria	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

8 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente capitolo si espongono i criteri generali attuati nella progettazione in merito alle scelte relative al drenaggio delle acque meteoriche del corpo ferroviario, oltreché le opere preposte all'allontanamento delle acque di scorrimento superficiale interferenti con il solido ferroviario (canali di gronda, fossi di guardia, ecc.).

Il sistema di drenaggio è costituito dall'insieme di opere volte alla raccolta e allo smaltimento dell'acqua. È importante individuare, una volta definito il sistema di raccolta, i recapiti in cui scaricare le acque precedentemente convogliate.

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento del drenaggio è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle Costruzioni NTC 2018. Il valore del tempo di ritorno utilizzato per le verifiche è stato preso pari a 100 anni.

8.1 Invarianza idraulica

Il concetto d'invarianza idraulica prevede la restituzione nel recettore finale di una portata proveniente da una superficie di nuovo insediamento pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio.

Il comune di Vado Ligure non ha un regolamento relativo all'invarianza idraulica, ma per non influire nella rete di scarico, che in questo caso è una linea di fognatura mista, si è progettato un sistema di laminazione per il contenimento dei volumi in eccesso che porterebbero in crisi la linea fognaria.

Le aree di maggior trasformazione sono riferite al binario I che sarà il binario relativo alle merci pericolose e per tal motivo verrà realizzato uno strato di subballast impermeabile. L'altra area che diventerà impermeabile è quella relativa alla nuova viabilità in ingresso per i mezzi di soccorso. Di seguito si riporta una planimetria con segnalazione di tali aree impermeabili.

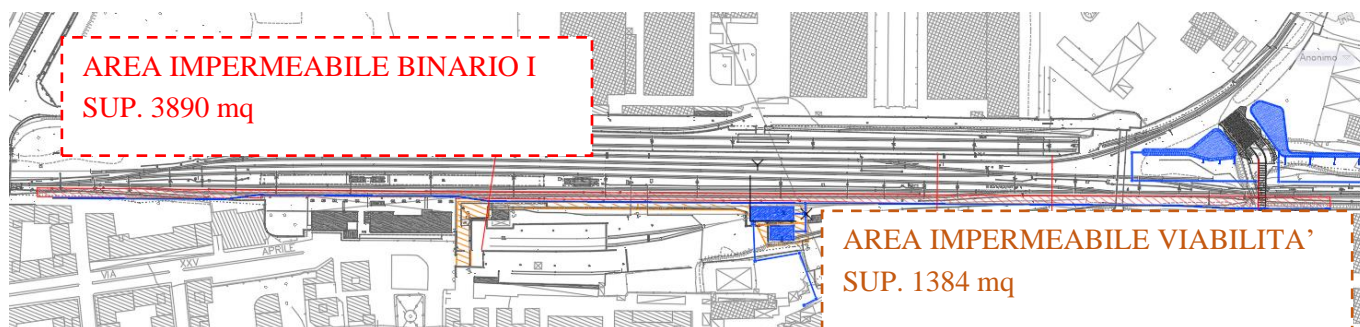


Figura 8.1 Aree impermeabili di nuova costruzione

Per contenere una parte di volumi è necessario realizzare una vasca di espansione. Tale vasca sarà in calcestruzzo armato con dimensioni interne pari a 7,75 m per 26 m di lunghezza contenendo un volume di laminazione pari a 330,83 m³.

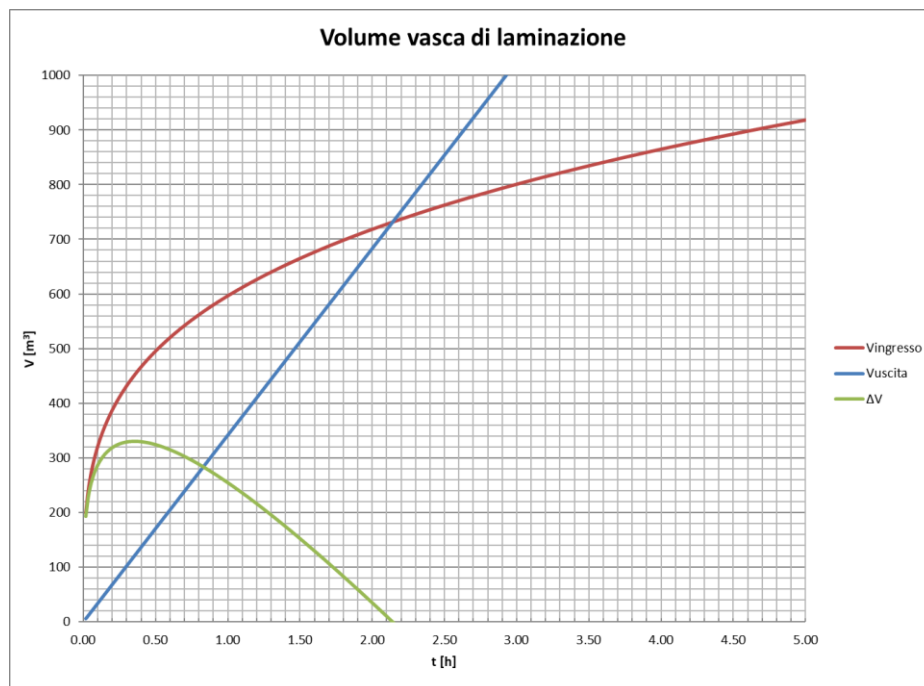
PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	28 di 39

S [m ²]	S [ha]	Tr [anni]	Φ [-]	u [l/s, ha]	u [l/min, ha]	Q _{out} [l/min]	g [m ² /s]
5274	0.5274	100	0.9	200	12000	5695.92	9.806

tcr _{min} [min]	tcr _{min} [h]	V _{inv} [m ³ /ha]	V _{inv} [m ³]	altezza vasca [m]	A _{inv} [m ²]
21	0.35	601.76	330.83	1.700	194.60

larg. [m]	lungh. [m]	A [m ²]	verifica
7.750	26.000	201.50	ok



La pompa di scarico deve essere dimensionata per una portata pari a 110 l/s con un'altezza geodetica pari a 1,80 m; la tubazione di scarico sarà un De280 in PEAD PN10 fino allo scarico nella rete esistente.

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	29 di 39

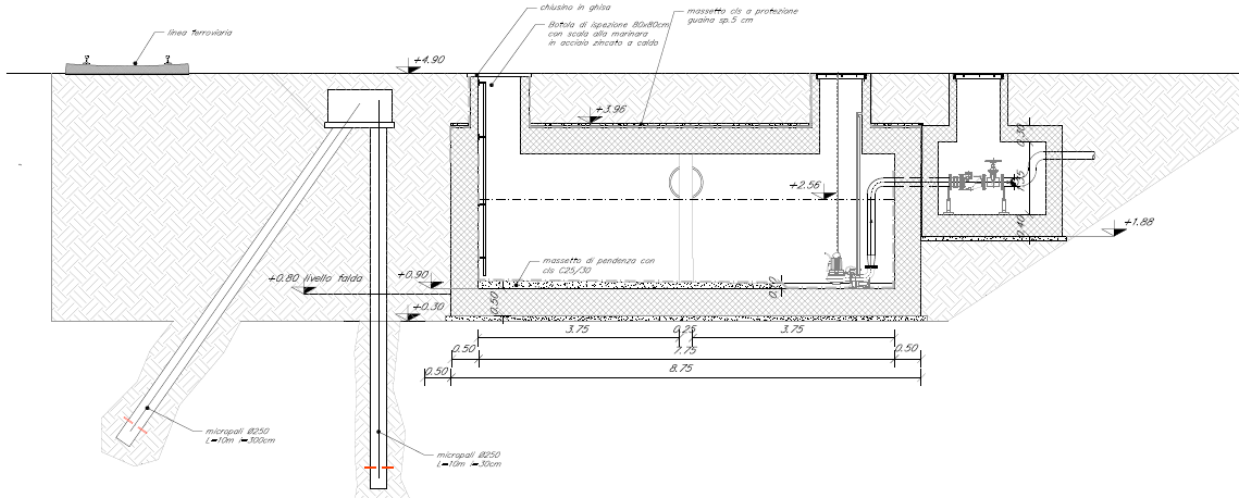


Figura 8.2 Sezione vasca di laminazione con impianto di sollevamento

Anche con un coefficiente udometrico in uscita pari a 200 l/s ha la riduzione in termini di volume e portata immessi nella rete esistente è considerevole. La somma tra il contributo della viabilità pari a 160 l/s e del binario merci pericolose pari a 210 l/s è pari a 370 l/s. Con l'installazione della vasca di laminazione la portata in uscita verso la linea di fognatura mista è pari a 110 l/s con una riduzione di 1/3.

8.2 Idraulica di piattaforma ferroviaria

Il progetto prevede, relativamente alle acque meteoriche, la realizzazione di una rete di raccolta delle acque esclusivamente a servizio del binario merci pericolose (binario I) che infatti viene realizzato con sub-ballast impermeabile, proprio per preservare la falda da un possibile inquinamento. Gli altri binari, per la parte di nuova costruzione drenano sia tramite una condotta drenante sia tramite embrici e fossi disperdenti al piede del rilevato.

Le acque meteoriche che ricadono nel bacino di captazione del binario I in oggetto vengono intercettate da una canalina in cls che scorre longitudinalmente al tracciato della sede ferroviaria.

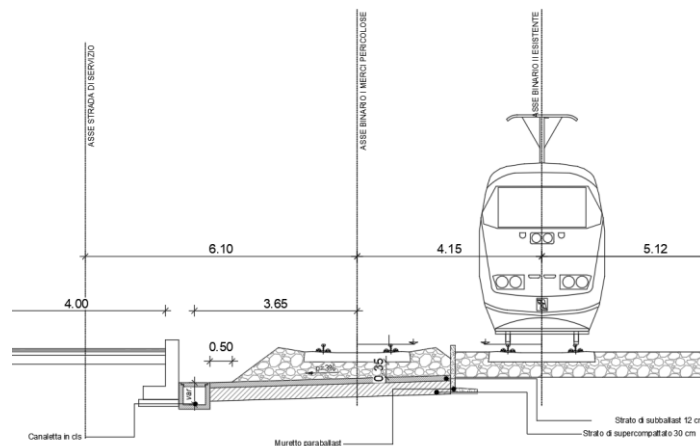


Figura 8.3 Sezione tipo binario I

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	30 di 39

Le acque così raccolte vengono inviate al recapito finale, rappresentato nel caso di acque pericolose dalla vasca acque pericolose mentre nel caso di acque meteoriche non pericolose da vasca di laminazione. A monte dello scarico è presente una sonda di controllo della qualità in un pozzetto partitore, se infatti vengono rilevate sostanze pericolose l'acqua viene deviata e invasata in una vasca di cattura. I liquidi accumulati verranno smaltiti come rifiuti liquidi pericolosi tramite autosurgo.

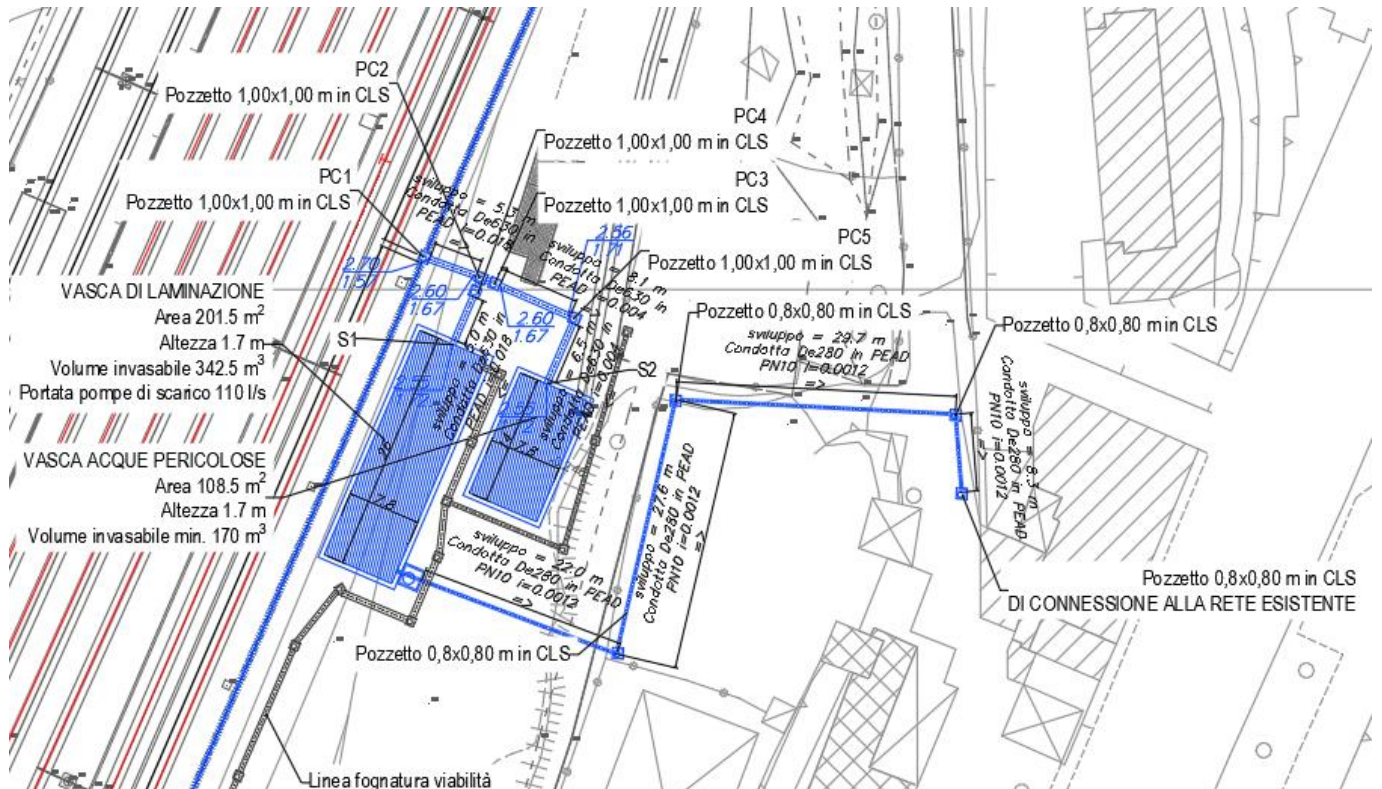


Figura 8.4 Sistema di gestione delle acque pericolose e delle acque meteoriche non pericolose

Il sistema di intercettazione delle acque meteoriche del binario I è composto da canaline di dimensioni interne 50xhVar cm beolate e condotte in materiale plastico (PEAD SN8). Nel profilo sotto riportato si può notare come le canalette siano prefabbricate ma per garantire la pendenza di progetto siano state intasate in parte con del calcestruzzo magro.

PROGETTO DEFINITIVO

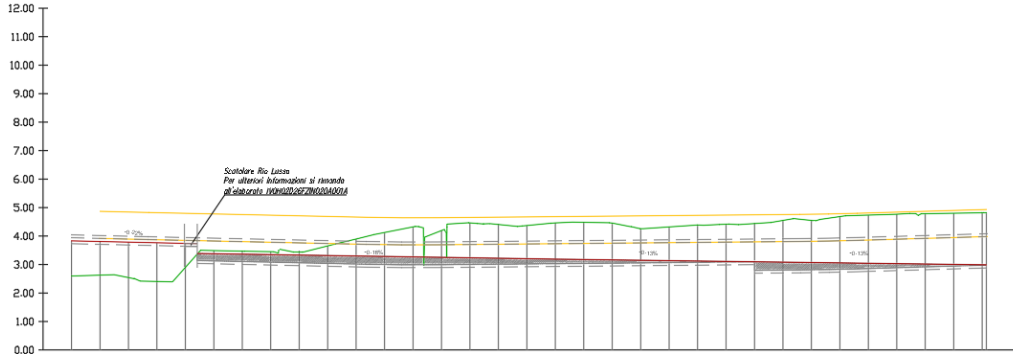
**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	31 di 39

ELEMENTO IDRAULICO

CANALETTA IN C.A. 50x30 L=44.18 m i=-0.22%	CANALETTA IN C.A. 50x70 L=125.82 m i=0.19%	CANALETTA IN C.A. 50x70 L=70.00 m i=0.13%	CANALETTA IN C.A. 50x100 L=81.47 m i=0.13%
---	---	--	---

Profilo terreno esistente
Profilo piano ferro
Spessore magrone
Ingombro elemento idraulico
Profilo canaletta di progetto



Profilo 1
Scala : 1000:100
Q.Rif. : 00.00

NUMERO SEZIONE
DISTANZE PROGRESSIVE
DISTANZE PARZIALI
QUOTE TERRENO
QUOTE SCORRIMENTO

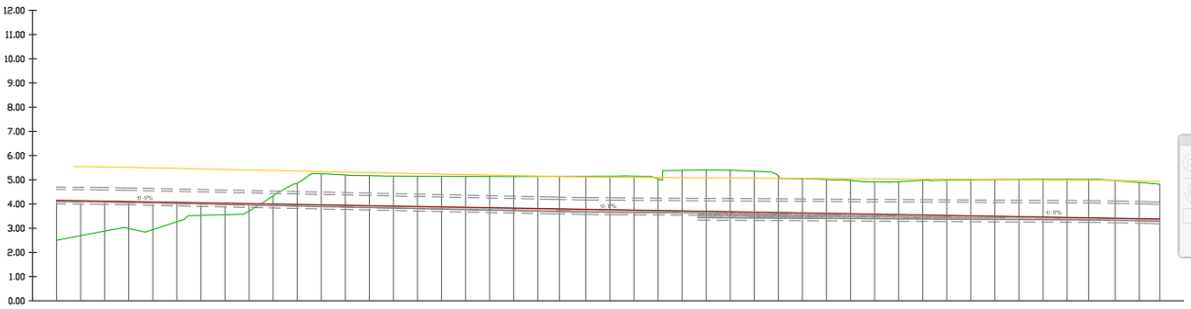
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
0+000.00	0+100.00	0+200.00	0+300.00	0+400.00	0+500.00	0+600.00	0+700.00	0+800.00	0+900.00	0+1000.00	0+1100.00	0+1200.00	0+1300.00	0+1400.00	0+1500.00	0+1600.00	0+1700.00	0+1800.00	0+1900.00	0+2000.00	0+2100.00	0+2200.00	0+2300.00	0+2400.00	0+2500.00	0+2600.00	0+2700.00	0+2800.00	0+2900.00	0+3000.00	0+3100.00	0+3200.00	0+3300.00	0+3400.00	
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	47	
2.80	2.83	2.86	2.89	2.92	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.10	3.13	3.16	3.19	3.22	3.25	3.28	3.31	3.34	3.37	3.40	3.43	3.46	3.49	3.52	3.55	3.58	3.61	3.64	3.67	3.70	3.73	3.76	3.79	3.82	3.85
3.83	3.81	3.79	3.76	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74
3.83	3.81	3.79	3.76	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74
2.80	2.83	2.86	2.89	2.92	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.10	3.13	3.16	3.19	3.22	3.25	3.28	3.31	3.34	3.37	3.40	3.43	3.46	3.49	3.52	3.55	3.58	3.61	3.64	3.67	3.70	3.73	3.76	3.79	3.82	3.85
2.80	2.83	2.86	2.89	2.92	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.10	3.13	3.16	3.19	3.22	3.25	3.28	3.31	3.34	3.37	3.40	3.43	3.46	3.49	3.52	3.55	3.58	3.61	3.64	3.67	3.70	3.73	3.76	3.79	3.82	3.85

Figura 8.5 profilo 1 della canaletta binario I con direzione Nord-Sud

ELEMENTO IDRAULICO

CANALETTA IN C.A. 50x50 L=288.83 m i=-0.17%	CANALETTA IN C.A. 50x70 L=181.93 m i=-0.17%
--	--

Profilo terreno esistente
Profilo piano ferro
Spessore magrone
Ingombro elemento idraulico
Profilo canaletta di progetto



Profilo 2
Scala : 1000:100
Q.Rif. : 00.00

NUMERO SEZIONE
DISTANZE PROGRESSIVE
DISTANZE PARZIALI
QUOTE TERRENO
QUOTE SCORRIMENTO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
0+000.00	0+100.00	0+200.00	0+300.00	0+400.00	0+500.00	0+600.00	0+700.00	0+800.00	0+900.00	0+1000.00	0+1100.00	0+1200.00	0+1300.00	0+1400.00	0+1500.00	0+1600.00	0+1700.00	0+1800.00	0+1900.00	0+2000.00	0+2100.00	0+2200.00	0+2300.00	0+2400.00	0+2500.00	0+2600.00	0+2700.00	0+2800.00	0+2900.00	0+3000.00	0+3100.00	0+3200.00	0+3300.00	0+3400.00	0+3500.00	0+3600.00	0+3700.00	0+3800.00	0+3900.00	0+4000.00	0+4100.00	0+4200.00	0+4300.00	0+4400.00	0+4500.00	0+4600.00	0+4700.00
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.56	
4.15	4.13	4.12	4.10	4.08	4.07	4.05	4.03	4.02	4.00	3.99	3.96	3.95	3.93	3.91	3.90	3.88	3.86	3.85	3.83	3.81	3.80	3.78	3.76	3.75	3.73	3.71	3.70	3.68	3.66	3.65	3.63	3.61	3.60	3.58	3.56	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.46	3.44	3.43	3.41	3.39	3.38	
4.15	4.13	4.12	4.10	4.08	4.07	4.05	4.03	4.02	4.00	3.99	3.96	3.95	3.93	3.91	3.90	3.88	3.86	3.85	3.83	3.81	3.80	3.78	3.76	3.75	3.73	3.71	3.70	3.68	3.66	3.65	3.63	3.61	3.60	3.58	3.56	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.46	3.44	3.43	3.41	3.39	3.38	
4.15	4.13	4.12	4.10	4.08	4.07	4.05	4.03	4.02	4.00	3.99	3.96	3.95	3.93	3.91	3.90	3.88	3.86	3.85	3.83	3.81	3.80	3.78	3.76	3.75	3.73	3.71	3.70	3.68	3.66	3.65	3.63	3.61	3.60	3.58	3.56	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.46	3.44	3.43	3.41	3.39	3.38	

Figura 8.6 profilo 2 della canaletta binario I con direzione Sud-Nord

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	32 di 39

TRATTO	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie FERROVIARIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	tipo di canaletta	materiale	Tirante idrico	base interna	altezza interna	Grado di riempimento	Franco idraulico
	Zini	Zfin																		
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m ²	m ²	m ²				m/m	l/s ha	l/s	m/s	-	-	m	m	m	%	cm
CN1-CN2	3.83	3.74	44.3	337	0	303	0.9	0.6	0.90	0.0022	1320	44.4	0.62	50x30	CLS	0.14	0.50	0.30	48	16
CN2-CN3	3.38	3.19	125.7	1112	0	1001	0.9	0.6	0.90	0.0016	782	87.0	0.66	50x70	CLS	0.26	0.50	0.42	63	16
CN3-CN4	3.19	3.10	70	1484	0	1335	0.9	0.6	0.90	0.0013	676	100.4	0.63	50x70	CLS	0.32	0.50	0.54	59	22
CN4-PC1	3.10	2.99	82.6	1894	0	1704	0.9	0.6	0.90	0.0013	594	112.5	0.65	50x100	CLS	0.35	0.50	0.69	50	34
CS1-CS2	4.15	3.70	249.3	1176	0	1059	0.9	0.6	0.90	0.0017	604	71.1	0.64	50x50	CLS	0.22	0.50	0.39	57	17
CS2-PC1	3.70	3.38	189.6	1997	0	1797	0.9	0.6	0.90	0.0017	515	102.8	0.70	50x70	CLS	0.29	0.50	0.60	49	31

TRATTO	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie FERROVIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	Tirante idrico	Diametro Esterno/Nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico	materiale
	Zini	Zfin																
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m ²	m ²	m ²				m/m	l/s ha	l/s	m/s	m	mm	%	cm	-
PC1-S1	2.70	2.55	8.1	3890	0	3501	0.9	0.6	0.90	0.0185	547	212.8	2.54	0.20	630	34	40	PEAD
PC3-S2	2.60	2.55	11.8	3890	0	3501	0.9	0.6	0.90	0.0042	538	209.4	1.47	0.30	630	50	30	PEAD

Come si può notare dalle precedenti tabelle il grado di riempimento è sempre inferiore al 70% e la velocità sempre superiore a 0,5 m/s, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Nella zona a nord dell'area di progetto verrà eseguito un ampliamento del rilevato ferroviario in modo da ospitare dei nuovi binari. L'aumento della superficie ferroviaria porta a determinare un nuovo sistema di scarico delle acque meteoriche. Tra i binari III e IV verrà posata una tubazione microfessurata DN600 in PE la quale scaricherà le acque in due diversi punti. Gli elementi di scarico saranno dei fossi in terra drenanti. Oltre alla tubazione drenante saranno posizionati a bordo rilevato degli embrici, i quali recapiteranno l'acqua di scarico nei fossi disperdenti posti al piede del rilevato. Per aumentare la superficie drenante, in modo da far scaricare la nuova parte di rilevato saranno realizzate aree di espansione con superficie drenante.

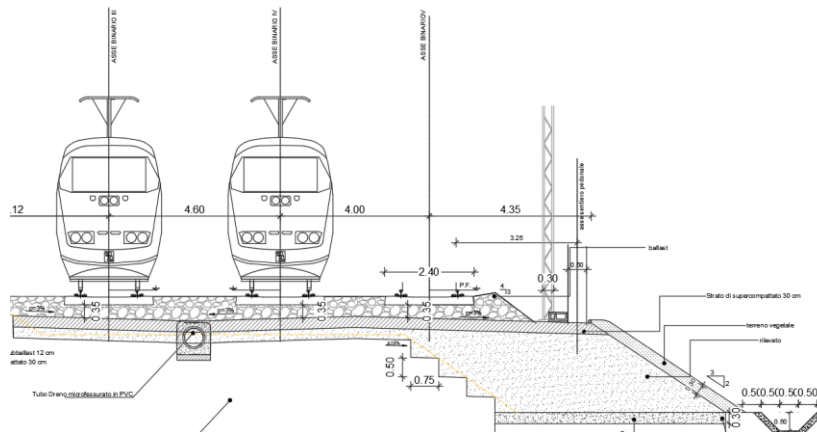


Figura 8.7 posizionamento della tubazione drenante sotto i binari III e IV

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	33 di 39

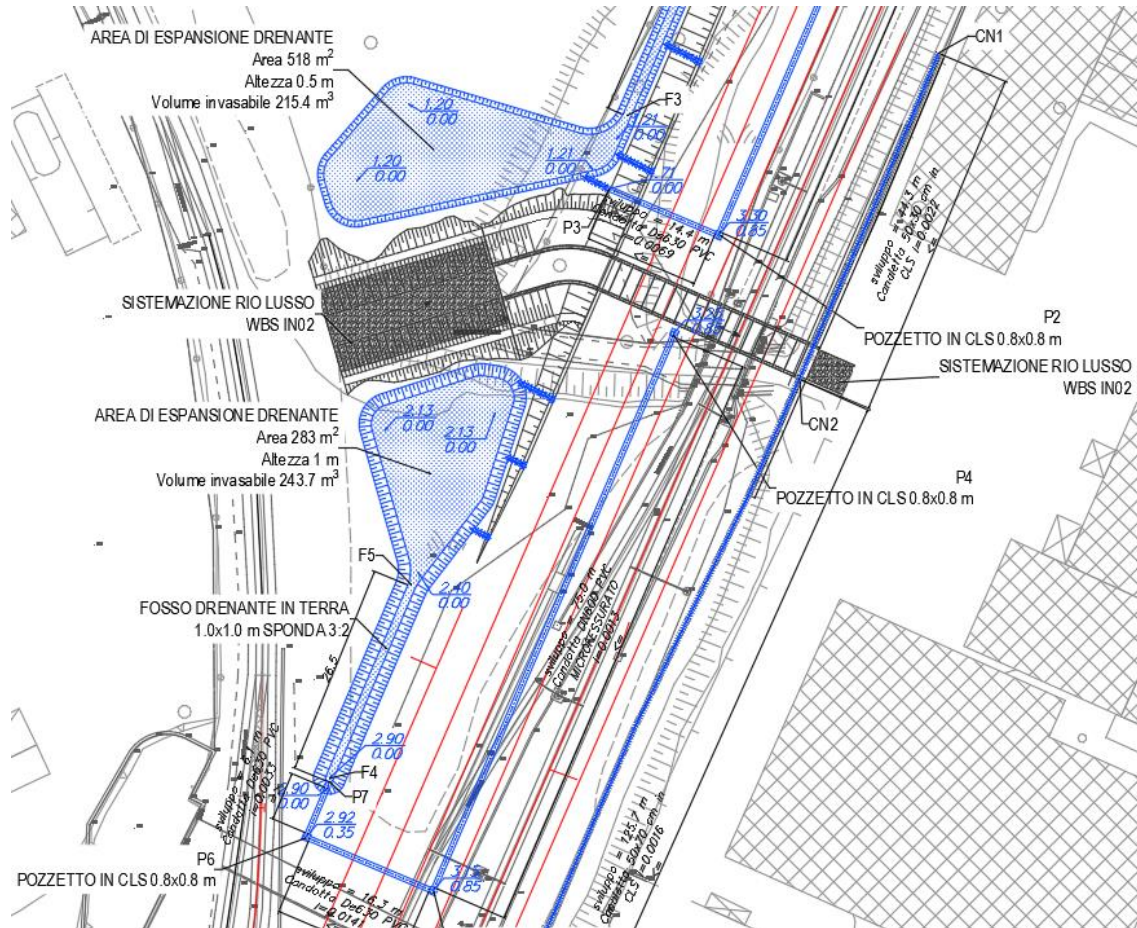


Figura 8.8 Aree di espansione drenanti Ovest e Sud-Ovest in prossimità del Rio Lusso

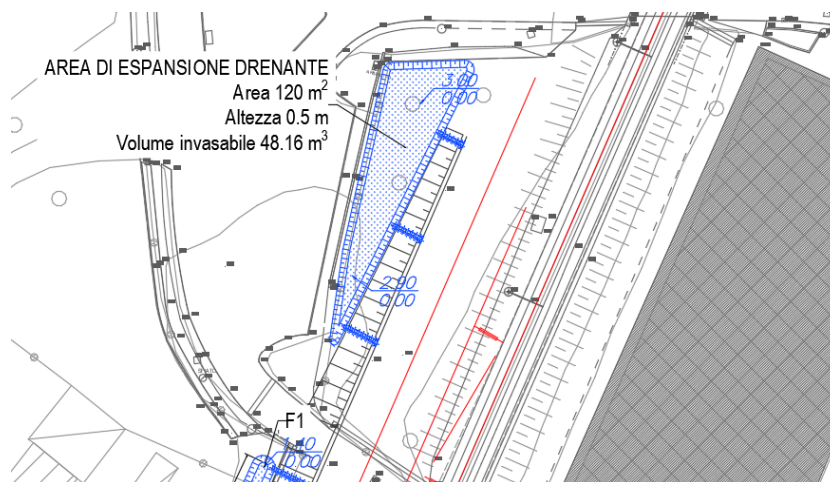


Figura 8.9 Area di espansione drenante in un'area interclusa posta a Nord-Ovest

I coefficienti di permeabilità utilizzati sono i seguenti:

PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	34 di 39

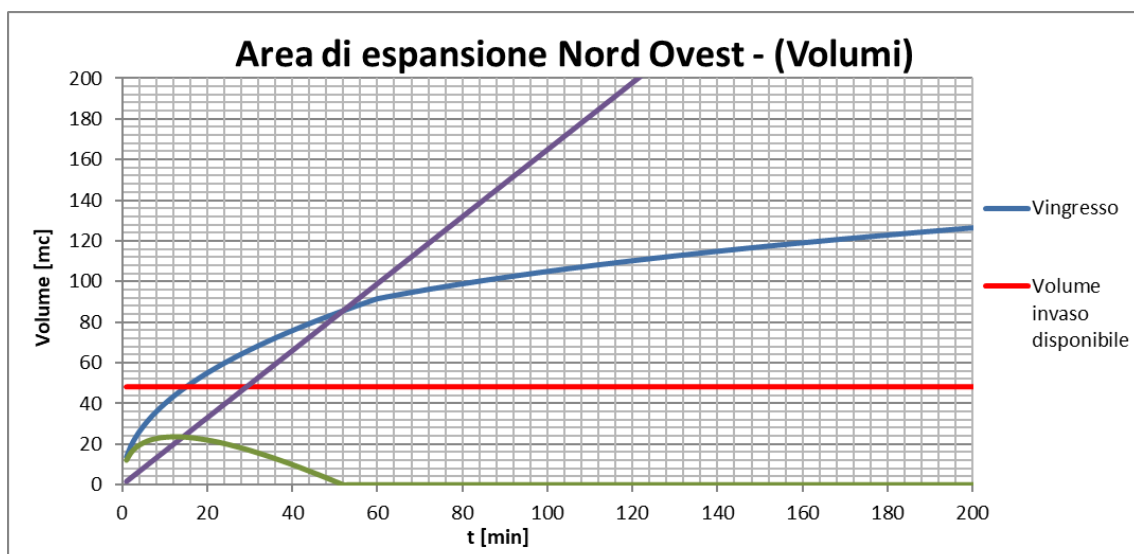
- Per le aree di espansione poste a Nord-Ovest e a Ovest è stato utilizzato un coefficiente di permeabilità pari a $2,29 \cdot 10^{-4}$ m/s (sondaggio PDVL-S1);
- Per le aree di espansione poste a Sud-Ovest è stato utilizzato un coefficiente di permeabilità pari a $1,58 \cdot 10^{-5}$ m/s (sondaggio PDVL-S2).

Area di espansione Nord-Ovest

DATI DI PROGETTO						
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]	(valori massimi su tutta la tratta)		
100	125.73	0.268	0.464			
S_{bacino_tot} [m ²]				ψ_{medio} [-]	$S_{affemte}$ [m ²]	$S_{affemte}$ [ha]
809				0.90	728.10	0.07
permeabilità	K [m/s]					
	0.0002290					

Area di espansione						
Area fondo [m ²]	H [m]	$s (c/H)$ [-]	c [m]	$A_{parte\ inclinata}$ [m ²]	Perimetro [m]	Riempimento [-]
120.00	0.50	1.50	0.53	0.09	67.00	70%

TIPO	V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
Area di espansione	48.16	0.0275	OK	2.04



PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

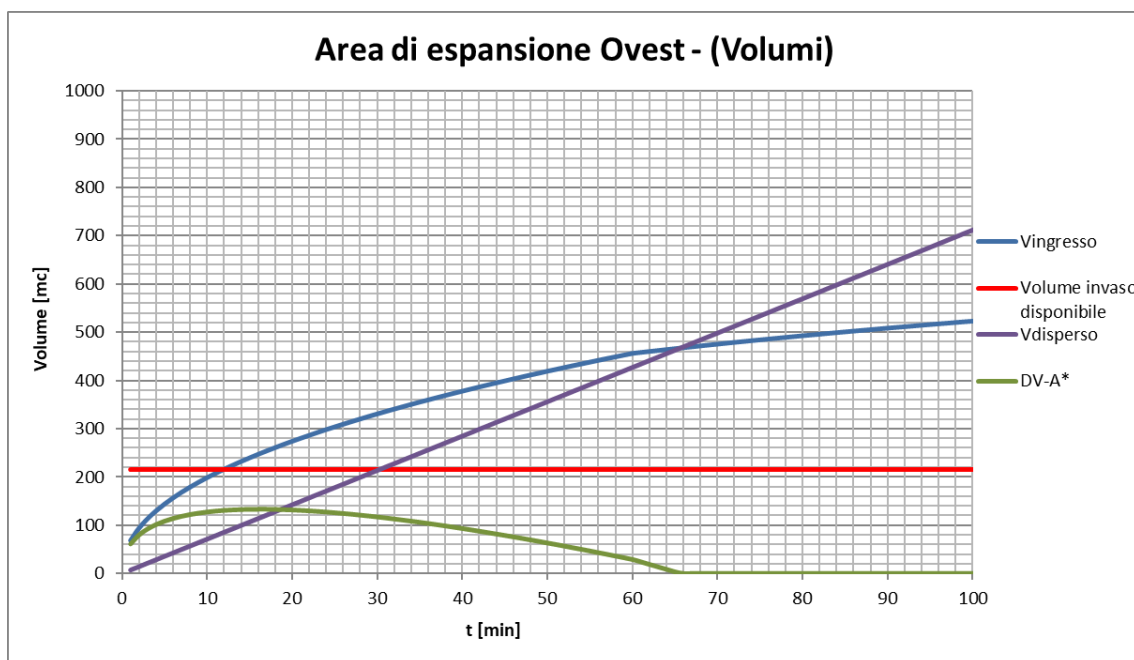
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	35 di 39

Area di espansione Ovest

DATI DI PROGETTO						
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]	(valori massimi su tutta la tratta)		
100	125.73	0.268	0.464			
S_{bacino_tot} [m ²]				ψ_{medio} [-]	$S_{afferente}$ [m ²]	$S_{afferente}$ [ha]
4031				0.90	3627.90	0.36
permeabilità	K [m/s]					
	0.0002290					

Area di espansione						
Area fondo [m ²]	H [m]	$s (c/H)$ [-]	c [m]	$A_{parte\ inclinata}$ [m ²]	Perimetr o [m]	Riempimento [-]
518.00	0.50	1.50	0.53	0.09	371.00	70%

TIPO	V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
Area di espansione	215.39	0.1186	OK	1.62



PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

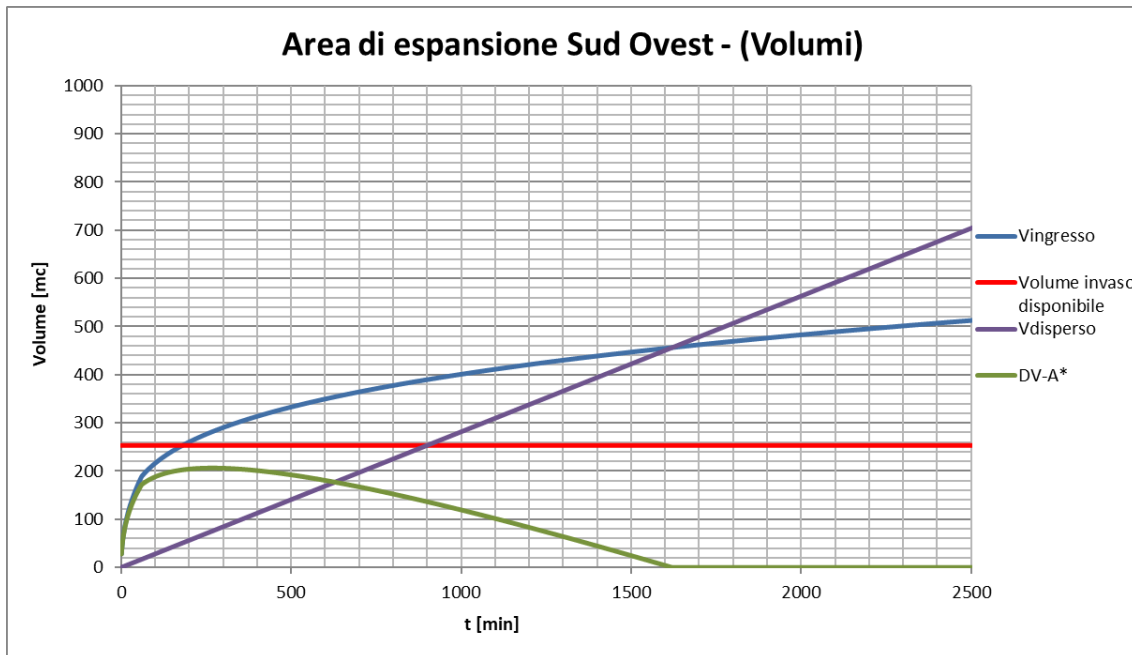
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	36 di 39

Area di espansione Sud-Ovest

DATI DI PROGETTO						
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]	(valori massimi su tutta la tratta)		
100	125.73	0.268	0.464			
S_{bacino_tot} [m ²]				ψ_{medio} [-]	$S_{afferente}$ [m ²]	$S_{afferente}$ [ha]
1667				0.90	1500.30	0.15
permeabilità	K [m/s]					
	0.0000158					

Area di espansione						
Area fondo [m ²]	H [m]	$s (c/H)$ [-]	c [m]	$A_{parte\ inclinata}$ [m ²]	Perimetr o [m]	Riempimento [-]
297.00	1.00	1.50	1.05	0.37	123.00	70%

TIPO	V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
Area di espansione	253.10	0.0047	OK	1.23



PROGETTO DEFINITIVO
**Relazione di smaltimento idraulico della
 piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	37 di 39

La tubazione microfessurata è in PE DN600 mentre i fossi di recapito, anch'essi drenanti hanno dimensioni variabili. Per la zona a Ovest il fosso in terra ha dimensioni 1,0x0,5 m sponde 3:2 mentre il fosso a Sud-Ovest ha dimensioni 1,0x1,0 m sponde 3:2.

TRATTO	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie STRADALE totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	Tirante idrico	Diametro Esterno/Nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico	materiale
	Zini	Zfin	L	S _{tot}	S _{est}	S _{tot,eq}	ψ	φ	φ _{eq}	j	u	Q	v	y	DN	GR	Franco	-
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m ²	m ²	m ²				m/m	l/s ha	l/s	m/s	m	mm	%	cm	-
P1-P2	3.60	3.30	106.1	1684	0	1516	0.9	0.6	0.90	0.0028	1231	207.2	1.26	0.34	600	56	26	PEAD
P2-P3	1.80	1.70	14.4	1684	0	1516	0.9	0.6	0.90	0.0069	1148	193.3	1.73	0.25	630	42	35	PVC
P4-P5	3.25	3.15	75	947	0	852	0.9	0.6	0.90	0.0013	1185	112.2	0.82	0.29	600	49	31	PEAD
P5-P6	3.15	2.92	16.3	947	0	852	0.9	0.6	0.90	0.0141	1107	104.8	1.88	0.15	630	25	45	PVC
P6-P7	2.92	2.90	6.1	947	0	852	0.9	0.6	0.90	0.0033	1064	100.8	1.10	0.22	630	36	38	PVC

TRATTO	Lunghezza tronco	quota inizio	quota fine	Superficie FERROVIARIA	Superfici AREE ESTERNE	Superficie FERROVIARIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	tipo di fosso	materiale	Tirante idrico	Grado di riempimento	Franco idraulico
	L	Zini	Zfin	S _f	S _e	S _{f,ot}	S _{e,ot}	S _{tot,eq}	ψ	φ	φ _{eq}	j	u	Q	v	-	-	y	GR	Franco
	m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²				m/m	l/s ha	m ³ /s	m/s	-	-	m	%	cm
F1-F2	85	1.40	1.3	1676	0	1676	0	1508	0.9	0.6	0.90	0.0012	835	0.14	0.43	100x50 3:2	TERRA	0.24	48	26
F2-F3	55	1.30	1.21	670	0	2346	0	2111	0.9	0.6	0.90	0.0016	719	0.17	0.51	100x50 3:2	TERRA	0.24	48	26
F4-F5	27	2.90	2.4	362	0	362	0	326	0.9	0.6	0.90	0.0189	1859	0.07	0.86	100x100 3:2	TERRA	0.07	7	93

Come si può notare dalle precedenti tabelle il grado di riempimento è sempre inferiore al 70% e la velocità sempre superiore a 0,5 m/s nelle tubazioni, pertanto la verifica risulta soddisfatta. Nel caso dei fossi disperdenti in alcuni casi la velocità risulta inferiore ai 0,5 m/s ma essendo disperdenti la ridotta velocità porta ad un miglioramento della capacità di infiltrazione.

8.3 Dimensionamento sistema antisversamento binario merci pericolose

I binari merci pericolose per definizione sono dotati di sistemi atti a far fronte ad un possibile incendio o sversamento accidentale; è quindi necessario che il sistema di smaltimento delle acque consideri anche tale aspetto e sia dimensionato con criteri differenti rispetto alle condizioni standard.

Il sistema anti-sversamento è composto da 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 ripartitore sarà dotato di paratoie meccanizzate ed automatiche collegate ad un sistema di controllo basato sulla rilevazione della qualità delle acque di scarico. La rilevazione avviene mediante un sensore installato all'interno del pozzetto stesso.

In condizioni ordinarie il pozzetto indirizzerà gli scarichi meteorici verso il ricettore finale, ovvero la vasca di laminazione. In tali condizioni l'accesso alla vasca di cattura sarà chiuso da una valvola a farfalla. In occasione del

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	38 di 39

rilevamento delle sostanze inquinanti, sarà chiusa la valvola che permette l'immissione delle acque meteoriche nella vasca di laminazione e sarà aperta automaticamente quella che richiamerà il flusso verso la vasca di cattura.

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

Le tubazioni che arrivano alla vasca di raccolta acque pericolose sono in materiale plastico (PEAD). La scelta di un materiale plastico deriva da vari fattori: minor numero di giunti e di conseguenza minori possibili perdite nel sottosuolo di materiale contaminante; miglior adattabilità sia con il sistema di sonda multiparametrica sia con le valvole automatiche di chiusura; valore di scabrezza Ks molto più alto delle tubazioni in CLS e per tale motivo minor possibilità di deposito materiale.

Lo schema tipo che consente il doppio funzionamento è di seguito rappresentato:

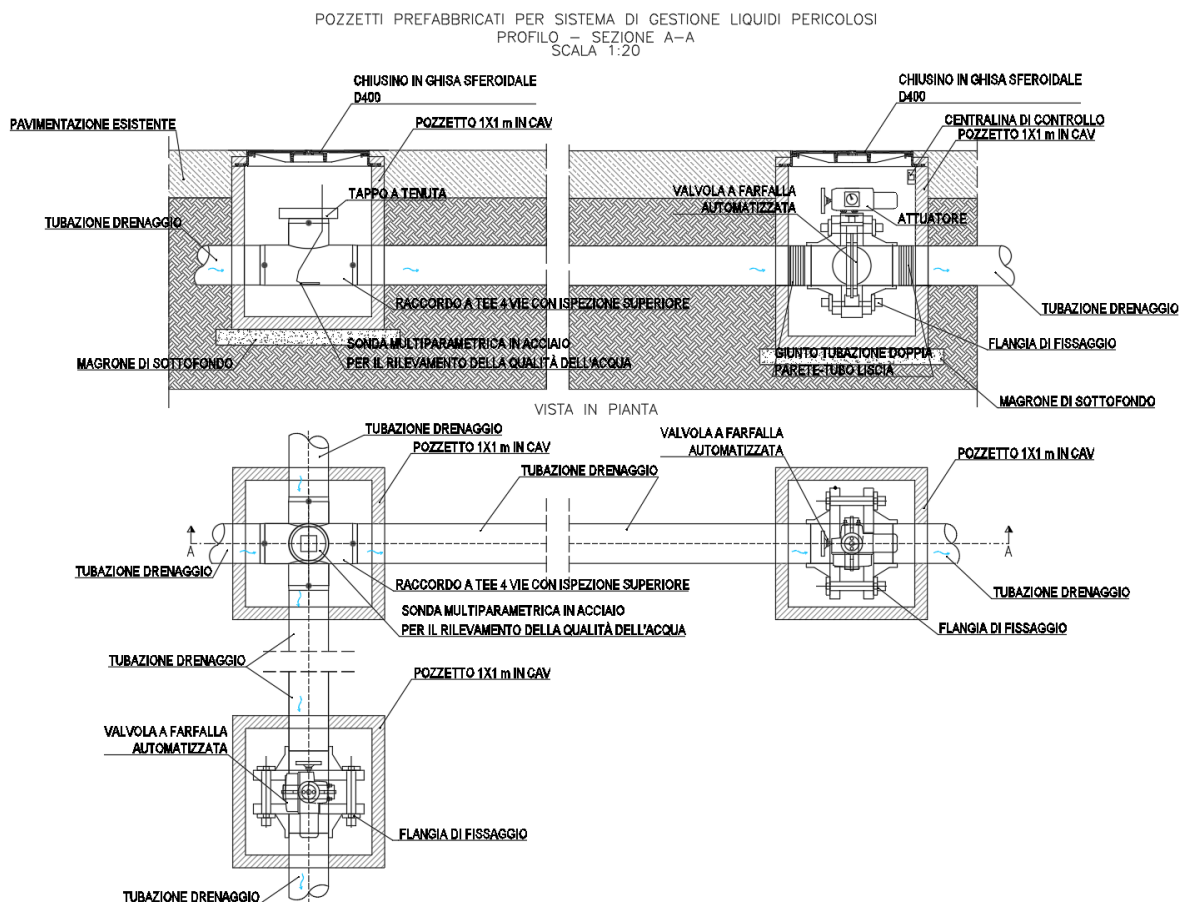


Figura 8.10 Schema di funzionamento sonda di qualità

Il vuotamento 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, il quale comunicherà la necessità di spurgo della vasca.

La vasca di cattura deve ricevere il volume dei liquidi derivanti dall'eventuale sversamento di una cisterna.

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione di smaltimento idraulico della
piattaforma ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 001	A	39 di 39

Le cisterne trasportate dai treni hanno capacità ciascuna tra 80 m³ e 100 m³. A fini cautelativi è stata assunta una capacità della cisterna pari a 100 m³.

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

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 m³.

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 170 m³.

Si prevede la realizzazione di una vasca in c.a. gettato in opera con un'impronta di 14x7,5 m. Il massimo livello di riempimento nella vasca è previsto di 1,65 m, da cui si ottiene un volume utile di accumulo di 170 m³ che soddisfa le precedenti considerazioni.

La vasca al proprio interno dovrà avere una impermeabilizzazione con resina epossidica bicomponente e per la ventilazione si dovrà prevedere una tubazione di ventilazione DN150 in acciaio zincato.

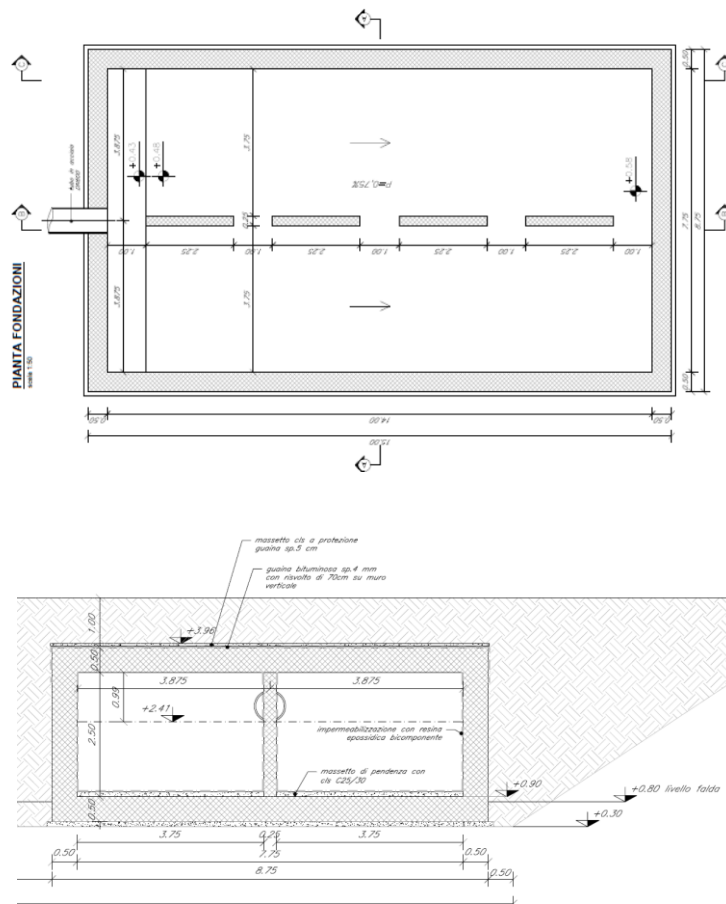


Figura 8.11 Pianta e sezioni vasca di cattura liquidi pericolosi