

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.**

CUP: J14D20000010001

**U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA**

**LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA**

**NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST**

**NV – NUOVE VIABILITA'**

**ID01 – IDROLOGIA E IDRAULICA**

**RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO**

SCALA:

-

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

I N 1 A 2 0 D 2 6 R I I D 0 1 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Reale	Gen. 2022	L. Barni	Gen. 2022	C. Mazzocchi	Gen. 2022	A. Perego Gen. 2022



File: IN1A20D26RIID0102001A.docx

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
1.1	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE .....	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	7
3	RIFERIMENTI PROGETTUALI .....	9
4	IDROLOGIA .....	10
4.1	ANALISI PLUVIOMETRICA .....	10
4.2	TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO .....	11
4.3	PORTATE DI PROGETTO .....	11
4.3.1	<i>Il metodo razionale (o cinematico).....</i>	<i>12</i>
5	SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE .....	14
5.1	ASPETTI NORMATIVI .....	14
5.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....	15
5.3	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO .....	19
5.4	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE IDRAULICHE .....	19
5.5	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....	19
5.5.1	<i>Caditoie a griglia ed a bocca di lupo .....</i>	<i>19</i>
5.5.2	<i>Canalette rettangolari e trapezoidali .....</i>	<i>21</i>
5.5.3	<i>Collettori di smaltimento .....</i>	<i>21</i>
5.5.4	<i>Tubi in pressione .....</i>	<i>22</i>
5.5.5	<i>Stazioni di sollevamento .....</i>	<i>23</i>

5.5.6	<i>Fossi e vasche disperdenti</i> .....	26
6	NV01 E VIA DELLE COSTE.....	27
6.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	27
6.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO .....	28
6.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i> .....	31
6.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i> .....	32
6.3	VERIFICHE IDRAULICHE.....	32
6.3.1	<i>Caditoie a griglia ed a bocca di lupo</i> .....	32
6.3.2	<i>Collettori di smaltimento</i> .....	32
6.3.3	<i>Stazioni di sollevamento</i> .....	36
6.3.4	<i>Tubi in pressione</i> .....	37
6.3.5	<i>Fossi e vasche disperdenti</i> .....	37
7	NV02 – VIABILITA' DI COLLEGAMENTO AREE ACCIAIERIE DI VERONA.....	46
7.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	46
7.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO .....	47
7.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i> .....	48
7.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i> .....	48
7.2.3	<i>Caditoie a griglia</i> .....	48
7.2.4	<i>Collettori di smaltimento</i> .....	48
8	NV03.....	51
8.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	51
8.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO .....	52

8.2.1	Descrizione del sistema di drenaggio.....	53
8.2.2	Calcolo delle portate di piena .....	53
8.2.3	Caditoie a griglia .....	53
8.2.4	Collettori di smaltimento .....	53

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

## 1 PREMESSA

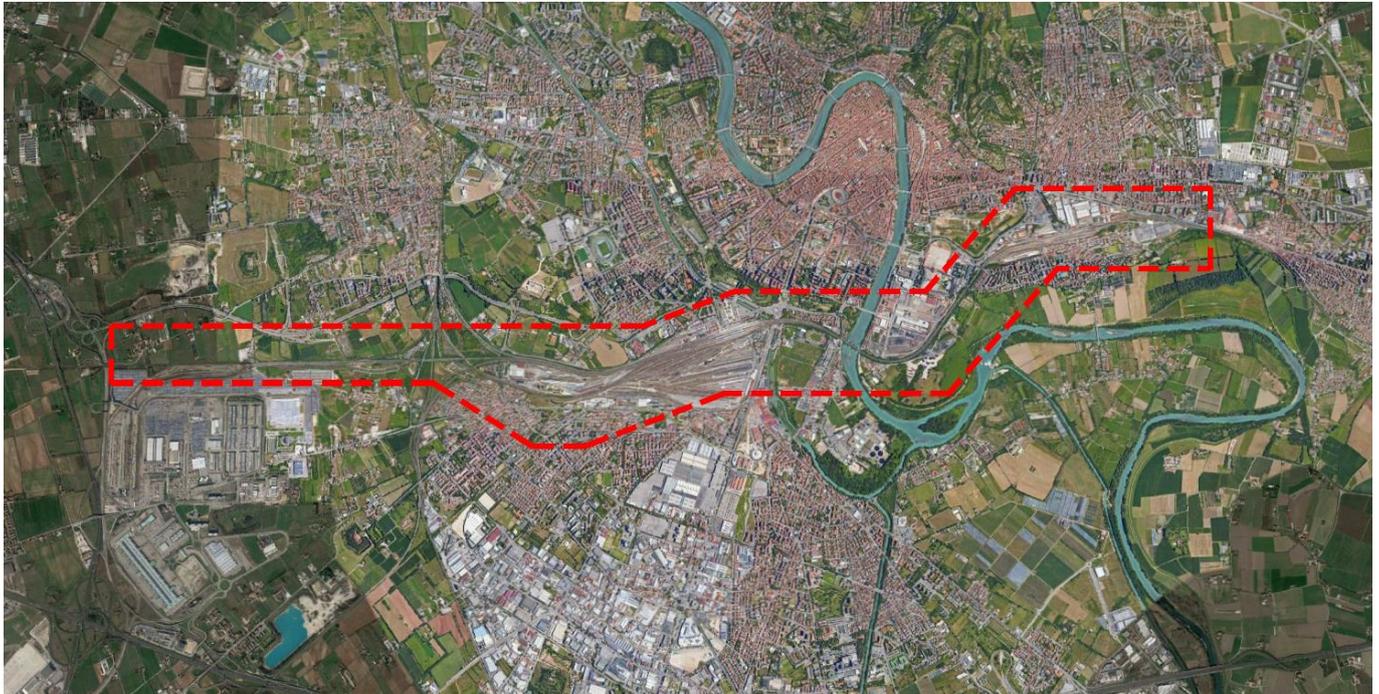
La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).



**Figura 1: Individuazione area d'intervento**

## 1.1 Oggetto specifico della relazione

Nella presente relazione idraulica viene illustrata la rete di raccolta e smaltimento delle acque superficiali della nuova viabilità stradale in progetto.

Le viabilità interessate dall'intervento sono la NV01 con via delle Coste, la NV02 e la NV03 ovvero l'adeguamento di via G. Fedrigoni. In particolare si riportano le caratteristiche tecniche e dimensionali della rete idrica, nonché le relative verifiche idrauliche delle condotte fognarie, delle stazioni di sollevamento e delle vasche a dispersione.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

DM n. 2445, 23 FEBBRAIO 1971, Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto

Decreto 10 agosto 2004, Modifiche alle “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”. (GO Serie Generale n. 199 del 25-08-2004)

UNI ENV 1046:2003, 01/05/2003, Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati - Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra (norma sperimentale)

UNI CEN/TS 15223:2017, Sistemi di tubazioni di materia plastica - Parametri di progetto convalidati di sistemi di tubazioni interrati di materiale termoplastico

UNI EN 13476-1:2018, Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali

UNI EN 13476-2:2018, Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, Tipo A

UNI EN 13476-3:2009, Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B

UNI EN 1295-1:2019, Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 1610:2015, Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura

UNI EN ISO 9969:2008, Tubi di materiale termoplastico - Determinazione della rigidità anulare

Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto – Circ. M.LL.PP. n. 11633 del 7/01/74

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (pubblicato nella G.U. 14 aprile 2006, S.O. n. 96/L) recante "Norme in materia ambientale".

Decreto Ministero Dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985, Norme tecniche relative alle tubazioni (G.U. 14-3-1986, n.61)



**LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA**  
**LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA**  
**NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST**

RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26RI	ID 01 02 001	A	8 di 54

Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 27291, Presidenza Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale, 20.03.1986. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85

Decreto Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018, "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Gazzetta Ufficiale 20/02/2017, n. 42 - Suppl. Ord. n. 8

Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5

Allegato A della Dgr n.2948 del 06 ottobre 2009 della Regione Veneto "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche"

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b>  <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

### 3 RIFERIMENTI PROGETTUALI

Di seguito vengono elencati gli elaborati progettuali richiamati nella presente relazione:

- IN1A20D26RHID0001001A – Relazione Idrologica
- IN1A20D26P8NV0100001A - NV01 - Asse viario Nord-Sud Parco Urbano di Verona PN - Planimetria di drenaggio piattaforma stradale.
- IN1A20D26P8NV0200001A – NV02 – Viabilità di collegamento aree acciaierie di Verona – Planimetria di drenaggio piattaforma stradale
- IN1A20D26P8NV0300003A - NV03 - Adeguamento Via G. Fedrigoni - Planimetria di drenaggio piattaforma stradale.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

## 4 IDROLOGIA

Si riporta di seguito la procedura di analisi idrologica statistica effettuata per la determinazione delle altezze di pioggia utilizzate nei capitoli successivi per il calcolo delle portate dei bacini scolanti individuati. Per un inquadramento idrologico generale, si veda il documento “Relazione idrologica” (IN1A20D26RHID0001001A).

### 4.1 Analisi pluviometrica

Le precipitazioni estreme vengono espresse in funzione della loro durata attraverso la curva di possibilità pluviometrica, ottenuta dall’elaborazione statistica delle misure dell’altezza di pioggia rilevate a terra; i parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica sono rappresentati da  $a$  (mm/h) e  $n$ , attraverso la seguente relazione:

$$h = at^n$$

con  $h$ =altezza di pioggia in mm e  $t$ =tempo di pioggia in ore.

Al fine di definire i suddetti parametri è stato necessario procedere all’elaborazione statistica dei massimi annuali di pioggia per definire la legge probabilistica che, per una prefissata durata di pioggia, correla l’altezza di precipitazione alla “probabilità di non superamento  $P$ ” (o al tempo di ritorno  $TR$  in anni, tale che  $P = 1 - 1/TR$ ).

La funzione di distribuzione normalmente impiegata nello studio dei valori estremi delle variabili idrologiche è quella di Gumbel, detta anche “legge asintotica del massimo valore”. In essa, detto  $h$  il generico valore di massimo annuale dell’altezza di pioggia, la funzione di probabilità (cioè la probabilità che  $h$  non venga superato) è rappresentata dalla seguente relazione :

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

nella quale  $\alpha$  e  $u$  sono i due parametri che "adattano" la funzione alla particolare popolazione studiata.

I parametri  $\alpha$  e  $u$  della distribuzione di Gumbel sono stati stimati attraverso il metodo dei momenti, dei minimi quadrati e della massima verosimiglianza, utilizzando quindi il test di Pearson per la scelta della coppia di parametri che meglio approssima il campione di dati.

Una volta determinata la funzione di distribuzione questa può essere invertita, ovvero si possono assegnare arbitrari tempi di ritorno  $TR$  ad arbitrarie probabilità di non superamento,  $P = (TR - 1)/ TR$ , e ricavare i corrispondenti valori di  $h(P)$ . Fissata infatti  $P$ , si ha:

$$h = u - \frac{1}{\alpha} \cdot \ln(-\ln P)$$

Ottenuti quindi i valori delle massime altezze di precipitazione in funzione di un determinato tempo di ritorno per la stazione pluviografica esaminata, si è proceduto alla stima dei parametri  $a$  ed  $n$  che definiscono le curve di possibilità pluviometrica necessarie al successivo calcolo delle portate di progetto.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

I valori di tali parametri, calcolati sia per tempi di pioggia inferiori all'ora, sia per tempi di pioggia da 1 a 24 ore, sono riportati nelle tabelle seguenti:

Durata < 1h				
$T_r$	25 anni	50 anni	100 anni	200 anni
$a$	71.17	79.91	88.58	97.23
$n$	0.535	0.540	0.543	0.546

**Tabella 1: Parametri  $a$  ed  $n$  per durata precipitazione < 1h**

Durata > 1h				
$T_r$	25 anni	50 anni	100 anni	200 anni
$a$	74,53	84,58	94,56	104,50
$n$	0,074	0,061	0,050	0,042

**Tabella 2: Parametri  $a$  ed  $n$  per durata precipitazione > 1h**

## 4.2 Tempo di ritorno di progetto

Nel dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche la scelta del tempo di ritorno di progetto è stata effettuata considerando le possibili conseguenze generate da un'insufficienza della rete sulla nuova viabilità ferroviaria e su quella stradale, tenuto conto delle indicazioni contenute nei manuali RFI e della normativa vigente.

Data l'importanza strategica delle opere dell'alta velocità e delle strutture ad essa collegate si è scelto di adottare i seguenti tempi di ritorno:

- 100 anni per la piattaforma ferroviaria (in modo da assicurare la continuità del servizio anche di fronte ad eventi particolarmente gravosi);
- 50 anni per la piattaforma stradale nei tratti in sottopasso;
- 25 anni per i tratti della piattaforma stradale a raso od in rilevato.

In generale, il dimensionamento delle condotte e dei canali viene effettuato con i parametri  $a$  ed  $n$  degli scrosci, mentre i medesimi parametri relativi alle piogge possono essere utilizzati per la progettazione delle vasche a dispersione e delle vasche delle stazioni di sollevamento.

## 4.3 Portate di progetto

Per il dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, è innanzitutto necessario scegliere un appropriato metodo di trasformazione degli afflussi (precipitazioni) in deflussi (portate).

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

Nel caso in esame, il calcolo delle portate di progetto é stato effettuato ricorrendo al metodo razionale (o cinematico) per superfici con estensioni ridotte.

Per maggiore chiarezza, si riassumono di seguito i principali fondamenti teorici del metodo adottato.

#### 4.3.1 *Il metodo razionale (o cinematico)*

La schematizzazione alla base del metodo razionale (o cinematico) si basa su tre ipotesi fondamentali:

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

La portata affluente nel generico collettore, in funzione del tempo di ritorno, è p data dall'espressione:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot S}{\tau_c \cdot 3600 \cdot 1000} = \frac{\varphi \cdot i(\tau_c) \cdot S}{3600 \cdot 1000}$$

con il seguente significato dei simboli:

- Q portata (m<sup>3</sup>/s);
- S superficie delle aree scolanti (m<sup>2</sup>);
- h altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- $\tau_c$  tempo di corrivazione [ore]
- i intensità di pioggia (mm/h), data dal rapporto tra l'altezza di pioggia h ed il tempo di corrivazione  $\tau_c$  del bacino scolante;
- $\varphi$  coefficiente di afflusso nella rete o di deflusso.

Per massimizzare la portata, si assume che il valore di h rappresenti l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione  $\tau_c$ : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo  $\tau_c$  solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 2 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quello di corrivazione l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare e massimizzi la portata di picco.

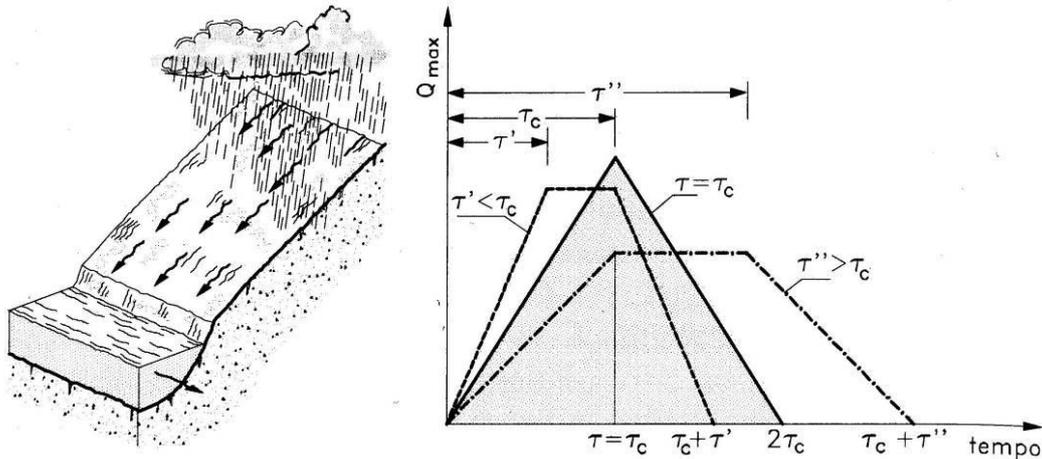


Figura 2: Metodo razionale (o cinematico): idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione  $\tau_c$  può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione  $\tau_c$  si fa riferimento alla somma:

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

ove  $\tau_a$  è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e  $\tau_r$  è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete  $\tau_r$  è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto, il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

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

Nel caso in esame il tempo di corrivazione è stato determinato attraverso la seguente espressione:

$$\tau_c = 1.40 \cdot L^{0.24} \cdot \varphi^{-0.26} \cdot i^{-0.16}$$

dove:

- L lunghezza dell'asta principale [m];
- $\varphi$  coefficiente di afflusso in fogna o di deflusso [m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup>];

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

- i pendenza dell'asta principale [m/m];

Per i tratti iniziali della rete, al fine evitare un'eccessiva sovrastima delle portate di progetto, si è comunque assunto un valore minimo del tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso  $\phi$ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

I tipi di superficie ed i relativi coefficienti di deflusso adottati nei calcoli sono riportati in Tabella 3.

Descrizione	Coefficiente di deflusso $\phi$
pavimentazione stradale	1.00
piattaforma ferroviaria	0.95
Copertura erbacea in rilevato	0.50
Copertura erbacea su superficie orizzontale	0.30

**Tabella 3: Coefficiente di deflusso per varie tipologie di superficie**

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

## 5 SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Si illustrano di seguito le soluzioni proposte per lo smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma ferroviaria e stradale nell'ambito del progetto di potenziamento della linea AV/AC Milano-Venezia, nella tratta Brescia Est-Verona, all'Ingresso Est.

### 5.1 Aspetti normativi

Per quanto concerne gli aspetti normativi relativi allo smaltimento delle acque meteoriche, si è fatto riferimento all'Allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 2948 del 06 ottobre 2009 - "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici Modalità operative e indicazioni tecniche".

I sempre più frequenti allagamenti che in questi ultimi decenni hanno interessato molte zone del Veneto in concomitanza di eventi meteorici intensi, hanno portato la Giunta Regionale ad intervenire in maniera organica e complessiva per garantire il mantenimento del corretto regime idraulico del territorio regionale.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

Per questo la delibera n. 3637 del 13.12.2002, prevede che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti che possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una “Valutazione di compatibilità idraulica”.

Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche tengano conto dell’attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d’uso del suolo potrebbero determinare.

È infatti di primaria importanza che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non venga aggravato l’esistente livello di rischio idraulico né venga pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Dal momento che l’impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all’incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate, ogni progetto di trasformazione dell’uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve inoltre prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell’”invarianza idraulica”.

Lo studio dovrà, tra le altre cose, analizzare le trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione, valutare la criticità idraulica del territorio ed i conseguenti rischio e pericolosità idraulici, proponendo – ove necessario – misure compensative e/o di mitigazione.

Per quanto riguarda il principio dell’invarianza idraulica, in linea generale le misure compensative consistono nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene: il volume da destinare a laminazione dev’essere quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga inalterata rispetto allo stato attuale, prendendo a riferimento un evento con tempo di ritorno di 50 anni.

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Le opere in progetto rientrano in quest’ultima tipologia: per lo smaltimento delle acque meteoriche è infatti previsto il ricorso a trincee e vasche disperdenti interrate, evitando così qualsiasi aggravio sul reticolo idrico superficiale esistente.

## 5.2 Caratteristiche idrogeologiche

Tali aspetti sono fondamentali per definire la fattibilità di un sistema ad infiltrazione negli strati superficiali del suolo e per poterne effettuare il dimensionamento.

I parametri più importanti a tale scopo sono indubbiamente la permeabilità del terreno “k” negli strati interessati dal fenomeno di infiltrazione e la quota della falda. Entrambe le caratteristiche possono essere misurate mediante indagini specifiche in situ. È evidente che maggiore sarà il dettaglio della prova, maggiore sarà l’affidabilità del dato e quindi del dimensionamento.

Durante la campagna geognostica ITALFERR 2021, nel periodo compreso tra febbraio e maggio, per il progetto “Esecuzione di indagini geognostiche per la progettazione definitiva dell’ingresso Est di Verona”, sono stati eseguiti in totale n. 17 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e distruzione di nucleo.

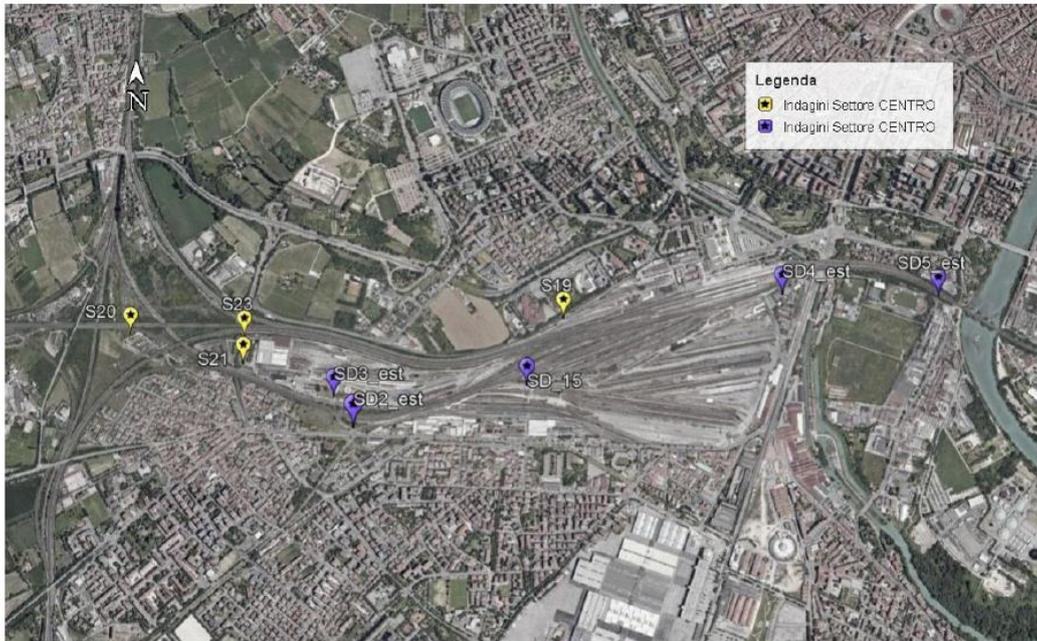
Si riportano di seguito in Tabella 4 i valori di permeabilità misurati nei sondaggi effettuati lungo il tracciato, relativamente agli strati più superficiali.

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	K (m/s)	Tipo di prova
SD1 Adige	4.75	3.46E-04	Lefranc
SD2	1.75	1.91E-04	Lefranc
SD2	3.50	8.52E-05	Lefranc
SD2 Adige	5.25	3.87E-04	Lefranc
SD3	5.25	1.36E-04	Lefranc
SD3	2.50	1.86E-04	Lefranc
SD4	2.00	1.30E-03	Lefranc
SD4	4.50	9.83E-05	Lefranc
SD5	3.50	8.90E-05	Lefranc
SD6	1.75	5.84E-04	Lefranc
SD7	2.50	1.40E-04	Lefranc
SD8	2.00	5.80E-04	Lefranc
SD8	3.75	1.37E-04	Lefranc
SD9	2.75	2.67E-04	Lefranc
SD9	5.50	1.37E-04	Lefranc
SD10	1.25	4.89E-03	Lefranc
SD10	4.50	6.34E-05	Lefranc
SD12	5.25	9.58E-05	Lefranc
SD12	1.25	2.74E-04	Lefranc
SD13	4.00	9.34E-05	Lefranc
SD13	1.75	2.58E-04	Lefranc
SD14	2.50	4.31E-04	Lefranc
SD15	2.50	2.18E-03	Lefranc
SD15	4.00	7.03E-04	Lefranc

**Tabella 4: Prove di permeabilità realizzate nell’ambito della campagna geognostica Italferr 2020-21 Verona Est**

Nell’immagine seguente si riportano gli andamenti dei livelli di falda misurati da marzo 2021 a novembre 2021.





*Ubicazione indagini Settore Centro*



*Ubicazione indagini Settore Est*

**Figura 4: Ubicazione dei sondaggi effettuati nel corso della campagna geognostica Italferr 2020-2021**

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

### 5.3 Analisi delle alternative di progetto

Nel caso in esame non sono presenti corsi superficiali dove recapitare le acque meteoriche di piattaforma stradale e ferroviaria, ma si deve ricorrere a sistemi di smaltimento a dispersione.

Al fine di definire la soluzione tecnica più adatta alle condizioni al contorno descritte, sono state ipotizzate due possibili alternative che prevedono il recapito delle acque di piattaforma per dispersione negli strati superficiali del terreno; le soluzioni che verranno analizzate sono di tipo:

1. concentrato: vasche a dispersione a cielo aperto o interrate.
2. distribuito: fossi con fondo drenante o bauletti drenanti interrati con tubo di distribuzione fessurato.

### 5.4 Descrizione generale delle opere idrauliche

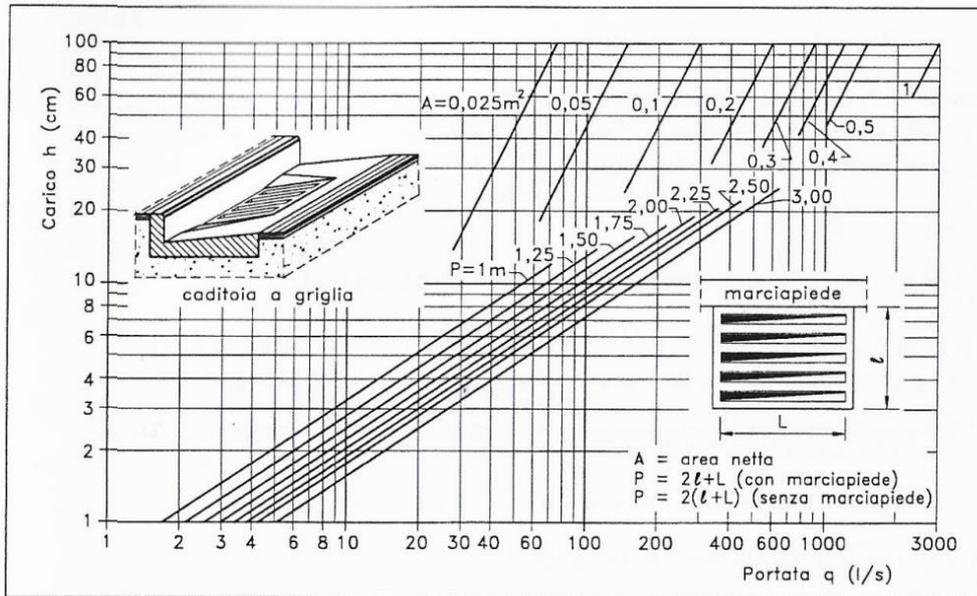
La rete di raccolta e smaltimento delle acque superficiali scolanti sulla piattaforma stradale in progetto è costituita dai seguenti elementi:

- canalette trapezoidali in c.a. e cunette “alla francese” in calcestruzzo per la raccolta ed il convogliamento delle acque della sede stradale;
- caditoie laterali a griglia ed a bocca di lupo, nelle quali vengono recapitate le acque raccolte da canalette o cunette;
- tubazioni interrate in PVC per la raccolta delle acque meteoriche provenienti dalla sede stradale;
- fossi, bauletti e vasche disperdenti interrate, nelle quali vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche;
- vasche di sollevamento per la raccolta delle acque meteoriche ed il loro successivo recapito agli elementi disperdenti.

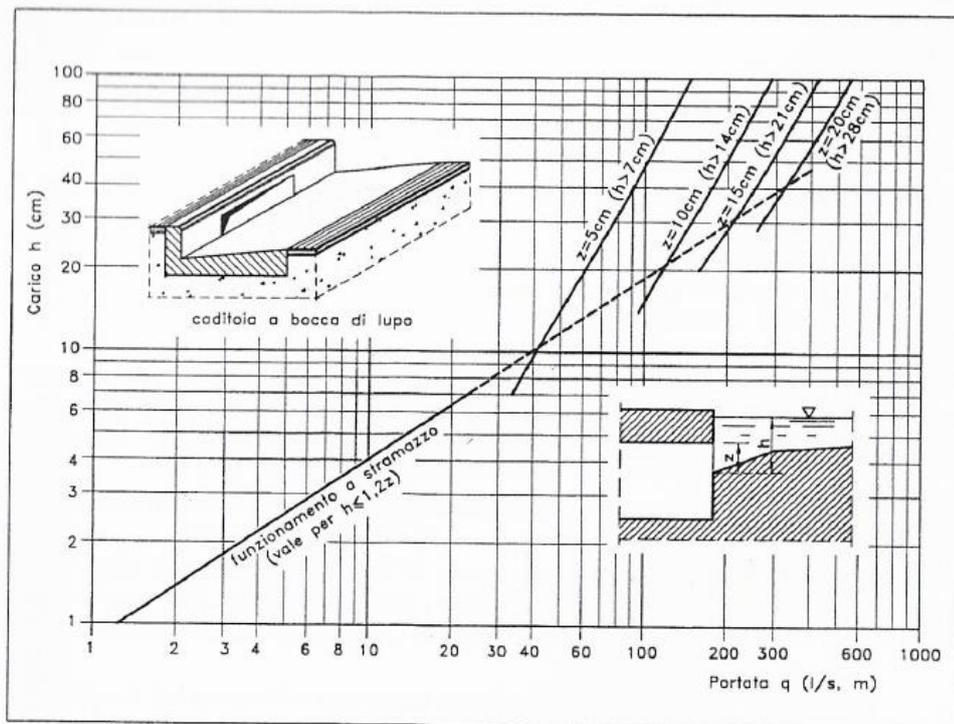
### 5.5 Criteri di dimensionamento

#### 5.5.1 Caditoie a griglia ed a bocca di lupo

Per la definizione degli interassi tra le due tipologie di caditoie laterali (a griglia ed a bocca di lupo) si sono utilizzati gli abachi di letteratura riportati di seguito.



**Figura 5: Abaco per il dimensionamento di una caditoia a griglia**



**Figura 6: Abaco per il dimensionamento di una caditoia a bocca di lupo**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

### 5.5.2 Canalette rettangolari e trapezoidali

La verifica delle sezioni è stata effettuata con la formula di *Gauckler –Strickler*, ipotizzando che ciascun tratto sia percorso dalla stessa portata ed in condizioni di moto uniforme:

$$Q = A_B \cdot K_S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- $Q$  è la portata [ $m^3/s$ ];
- $A_B$  è l'area bagnata o sezione liquida [ $m^2$ ];
- $K_S$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];
- $R_H$  è il raggio idraulico [ $m$ ];
- $i$  è la pendenza longitudinale dell'elemento [ $m/m$ ].

Fissati il coefficiente di scabrezza  $K_S$  e la pendenza longitudinale  $i$ , si è in grado di determinare la combinazione di sezione idraulica e grado di riempimento che consentono il deflusso di una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto.

Per le sezioni aperte (fossi e canalette) in cls si sono assunti un coefficiente di scabrezza  $K_S=65 m^{1/3}/s$  ed un grado di riempimento massimo del 70%.

### 5.5.3 Collettori di smaltimento

Analogamente a quanto fatto per gli elementi idraulici e sezione aperta, la verifica delle tubazioni con funzionamento a canaletta (non in pressione) è stata effettuata con la formula di *Gauckler –Strickler*, ipotizzando che ciascun tratto sia percorso dalla stessa portata ed in condizioni di moto uniforme:

$$Q = A_B \cdot K_S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- $Q$  è la portata [ $m^3/s$ ];
- $A_B$  è l'area bagnata o sezione liquida [ $m^2$ ];
- $K_S$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];
- $R_H$  è il raggio idraulico [ $m$ ];
- $i$  è la pendenza longitudinale della tubazione [ $m/m$ ].

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

Per il calcolo del tirante idrico nella sezione di deflusso, sono state utilizzate le formule riportate di seguito, che esprimono l'area bagnata ( $A_B$ ) ed il raggio idraulico ( $R_H$ ) per i tubi circolari a canaletta, in funzione del tirante  $y$  (e quindi del grado di riempimento della tubazione, ossia dell'angolo  $\theta$ ):

$$A_B = \frac{d^2}{4} \cdot \left( \frac{\theta - \sin \theta}{2} \right)$$

$$R_H = \frac{d}{4} \cdot \left( 1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

La definizione del tirante è stata effettuata con metodo iterativo, risolvendo il sistema in forma implicita.

Per le tubazioni in PVC e i tombini in calcestruzzo si sono assunti un coefficiente di scabrezza  $K_s$  rispettivamente di 85 e 65  $m^{1/3}/s$  ed un grado di riempimento massimo ( $y/d$ ) del 70%.

#### 5.5.4 Tubi in pressione

Per il dimensionamento dei tubi in pressione è stata utilizzata l'equazione dell'energia in condizioni di moto permanente:

$$H_M = H_V + H_P + \sum_i \lambda_i \frac{U_i^2 f_i L_i}{2g D_i} + \sum_i \frac{U_i^2 f_i L_i}{2g D_i}$$

dove:

- $H_M, H_V$  sono rispettivamente il carico totale del campo di moto a monte ed a valle del tratto di tubazione in esame;
- $H_P$  rappresenta la prevalenza della pompa;
- $\sum_i \frac{U_i^2 f_i L_i}{2g D_i}$  è la sommatoria delle perdite di carico distribuite nella condotta, con  $L_i, D_i$  e  $f_i$  lunghezza, diametro e numero di resistenza dell' $i$ -esima tubazione;
- $\sum_i \lambda_i \frac{U_i^2}{2g}$  è la sommatoria delle perdite di carico localizzate nella condotta.

Il numero di resistenza viene espresso attraverso la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{e}{3.71D} + \frac{2.52}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

con  $e$  scabrezza equivalente della tubazione e  $R_e$  numero di Reynolds.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

Per i vari tratti di tubazione, in PEAD, si è assunto una scabrezza di 0.1 mm: tale valore risulta maggiorato rispetto a quello che si trova in letteratura per le tubazioni nuove in materiale plastico, ma tiene conto dell'usura della tubazione nel tempo e dell'eventualità di piccoli depositi al suo interno.

Applicando i valori appena citati e calcolando le perdite localizzate (imbocco, Borda, curve, gomiti, organi di regolazione,...), è possibile quindi definire la portata convogliata all'interno di ciascuna condotta.

### 5.5.5 Stazioni di sollevamento

La progettazione di una stazione di sollevamento rende necessaria la definizione di varie scelte progettuali:

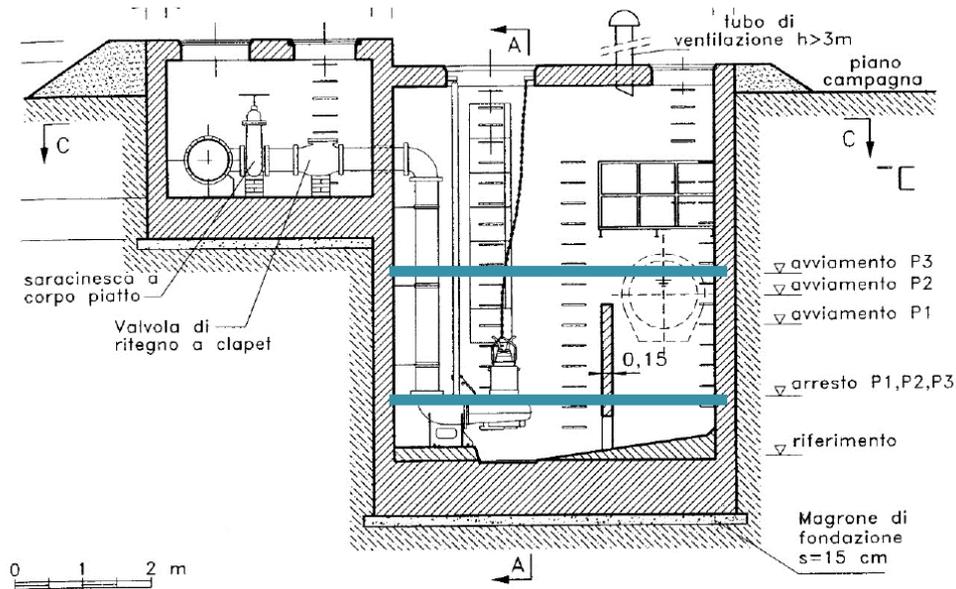
- stima delle portate di progetto (entrante  $Q_e$ , uscente  $Q_u$ )
- calcolo della prevalenza richiesta  $H_p$
- scelta del numero e della tipologia delle pompe
- stima del volume da attribuire alla vasca di accumulo  $V$
- definizione della geometria della vasca.

Nel calcolo del volume minimo della vasca e nella scelta delle pompe si ipotizza, per semplicità, che la portata entrante sia costante e pari al massimo atteso: nel caso di acque meteoriche, la portata critica per il tempo di ritorno fissato, valutata come descritto nei paragrafi precedenti.

Per il corretto dimensionamento della stazione di sollevamento è inoltre necessario definire:

- il volume morto, cioè quello al di sotto del livello di arresto delle pompe
- il volume utile, compreso tra il livello di attacco e quello di arresto
- il volume di riserva, compreso tra il livello di attacco e quello massimo.

Nella definizione del livello massimo ammissibile all'interno della stazione di sollevamento, è necessario tenere presente che esso non deve creare fenomeni di rigurgito in fognatura tali da comprometterne la funzionalità; per questo va rispettato il grado di riempimento per il quale la rete di smaltimento è stata progettata (nello specifico  $h/D < 0.70$ ).

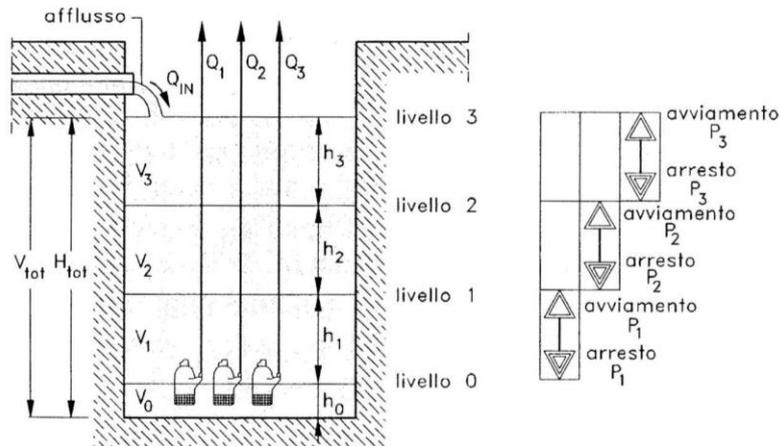


**Figura 7: Rappresentazione di volume morto, utile e di riserva**

Nella stima del volume utile nel caso di utilizzo di pompe funzionanti in parallelo, è possibile seguire due sequenze di funzionamento differenti:

### Sequenza 1

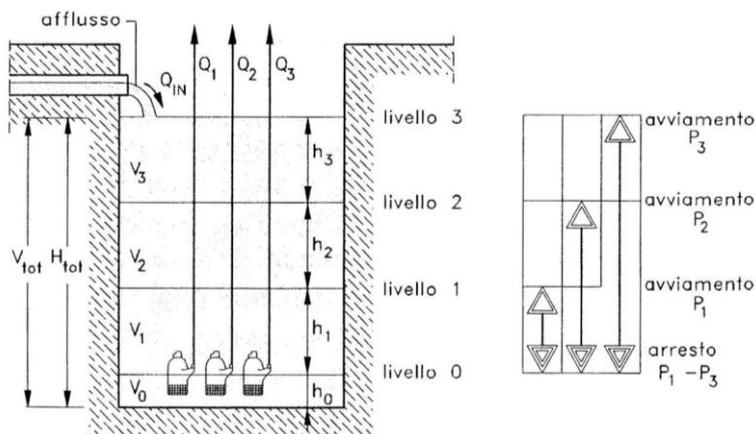
- Le pompe si avviano quando il livello nella vasca supera quello di arresto di quella che opera al livello superiore.
- Le pompe staccano quando il livello nella vasca scende al di sotto del livello di avviamento della pompa a cui compete la porzione di volume utile inferiore.
- Questa sequenza consente di ottenere un andamento della portata sollevata il più vicino possibile a quello della portata in ingresso, ma richiede volumi utili complessivamente maggiori.



**Figura 8: Schematizzazione per attacchi e stacchi delle pompe - Sequenza 1**

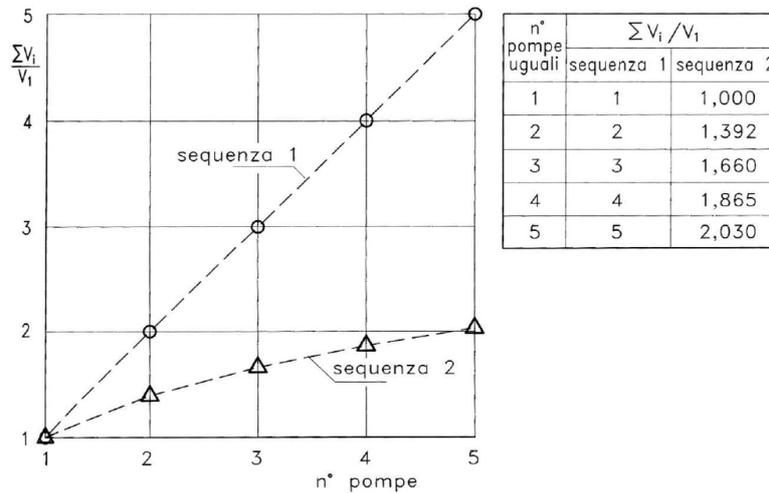
### Sequenza 2

- I livelli di avviamento sono progressivamente crescenti.
- Esiste un unico livello di arresto in corrispondenza del livello minimo che delimita il volume morto: le pompe staccano tutte contemporaneamente quando il livello nella vasca raggiunge il livello di arresto.
- L'utilizzo di questa sequenza richiede volumi utili complessivamente minori, ma l'andamento della portata sollevata risulta più discontinuo rispetto a quello della portata in ingresso.



**Figura 9: Schematizzazione per attacchi e stacchi delle pompe - Sequenza 2**

Si riporta di seguito in Figura 10 il confronto tra i volumi richiesti dalla sequenza 1 e dalla sequenza 2; dall'immagine risulta evidente come – a parità di portata complessivamente sollevata - all'aumentare del numero di pompe l'adozione della sequenza 2 riduca notevolmente il volume utile richiesto.



**Figura 10: Volumi della vasca di sollevamento a seconda della sequenza di attacco-stacco adottata**

Per tale motivo, nel dimensionamento della stazione di sollevamento prevista nel tratto in esame, la scelta progettuale è ricaduta sulla sequenza 2.

La determinazione del volume da assegnare a ciascuna vasca è stata effettuata facendo ricorso all'equazione dei serbatoi e ricercando il tempo di pioggia che massimizzasse il suddetto volume.

### 5.5.6 Fossi e vasche disperdenti

Nel caso in esame non sono presenti corsi superficiali dove recapitare le acque meteoriche di piattaforma stradale e ferroviaria, ma si deve ricorrere a sistemi di smaltimento a dispersione.

In linea di massima risulta preferibile ricorrere a sistemi disperdenti di tipo distribuito (bauletti o fossi drenanti), da realizzarsi in affiancamento alla linea ferroviaria/stradale e impiegare sistemi di tipo concentrato (vasche disperdenti a cielo aperto o in materiale drenante), solo nell'impossibilità tecnica e logistica di realizzare le prime.

La determinazione del volume da assegnare a ciascuna vasca/fosso è stata effettuata facendo ricorso all'equazione dei serbatoi e ricercando il tempo di pioggia che massimizzasse il suddetto volume:

$$Q_i - Q_o = \frac{\partial V}{\partial t}$$

$$Q_o = k \cdot A \cdot i$$

$Q_i$  rappresenta la portata in ingresso calcolata come riportato nel par. 4.3,  $Q_o$  la portata dispersa,  $A$  superficie orizzontale della vasca/fosso,  $k$  conducibilità idraulica e  $i$  cadente piezometrica pari a uno.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

Nei calcoli viene trascurata, a favore di sicurezza, la dispersione attraverso la superficie laterale dei sistemi disperdenti. Il valore di conducibilità idraulica  $k$  utilizzato nei dimensionamenti viene assunto pari alla metà di quello misurato in campo con le prove Lefranc (par.5.2); a seconda della vicinanza o meno del sistema disperdente al punto del sondaggio viene assunto il valore di conducibilità del sondaggio più vicino oppure la media dei due sondaggi più vicini.

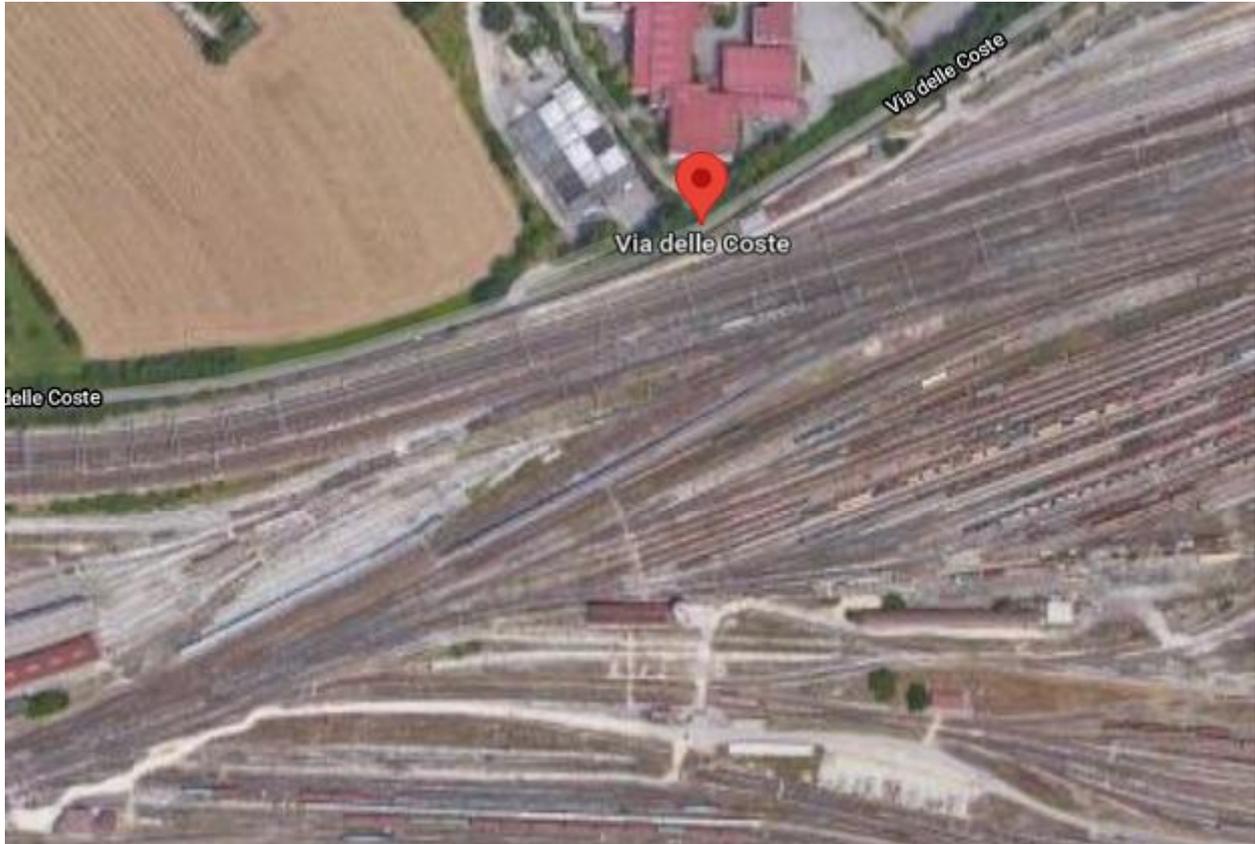
La posizione della falda, intorno ai 20 m di profondità, non pregiudica la funzionalità di sistemi a dispersione profondi.

## 6 NV01 E VIA DELLE COSTE

### 6.1 Inquadramento generale dell'area

Tale viabilità rientra nell'ambito del progetto AV-AC Nodo di Verona Ovest ed Est è stata indicata quale opera compensativa dal comune di Verona insieme al sottopasso carrabile SL03.

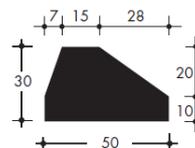
La strada parte dalla rotatoria dello stradone Santa Lucia adiacente all'attuale scalo merci, che un domani diventerà il central park, dopo circa 160 m si incontra la prima rotatoria di nuova realizzazione prevista che in futuro dovrà intercettare la viabilità del parco. Lasciata la rotatoria dopo circa 90 metri inizia lo scatolare SL03, necessario per superare il fascio di binari, circa alla progressiva 0+220.00 la strada esce dallo scatolare e circa 60 metri dopo si immette nella seconda ed ultima rotatoria prevista. Tale rotatoria oltre ad una futura connessione con le viabilità della zona permette di riconnettere via delle coste che risulta tagliata dalla nuova viabilità.



**Figura 11: Via delle Coste, stato attuale**

Come sezione tipo si è scelta una sezione stradale tipo E Urbano secondo il DM del 05/11/2001, come da richiesta del Comune di Verona, con una corsia per senso di marcia di 3,50 m e due banchine da 0,50 m, affiancate da una pista ciclabile di 3.50 m e marciapiedi protetti. La separazione tra la sede stradale e la pista ciclabile è stata realizzata con una cordonata per piste ciclabili. La pista ciclabile è bidirezionale con una larghezza di 3.50 m, che corrisponde alla categoria C. I marciapiedi hanno una larghezza di 1,50 m (nello scatolare il marciapiede in sinistra viene ridotto a 1m) e sono separati dalla pista ciclabile con cordonatura ridirettiva 25x15/12. Inoltre i marciapiedi, per garantire una ulteriore protezione dei pedoni, sono rialzati di 12 cm rispetto alla pista ciclabile.

**Cordonatura  
per piste ciclabili**  
250x30x50/15  
(con golfari di sollevamento)



## 6.2 Opere di drenaggio idraulico

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, per ciascuna delle opere sopra descritte è stato progettato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- due vasche disperdenti nelle quali vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche;
- cinque bauletti disperdenti per il drenaggio delle acque meteoriche provenienti da via Fenilon;
- caditoie e cunette “alla francese” per la raccolta e il convogliamento delle acque della sede stradale;
- caditoie a bocca di lupo, nelle quali vengono recapitate le acque raccolte;
- tubazioni interrato di raccolta delle acque della sede stradale, che trasportano le acque o direttamente nelle vasche disperdenti, o nelle stazioni di sollevamento;

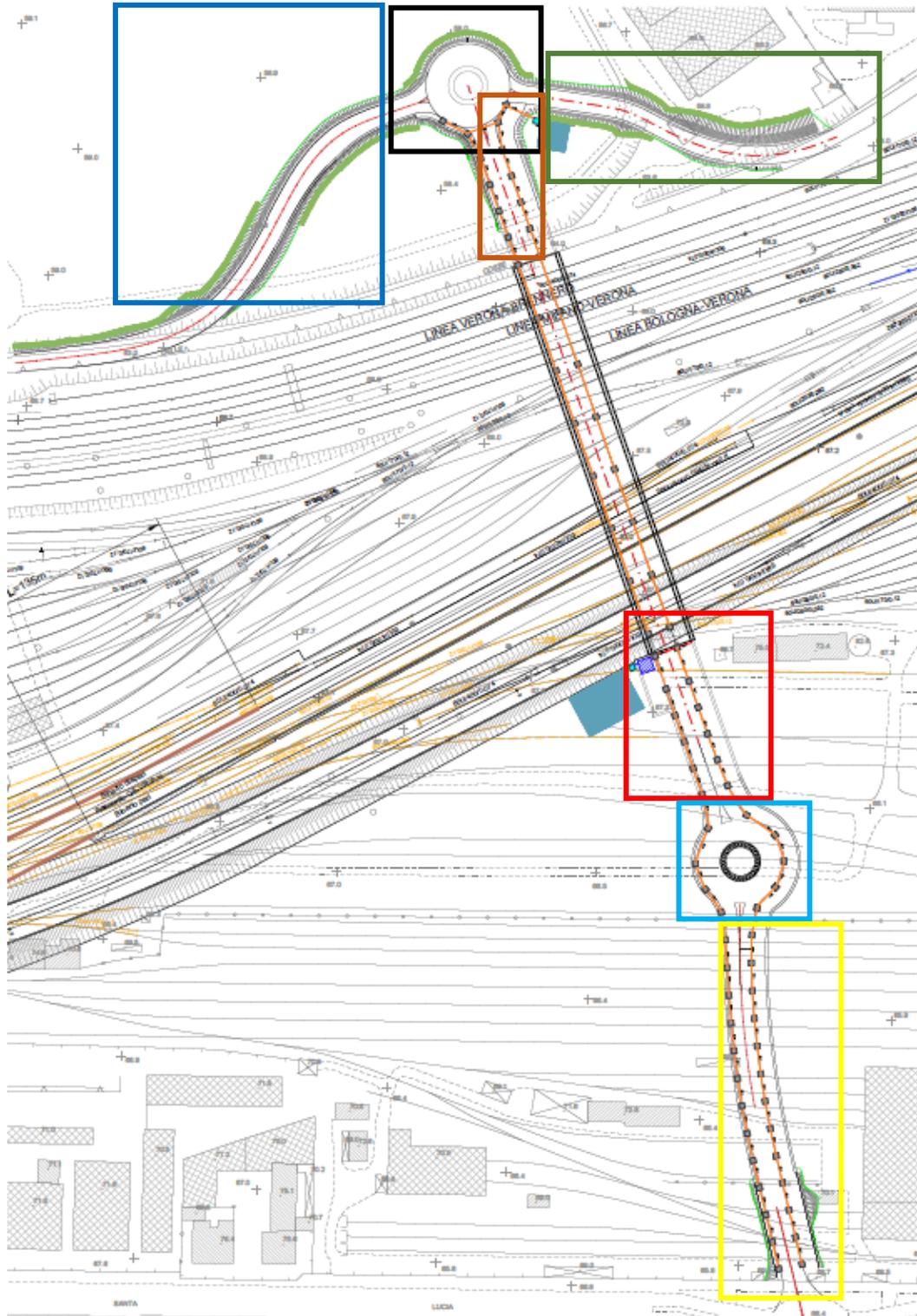
Nel presente documento vengono pertanto illustrati i calcoli svolti per la verifica delle opere di drenaggio connesse alla realizzazione del sottopassaggio.

In accordo con quanto indicato nel par.4.2 le opere sono state dimensionate per consentire il deflusso delle portate associate ad eventi meteorici aventi un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento all’elaborato: IN1A20D26P8NV0100001A.

L’area relativa all’intervento, per una maggior chiarezza descrittiva, nelle seguenti zone, visibili anche in Figura 12:

1. “rotatoria nord”, evidenziata in nero nella figura sottostante.;
2. Sottopassaggio SL03 costituito da una struttura scatolare in c.a.;
3. “rotatoria sud”, evidenziata in ciano nella figura sottostante;
4. Asse 1 evidenziato in giallo;
5. Asse 2 a Sud dello scatolare evidenziato in rosso;
6. Asse 2 a Nord dello scatolare evidenziato in arancione;
7. bretella Est di collegamento tra “rotatoria nord” e via delle Coste evidenziata in verde;
8. bretella Ovest di collegamento tra “rotatoria nord” e via delle Coste evidenziata in blu.



**Figura 12: NV01 con indicazione delle zone di intervento**

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

Nel paragrafo successivo vengono descritti i sistemi di drenaggio delle acque della sede stradale che sono stati individuati per l'allontanamento delle acque meteoriche stesse, costituiti da cunette alla francese, caditoie e tubazioni interrato.

I criteri di dimensionamento dei manufatti costituenti la rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche sono stati dimensionati secondo le modalità indicate al paragrafo 5.5, utilizzando le portate di piena come descritto al paragrafo 4.3.

### 6.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Il drenaggio delle acque della sede stradale nei sistemi di smaltimento precedentemente descritti (vasche disperdenti), avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Caditoie in ghisa sferoidale D400, di dimensioni 0,50x0,50m, da installare lungo il cordolo della pista ciclabile per il drenaggio delle acque meteoriche afferenti sulla pista stessa e sulla corsia destra della carreggiata, con intersasse di circa 10 m.
2. Caditoie a bocca di lupo, da installare in prossimità del marciapiede, quindi lungo il lato sinistro dell'asse 1, dei due tratti dell'asse 2 e della rotatoria Sud.
3. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Nel caso del sistema di drenaggio a sud dello scatolare, tali tubi convogliano i deflussi nella vasca di sollevamento (posta all'ingresso sud), da cui poi vengono pompate nella relativa vasca disperdente, mentre nel caso del sistema di drenaggio a nord dello scatolare, le acque meteoriche vengono direttamente convogliate nella vasca disperdente collocata nell'area interclusa tra l'asse 2 e la bretella Est di collegamento della rotatoria Nord con via delle Coste. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è stato posto pari a 60cm nei tratti sotto al marciapiede e alla ciclabile, e ad 80cm sotto strada.
4. Canaletta rettangolare in cls grigliata 0,35x0,31m, posizionata trasversalmente in corrispondenza dell'ingresso sud dello scatolare per evitare che anche una minima parte dell'acqua proveniente dalla carreggiata a monte, possa entrare in galleria.
5. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne variabili tra 0,80x0,80m e 1,20x1,20m, posizionati in corrispondenza delle caditoie e delle bocche di lupo.
6. Pozzetti di sedimentazione in c.a. gettato in opera, dimensioni interne 2,00x2,00m, posizionati prima delle vasche disperdenti nord e sud con l'obiettivo di impedire l'entrata di sedimenti nelle stesse.
7. Embrici prefabbricati in cls;
8. Due vasche disperdenti in materiale drenante con porosità minima 30% avvolto in geocomposito, area variabile, H=3,00m. La distribuzione delle acque di deflusso all'interno di dette vasche sarà realizzata tramite delle tubazioni fessurate, distinte in una tubazione in PEAD DE500 per la distribuzione longitudinale, e più tubazioni in PEAD DE200 per la distribuzione trasversale;
9. Bauletti disperdenti.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

All'interno dello scatolare si è previsto un sistema di raccolta costituito da caditoie e tubazioni interrato nel caso di sversamenti accidentali, considerando una portata aggiuntiva di 40 l/s.

### 6.2.2 *Calcolo delle portate di piena*

Come detto in precedenza, il dimensionamento dei manufatti e degli elementi di drenaggio previsti in progetto è stato effettuato con il metodo razionale descritto nel paragrafo 4.3, applicato ad una serie di aree scolanti in cui è stata suddivisa la zona di intervento, avente una superficie complessiva di drenaggio pari a circa 0,54 ettari.

## 6.3 Verifiche idrauliche

Per la definizione delle portate da utilizzare nelle verifiche degli elementi idraulici relativi all'Alta Velocità ed alle opere di sede è stato considerato un tempo di ritorno di 50 anni per i sottopassi e di 25 anni per la piattaforma stradale.

### 6.3.1 *Caditoie a griglia ed a bocca di lupo*

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 10 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di circa 100 mq e, considerando un coefficiente idrometrico di 696 l/(s ha), da origine ad una portata di circa 7 l/s; una griglia addossata al marciapiede con un carico idraulico di 5 cm è in grado di captare una portata di circa 34 l/s.

Le caditoie a bocca di lupo sono inserite in corrispondenza del marciapiede, lungo il lato sinistro della carreggiata.

### 6.3.2 *Collettori di smaltimento*

Per distinguere i vari tratti di tubazioni all'interno dell'intervento relativo alla NV01, essi sono stati suddivisi e denominati in base alla zona servita. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Tds = Tratto (lato) destro Sud ;
- Tss = Tratto (lato) sinistro Sud;
- Tdn = Tratto (lato) destro Nord;
- Tsn = Tratto (lato) sinistro Nord.

Nella tabella di seguito si riportano i principali parametri e coefficienti utilizzati per la verifica delle tubazioni.

Coefficiente di deflusso pav. $\phi$	1,00
$K_s$ PVC	85,00
Coefficients LSPP	
a	79,91
n	0,54

**Tabella 5: Principali parametri utilizzati per la verifica delle tubazioni**

Nella tabella riportata di seguito vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DN – diametro nominale della tubazione;
- Lungh – lunghezza del tratto di tubazione;
- Quote strada/terreno (zi/zfin) – quote del piano strada o del terreno, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Quote scorrimento – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento – ricoprimento della tubazione, dall’estradosso superiore della condotta al terreno/strada;
- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata transitante nella condotta;
- y/D – grado di riempimento.

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	If (%)	Q (l/s)	y/D
			Z <sub>i</sub>	Z <sub>fin</sub>	Z <sub>i</sub>	Z <sub>fin</sub>				
Tds1	250	9,20	65,9	65,65	64,95	64,70	0,60	2,500%	6,70	18%
Tds2	250	9,20	65,65	65,4	64,70	64,45	0,60	2,500%	13,27	26%
Tds3	250	9,20	65,4	65,15	64,45	64,20	0,60	2,500%	19,73	32%
Tds4	250	9,20	65,15	64,9	64,20	63,95	0,60	2,500%	26,10	37%
Tds5	250	9,20	64,9	64,64	63,95	63,69	0,60	2,600%	32,38	41%
Tds6	250	9,20	64,64	64,4	63,69	63,45	0,60	2,400%	38,58	46%
Tds7	250	9,20	64,4	64,15	63,45	63,20	0,60	2,500%	44,72	50%
Tds8	315	9,20	64,15	63,9	63,14	62,91	0,60	2,500%	50,78	38%
Tds9	315	9,20	63,9	63,77	62,91	62,79	0,58	1,300%	56,61	48%
Tds10	315	9,00	63,77	63,65	62,78	62,60	0,58	2,000%	62,50	45%
Tds11	400	9,00	63,65	63,66	62,55	62,52	0,60	0,300%	67,90	57%
Tds12	400	9,00	63,66	63,76	62,52	62,49	0,64	0,300%	73,20	60%
Tds13	400	9,00	63,76	63,95	62,49	62,46	0,77	0,300%	78,40	62%
Tds14	400	9,00	63,95	64,1	62,45	62,42	1,00	0,300%	85,09	66%
Tds15	400	9,00	64,1	64,1	62,42	62,39	1,18	0,300%	91,60	70%
Tds16	500	9,00	64,1	64,1	62,39	62,36	1,10	0,300%	97,95	46%
Tds17	500	9,00	64,1	64,1	62,36	62,33	1,12	0,300%	104,14	47%
Tds18	500	11,00	64	63,65	62,33	61,98	1,26	2,917%	112,23	27%
Tds19	500	9,00	63,65	63,25	61,98	61,95	1,09	0,300%	118,79	56%
Tds20	500	9,00	63,25	62,78	61,95	61,59	0,72	3,531%	125,34	29%
Tds21	500	9,00	62,78	62,3	61,59	61,11	0,60	4,800%	131,84	27%
Tds22	500	9,00	62,3	61,82	61,11	60,63	0,60	4,800%	138,29	28%
Tds23	500	11,00	61,82	61,24	60,63	60,05	0,60	4,833%	145,97	29%
Tss1	250	9,4	65,9	65,65	64,95	64,70	0,67	2,500%	2,74	12%
Tss2	250	9,4	65,65	65,4	64,70	64,45	0,67	2,500%	5,41	17%
Tss3	250	9,4	65,4	65,15	64,45	64,20	0,67	2,500%	8,02	20%
Tss4	250	9,4	65,15	64,9	64,20	63,95	0,67	2,500%	10,59	23%
Tss5	250	9,4	64,9	64,64	63,95	63,69	0,67	2,600%	13,11	25%
Tss6	250	9,4	64,64	64,4	63,69	63,45	0,67	2,400%	15,60	28%
Tss7	250	9,4	64,4	64,15	63,45	63,20	0,67	2,500%	18,05	30%
Tss8	250	9,4	64,15	63,9	63,20	62,95	0,67	2,500%	20,47	32%
Tss9	250	9,4	63,9	63,77	62,95	62,82	0,67	1,300%	22,81	41%
Tss10	250	9,4	63,77	63,65	62,82	62,70	0,67	1,200%	25,11	44%
Tss11	315	9,4	63,65	63,66	62,70	62,67	0,67	0,300%	27,21	45%
Tss12	315	9,4	63,66	63,76	62,67	62,64	0,67	0,300%	29,25	46%
Tss13	315	9,4	63,76	63,95	62,64	62,59	0,70	0,500%	31,27	45%
Tss14	315	9,4	63,95	64,1	62,59	62,55	0,94	0,500%	34,00	47%
Tss15	315	9,4	64,1	64,1	62,55	62,50	1,14	0,500%	36,65	49%
Tss16	315	9,4	64,1	64,1	62,50	62,41	1,19	1,000%	39,22	42%
Tss17	315	11,4	64	63,65	62,41	62,23	1,18	1,500%	42,53	39%
Tss18	315	9,4	63,65	63,25	62,23	62,14	1,01	1,000%	45,19	45%
Tss19	315	9,4	63,25	62,78	62,14	61,77	0,77	3,750%	47,86	33%
Tss20	315	9,4	62,78	62,3	61,77	61,29	0,67	4,800%	50,50	32%
Tss21	315	9,4	62,3	61,82	61,29	60,81	0,67	4,800%	53,11	32%
Tss22	315	11,4	61,82	61,24	60,81	60,23	0,67	4,833%	56,21	33%
Ts1	500	7,5	61,24	61,24	60,20	60,16	1,19	0,500%	145,97	50%
Ts2	500	1,5	61,82	61,82	60,16	60,15	1,19	0,500%	202,18	61%
Tdn1	315	9,2	59,95	59,95	58,96	58,93	0,59	0,300%	26,66	44%
Tdn2	315	9,2	59,95	59,95	58,93	58,88	0,61	0,500%	33,10	46%
Tdn3	315	9,2	59,95	59,95	58,88	58,82	0,65	0,700%	39,34	47%
Tdn4	315	9,2	59,95	59,91	58,82	58,74	0,72	0,800%	45,41	48%
Tdn5	250	9,2	59,91	59,75	58,74	58,67	0,82	0,800%	51,48	50%
Tdn6	400	5,2	59,75	59,7	58,66	58,61	0,59	0,625%	91,63	39%
Tdn7	400	9,20	59,7	58,5	58,61	57,69	0,42	10,000%	50,74	19%
Tdn8	400	1,00	58,5	58,5	57,60	57,57	0,50	3,000%	50,74	31%
Tsn1	315	9,4	59,95	59,95	59,00	58,97	0,53	0,300%	22,73	43%
Tsn2	315	9,4	59,95	59,95	58,97	58,94	0,56	0,300%	25,36	46%
Tsn3	315	9,4	59,95	59,95	58,94	58,91	0,59	0,300%	27,91	45%
Tsn4	315	9,4	59,95	59,91	58,91	58,88	0,62	0,300%	30,37	48%
Tsn5	315	9,4	59,91	59,75	58,86	58,70	0,63	1,600%	32,86	50%
Tsn6	250	7,4	59,75	59,7	58,73	58,75	0,67	0,300%	2,16	18%
Tn1	315	10,6	59,75	59,75	58,70	58,67	0,74	0,300%	35,02	56%
Tsc1	250	19,2	60,64	60,13	60,19	59,68	0,10	2,550%	20,00	32%
Tsc2	250	19,2	60,13	59,96	59,68	59,52	0,10	0,845%	20,00	43%
Tsc3	250	19,2	59,96	59,96	59,52	59,42	0,10	0,500%	20,00	49%
Tsc4	250	19,2	59,96	59,96	59,42	59,32	0,19	0,500%	20,00	49%
Tsc5	250	19,2	59,96	59,96	59,32	59,20	0,29	0,600%	20,00	47%
Tsc6	250	19,2	59,96	59,95	59,20	59,08	0,41	0,600%	20,00	47%
Tsc7	250	19,2	59,95	59,95	59,08	58,96	0,53	0,600%	20,00	47%
Tsc8	250	19,2	60,64	60,13	60,19	59,68	0,10	2,550%	20,00	32%
Tsc9	250	19,2	60,13	59,96	59,68	59,52	0,10	0,845%	20,00	43%
Tsc10	250	19,2	59,96	59,96	59,52	59,42	0,10	0,500%	20,00	49%
Tsc11	250	19,2	59,96	59,96	59,42	59,32	0,19	0,500%	20,00	49%
Tsc12	250	19,2	59,96	59,96	59,32	59,20	0,29	0,600%	20,00	47%
Tsc13	250	19,2	59,96	59,95	59,20	59,08	0,41	0,600%	20,00	47%
Tsc14	250	19,2	59,95	59,95	59,08	58,96	0,53	0,600%	20,00	47%

**Tabella 6: Verifica dei collettori di smaltimento**

Per una maggiore completezza si riporta anche l'elenco dei pozzetti d'ispezione. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Pbs = pozzetto bocca di lupo Sud
- Pbn = pozzetto bocca di lupo Nord
- Pcn = pozzetto caditoia Nord
- Pcs = pozzetto caditoia Sud
- Psed = pozzetto di sedimentazione
- Ps = pozzetto d'ispezione Sud

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)	POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)	POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pbs1	60x60	Pcs1	80x80	Pcn1	60x60
Pbs2	60x60	Pcs2	80x80	Pcn2	60x60
Pbs3	60x60	Pcs3	80x80	Pcn3	60x60
Pbs4	60x60	Pcs4	80x80	Pcn4	60x60
Pbs5	60x60	Pcs5	80x80	Pcn5	60x60
Pbs6	60x60	Pcs6	80x80	Pcn6	60x60
Pbs7	60x60	Pcs7	80x80	Pcn7	60x60
Pbs8	60x60	Pcs8	100x100	Pc1	60x60
Pbs9	60x60	Pcs9	100x100	Pc2	60x60
Pbs10	60x60	Pcs10	100x100	Pc3	60x60
Pbs11	60x60	Pcs11	100x100	Pc4	60x60
Pbs12	60x60	Pcs12	100x100	Pc5	60x60
Pbs13	60x60	Pcs13	100x100	Pc6	60x60
Pbs14	60x60	Pcs14	100x100	Pc7	60x60
Pbs15	60x60	Pcs15	100x100	Pb1	60x60
Pbs16	60x60	Pcs16	100x100	Pb2	60x60
Pbs17	60x60	Pcs17	100x100	Pb3	60x60
Pbs18	60x60	Pcs18	100x100	Pb4	60x60
Pbs19	60x60	Pcs19	100x100	Pb5	60x60
Pbs20	60x60	Pcs20	100x100	Pb6	60x60
Pbs21	60x60	Pcs21	100x100	Pb7	60x60
Pcd1	80x80	Pcs22	100x100		
Pbn1	60x60	Pcs23	100x100		
Pbn2	60x60				
Pbn3	60x60				
Pbn4	60x60				
Pbn5	60x60				
Pbn6	60x60				
Pbn7	60x60				
Psed1	200x200				
Psed2	200x200				
Ps1	100x100				
Ps2	100x100				

**Tabella 7: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

### 6.3.3 Stazioni di sollevamento

Nel tratto in esame è prevista una stazione di sollevamento, ubicata a Sud dello scatolare; da qui le acque meteoriche verranno conferite nella vasca disperdente interrata, situata a una quota terreno di circa 66,9 m.

Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento della stazione di sollevamento prevista nel tratto in oggetto.

#### Stazione di sollevamento Sud

Nella stazione di sollevamento Sud, le cui dimensioni interne sono 4,00x4,00m H = 4 m, si è previsto di posizionare n. 2 pompe con le medesime caratteristiche (+1 con funzione di riserva): portata di 70 l/s, prevalenza 13.3 m. L'altezza di arresto è stata posta pari a 40cm, mentre gli stacchi delle pompe, in accordo con la sequenza 2 del par. 5.5.5, risultano pari a 72 e 84 cm.

Nelle tabelle di seguito si riportano i principali parametri utilizzati per il dimensionamento della stazione di sollevamento e i risultati ottenuti.

S (ha)	a	n	$\varphi$
0,4229	79,91	0,54	1

**Tabella 8: Principali parametri adottati per il dimensionamento della vasca di sollevamento Sud**

t (ore)	Ve (l)	Vu (l)	Vi (l)	H vasca(m)
0,00	0	0	0	0
0,08	88324,45	42000	46324,45	2,89527814
0,17	128421,3	84000	44421,32	2,776332704
0,25	159855,1	126000	33855,07	2,115942001
0,33	186721,1	168000	18721,07	1,170067166
0,42	210632,2	210000	632,191	0,039511937

**Tabella 9: Principali risultati del dimensionamento della vasca di sollevamento Sud**

Come emerge dai risultati in Tabella 99, la situazione più gravosa si verifica con un tempo di pioggia di 5 minuti, quando il livello idrico della vasca raggiunge i 2,89 cm. Di seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita per il suddetto tempo di pioggia.

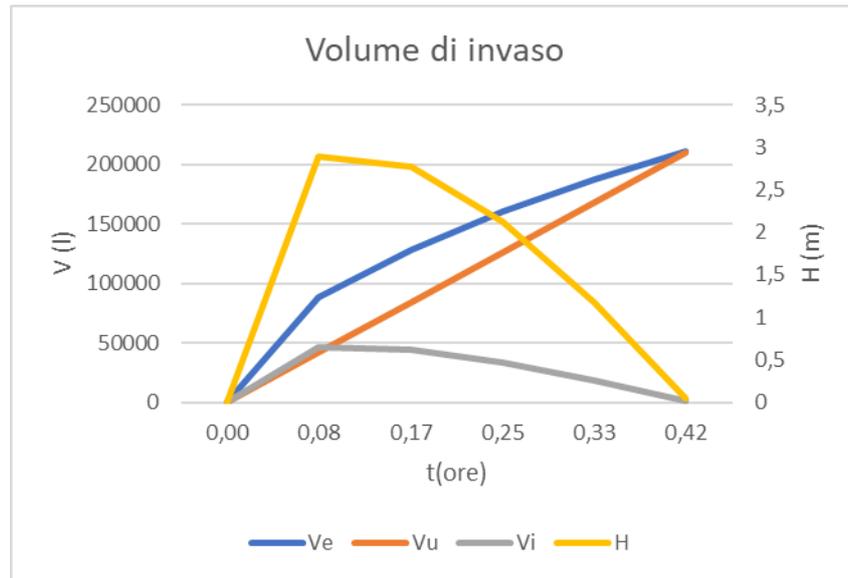


Figura 13: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Vasca di sollevamento Sud

#### 6.3.4 Tubi in pressione

Nell'area in esame, l'unica tubazione in pressione è quella di mandata che dalla stazioni di sollevamento porta le acque di deflusso alla relativa vasche disperdenti. Le caratteristiche di tali tubazioni sono esposte di seguito:

- Tubazione da stazione di sollevamento sud a vasca disperdente sud: con una prevalenza delle pompe di 13.3 m viene convogliata una portata di 140 l/s.

La tubazione è in PEAD DN200 PN10, con lunghezza di circa 11 m

#### 6.3.5 Fossi e vasche disperdenti

Per la NV01 sono previste n. 2 vasche disperdenti interrato costituite da materiale drenante, una a servizio della piattaforma stradale a nord del sottopasso e una a sud dello stesso. In via delle Coste si prevede di smaltire le acque meteoriche per mezzo di bauletti drenanti.

Nel dimensionare i dispositivi drenanti si terrà conto di un valore di condubilità idraulica dimezzato rispetto a quello misurato in campo e di un franco idraulico di 30 cm.

Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento dei sistemi disperdenti sopra illustrati previsti nel tratto in oggetto. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici allegati alla presente.

#### Vasca disperdente Nord

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

La vasca disperdente nord ha le seguenti dimensioni 10 x 10 x 3 m con quota di imposta a 55.1 m s.l.m; il materiale drenante che la compone ha una porosità pari a 0.3, mentre la conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 (7.03E-04 m/s).

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri adottati per il dimensionamento della vasca disperdente.

S (ha)	a	n	phi
0,1147	84,58	0,061	1

**Tabella 10: Principali parametro adottati per il dimensionamento della Vasca disperdente Nord**

In Tabella 11 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 min) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm.

Di seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita per il suddetto tempo di pioggia.

t (ore)	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00	0	0	0	0
0,08	83368,32	10545	72823,32	2,43
0,17	86968,88	21090	65878,88	2,20
0,25	89146,73	31635	57511,73	1,92
0,33	90724,94	42180	48544,94	1,62
0,42	91968,31	52725	39243,31	1,31
0,50	92996,86	63270	29726,86	0,99
0,58	93875,45	73815	20060,45	0,67
0,67	94643,23	84360	10283,23	0,34

**Tabella 11: Principali risultati del dimensionamento della Vasca disperdente Nord**

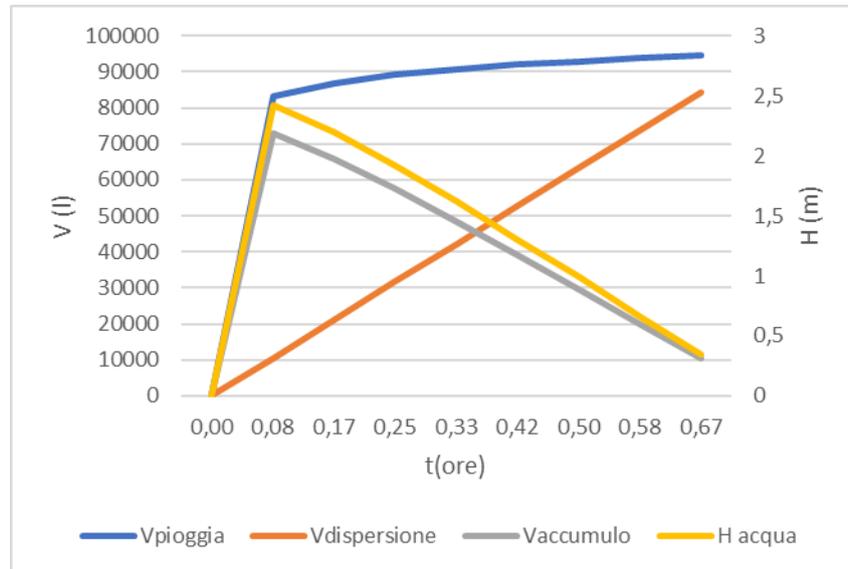


Figura 14: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Vasca dispersione nord

### Vasca disperdente Sud

La vasca disperdente sud ha le seguenti dimensioni 22 x 15,5 x 3 m con quota di imposta a 63.40 m s.l.m; il materiale drenante che la compone ha una porosità pari a 0.3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 (7.03E-04 m/s).

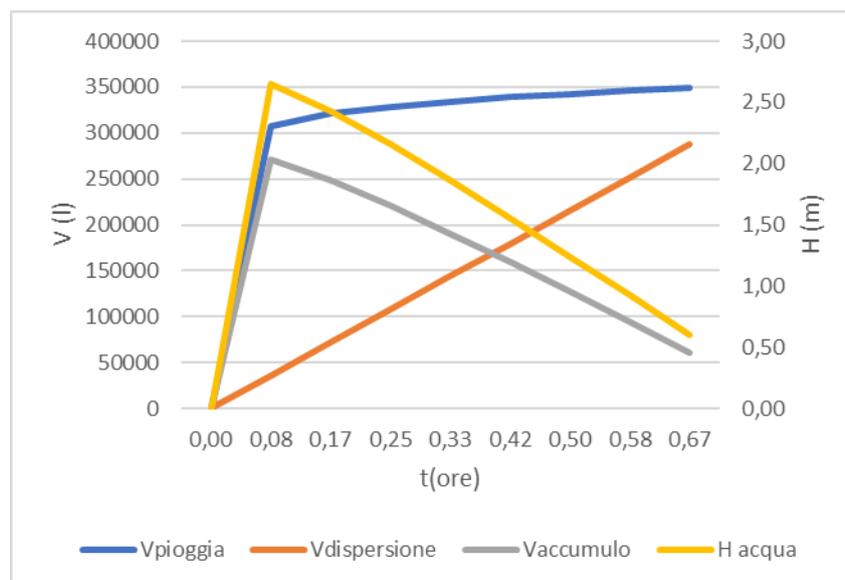
Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri adottati per il dimensionamento della vasca disperdente.

S (ha)	a	n	$\varphi$
0,4229	84,58	0,061	1

Tabella 12: Principali parametro adottati per il dimensionamento della Vasca disperdente Sud

In Tabella 13 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita per il suddetto tempo di pioggia.

t (ore)	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00	0	0	0	0,00
0,08	307379,8	35958,45	271421,3	2,65
0,17	320655,1	71916,9	248738,2	2,43
0,25	328684,9	107875,35	220809,5	2,16
0,33	334503,7	143833,8	190669,9	1,86
0,42	339088	179792,25	159295,8	1,56
0,50	342880,3	215750,7	127129,6	1,24
0,58	346119,7	251709,15	94410,5	0,92
0,67	348950,5	287667,6	61282,9	0,60

**Tabella 13: Principali risultati del dimensionamento della Vasca dispersione sud**

**Figura 15: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Vasca dispersione sud**

### Bauletti via delle Coste

Il bauletto disperdente 1 di via delle coste ha le seguenti dimensioni: L = 110 m; B = 1,5 m; H = 1 m; il materiale drenante che lo compone ha una porosità pari a 0,3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 a profondità di 2,5 m (2.18E-03m/s).

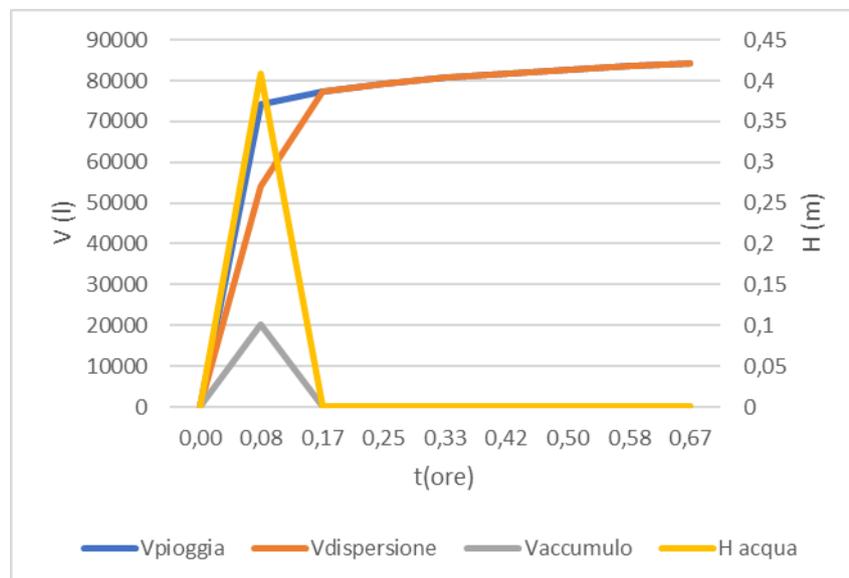
Descrizione	S [ha]	$\phi$	a	n
Carreggiata	0,087	1	84,58	0,061
Scarpate	0,030	0,5		

**Tabella 14: Principali parametri utilizzati per la verifica**

In Tabella 15 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento in funzione del tempo.

t (ore)	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00	0	0	0	0
0,08	74166,55	53955	20211,55	0,41
0,17	77369,7	77369,6985	0,00	0,00
0,25	79307,17	79307,17338	0	0
0,33	80711,19	80711,18696	0	0
0,42	81817,32	81817,31912	0	0
0,50	82732,34	82732,33865	0	0
0,58	83513,96	83513,95576	0	0
0,67	84196,99	84196,98961	0	0

**Tabella 15: Principali risultati del dimensionamento del bauletto 1 via delle Coste**



**Figura 16: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Bauletto 1 via delle Coste**

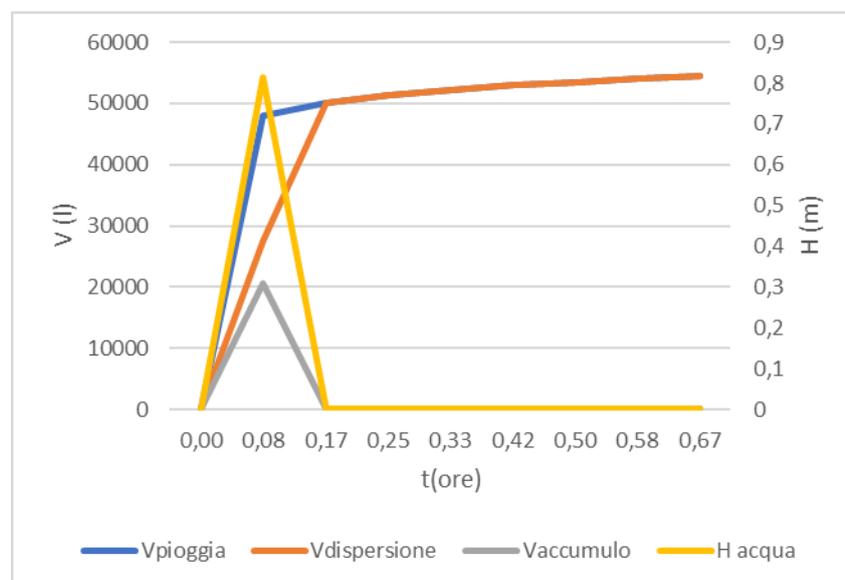
Il bauletto disperdente 2 di via delle Coste ha le seguenti dimensioni: L = 56 m; B = 1,5 m; H = 1,1 m; il materiale drenante che lo compone ha una porosità pari a 0.3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 a profondità di 2,5 m (2.18E-03m/s).

Descrizione	S [ha]	$\phi$	a	n
Carreggiata	0,059	1	84,58	0,061
Scarpate	0,014	0,5		

**Tabella 16: Principali parametri utilizzati per la verifica**

In tabella 17 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento in funzione del tempo.

t (ore)	t	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00		0	0	0	0
0,08	5	47971,31	27468,00	20503,31	0,81
0,17	10	50043,12	50043,12	0,00	0,00
0,25	15	51296,29	51296,29	0	0
0,33	20	52204,41	52204,41	0	0
0,42	25	52919,87	52919,87	0	0
0,50	30	53511,7	53511,70	0	0
0,58	35	54017,26	54017,26	0	0
0,67	40	54459,05	54459,05	0	0

**Tabella 17: Principali risultati del dimensionamento del bauletto 2 via delle Coste**

**Figura 17: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Bauletto 2 via delle Coste**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

Il bauletto disperdente 3 di via delle Coste ha le seguenti dimensioni: L = 62 m, B = 1,5 m, H = 1 m; il materiale drenante che lo compone ha una porosità pari a 0.3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 a profondità di 2,5 m (2.18E-03m/s).

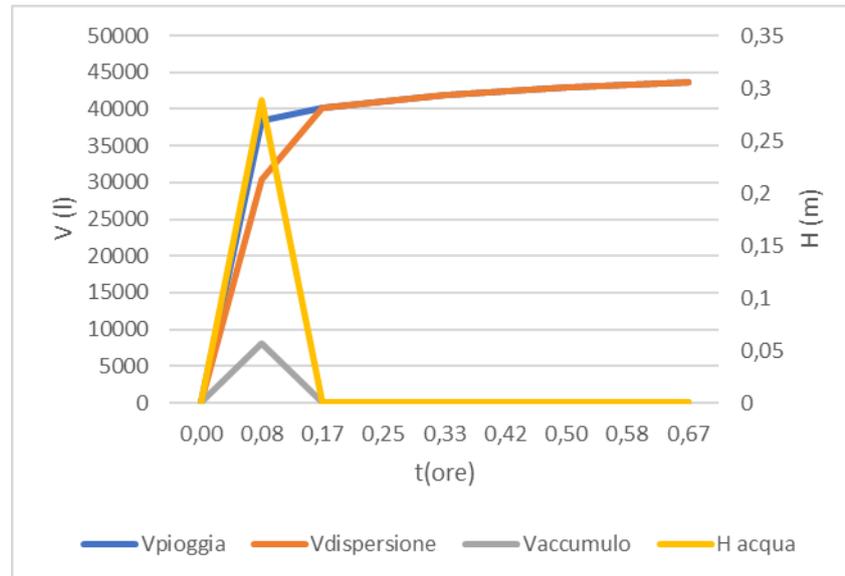
Descrizione	S [ha]	$\phi$	a	n
Carreggiata	0,046	1	84,58	0,061
Scarpate	0,015	0,5		

**Tabella 18: Principali parametri utilizzati per la verifica**

In tabella 19 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento in funzione del tempo.

t (ore)	t	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00		0	0	0	0
0,08	5	38449,73	30411,00	8038,73	0,29
0,17	10	40110,32	40110,32	0,00	0,00
0,25	15	41114,75	41114,75	0	0
0,33	20	41842,63	41842,63	0	0
0,42	25	42416,07	42416,07	0	0
0,50	30	42890,44	42890,44	0	0
0,58	35	43295,65	43295,65	0	0
0,67	40	43649,75	43649,75	0	0

**Tabella 19: Principali risultati del dimensionamento del bauletto 3 via delle Coste**



**Figura 18: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Bauletto 3 via delle Coste**

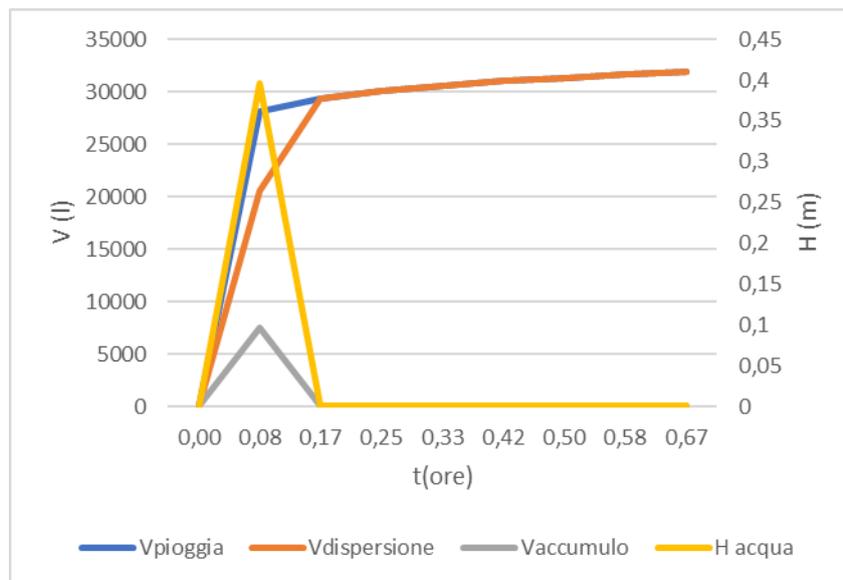
Il bauletto disperdente 4 di via delle Coste ha le seguenti dimensioni: L = 42 m, B = 1,5 m, H = 1 m; il materiale drenante che lo compone ha una porosità pari a 0.3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 a profondità di 2,5 m (2.18E-03m/s).

Descrizione	S [ha]	$\phi$	a	n
Carreggiata	0,034	1	84,58	0,061
Scarpate	0,009	0,5		

**Tabella 20: Principali risultati del dimensionamento del bauletto 4 via delle Coste**

In tabella 21 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento in funzione del tempo.

t (ore)	t	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00		0	0	0	0
0,08	5	28092,29	20601,00	7491,29	0,40
0,17	10	29305,56	29305,56	0,00	0,00
0,25	15	30039,42	30039,42	0	0
0,33	20	30571,22	30571,22	0	0
0,42	25	30990,19	30990,19	0	0
0,50	30	31336,78	31336,78	0	0
0,58	35	31632,83	31632,83	0	0
0,67	40	31891,55	31891,55	0	0

**Tabella 21: Principali parametri utilizzati per la verifica**

**Figura 19: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Bauletto 4 via delle Coste**

Il bauletto disperdente 5 di via delle Coste ha le seguenti dimensioni: L = 52 m, B = 1,5 m; H = 1,2 m; il materiale drenante che lo compone ha una porosità pari a 0,3, mentre conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio SD15 a profondità di 2,5 m (2.18E-03m/s).

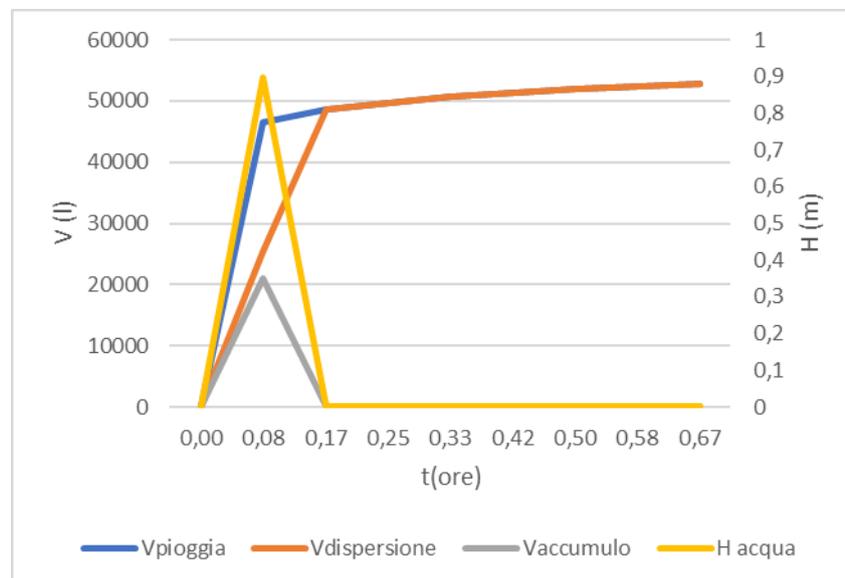
Descrizione	S [ha]	$\phi$	a	n
Carreggiata	0,048	1	84,58	0,061
Scarpate	0,032	0,5		

**Tabella 22: Principali parametri utilizzati per la verifica**

In tabella 23 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. Di seguito si riporta il grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento in funzione del tempo.

t (ore)	t	V <sub>pioggia</sub>	V <sub>dispersione</sub> (l)	V <sub>accumulo</sub> (l)	H(m)
0,00		0	0	0	0
0,08	5	46517,63	25506,00	21011,63	0,90
0,17	10	48526,66	48526,66	0,00	0,00
0,25	15	49741,86	49741,86	0	0
0,33	20	50622,46	50622,46	0	0
0,42	25	51316,23	51316,23	0	0
0,50	30	51890,14	51890,14	0	0
0,58	35	52380,37	52380,37	0	0
0,67	40	52808,77	52808,77	0	0

**Tabella 23: Principali risultati del dimensionamento del bauletto 5 via delle Coste**



**Figura 20: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita e dell'altezza di riempimento. Bauletto 5 via delle Coste**

## 7 NV02 – VIABILITA' DI COLLEGAMENTO AREE ACCIAIERIE DI VERONA

### 7.1 Inquadramento generale dell'area

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	<b>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</b>	<b>COMMESSA</b> IN1A	<b>LOTTO</b> 20	<b>CODIFICA</b> D26RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 01 02 001	<b>REV.</b> A

Questa viabilità è classificata come strada a destinazione speciale, in quanto in realtà è una strada interna ad una proprietà privata ed ha il solo scopo di permettere il passaggio dei mezzi da una parte all'altra della ferrovia.

La sezione tipo è stata scelta di larghezza 6,50 m, con importanti allargamenti in curva fino a superare gli 8 metri di sezione tipo, al fine di garantire l'iscrivibilità degli autoarticolati.

Per quanto attiene il sistema di drenaggio della NV02, essendo tale strada all'interno di un'area industriale privata e collegando due piazzali anch'essi privati, gli scarichi avverranno in conformità a quanto già avviene all'interno dei piazzali che hanno già il loro sistema di raccolta.



**Figura 21: Viabilità di collegamento aree acciaierie di Verona, stato attuale**

## 7.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica è stato progettato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- caditoie griliate, nelle quali vengono recapitate le acque raccolte;
- tubazioni interrato di raccolta delle acque della sede stradale;
- canaletta in calcestruzzo vibrato con griglia in ghisa sferoidale UNI-EN 1433/2004.

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

Nel presente documento vengono pertanto illustrati i calcoli svolti per la verifica delle opere di drenaggio connesse alla realizzazione del sottopassaggio.

In accordo con quanto indicato nel par.4.2 le opere sono state dimensionate per consentire il deflusso delle portate associate ad eventi meteorici aventi un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento all'elaborato: IN1A20D26P8NV0200001A.

### **7.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio**

Il drenaggio delle acque della sede stradale avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare con un interasse di 10 metri.
2. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è stato posto pari a 80 cm nei tratti sotto strada.
3. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne 0,80x0,80m, posizionati in corrispondenza delle caditoie.

### **7.2.2 Calcolo delle portate di piena**

Come detto in precedenza, il dimensionamento dei manufatti e degli elementi di drenaggio previsti in progetto è stato effettuato con il metodo razionale descritto nel paragrafo 4.3.

### **7.2.3 Caditoie a griglia**

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 10 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di circa 100 mq e, considerando un coefficiente idrometrico di 696 l/(s ha), da origine ad una portata di circa 7 l/s; una griglia senza marciapiede con un carico idraulico di 5 cm è in grado di captare una portata di circa 34 l/s.

### **7.2.4 Collettori di smaltimento**

Per distinguere i vari tratti di tubazioni all'interno dell'intervento relativo alla NV02, essi sono stati suddivisi e denominati in base alla zona servita. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Tds = Tratto (lato) destro Sud ;
- Tss = Tratto (lato) sinistro Sud;
- Tdn = Tratto (lato) destro Nord;
- Tsn = Tratto (lato) sinistro Nord;
- Tn = Tratto Nord;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b>  <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

- Ts = Tratto Sud.

I principali parametri e coefficienti utilizzati per la verifica delle tubazioni sono riportati nella tabella seguente:

Coefficiente di deflusso pav. $\phi$	1,00
$K_s$ PVC	85,00
Coefficients LSPP	
a	79,91
n	0,54

**Tabella 24: Principali parametri utilizzati per la verifica delle tubazioni**

Nella tabella riportata di seguito vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DN – diametro nominale della tubazione;
- Lungh – lunghezza del tratto di tubazione;
- Quote strada/terreno ( $z_i/z_{fin}$ ) – quote del piano strada o del terreno, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Quote scorrimento – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento – ricoprimento della tubazione, dall’estradosso superiore della condotta al terreno/strada;
- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata transitante nella condotta;
- $y/D$  – grado di riempimento.

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	If (%)	Q (l/s)	y/D
			z <sub>i</sub>	z <sub>fin</sub>	z <sub>i</sub>	z <sub>fin</sub>				
Tsn1	250	9,20	54,90	54,87	53,77	53,72	0,80	0,500%	2,21	16%
Tsn2	250	9,20	54,87	54,83	53,72	53,67	0,82	0,500%	4,34	22%
Tsn3	250	9,20	54,83	54,8	53,67	53,62	0,81	0,500%	13,48	40%
Tsn4	250	9,20	54,80	54,75	53,62	53,57	0,83	0,500%	18,19	47%
Tsn5	315	9,20	54,75	54,71	53,57	53,52	0,78	0,500%	22,79	38%
Tsn6	315	9,20	54,71	54,68	53,52	53,47	0,79	0,500%	24,59	39%
Tsn7	315	9,20	54,68	54,65	53,47	53,42	0,81	0,500%	26,36	41%
Tsn8	315	9,20	54,65	54,61	53,42	53,37	0,83	0,500%	28,10	42%
Tsn9	315	9,20	54,61	54,58	53,37	53,32	0,84	0,500%	29,80	44%
Tdn1	250	9,20	54,90	54,87	53,77	53,72	0,80	0,500%	2,19	16%
Tdn2	250	9,20	54,87	54,83	53,72	53,69	0,82	0,300%	4,27	25%
Tdn3	250	9,20	54,75	54,71	53,62	53,57	0,80	0,500%	2,19	16%
Tdn4	250	9,20	54,71	54,68	53,57	53,52	0,81	0,500%	4,29	22%
Tdn5	250	9,20	54,68	54,65	53,52	53,47	0,83	0,500%	6,30	27%
Tdn6	250	9,20	54,65	54,61	53,47	53,42	0,85	0,500%	8,26	31%
Tdn7	250	9,20	54,61	54,58	53,42	53,27	0,86	1,500%	10,21	26%
Tdn8	315	9,20	54,58	54,54	53,27	53,17	0,92	1,000%	45,14	45%
Tdn9	315	4,20	54,54	54,52	53,17	53,12	0,98	1,000%	47,49	47%
Tn1	250	5,50	54,83	54,83	53,69	53,67	0,89	0,360%	4,27	25%
Tn2	315	7,20	54,58	54,58	53,32	53,27	1,00	0,700%	29,80	37%
Tss1	250	9,20	54,30	54,2	53,17	53,07	0,80	1,000%	4,78	20%
Tss2	250	9,20	54,20	54,1	53,07	52,97	0,80	1,000%	9,42	27%
Tss3	250	9,20	54,10	53,87	52,97	52,74	0,80	2,300%	13,99	27%
Tss4	250	9,20	53,87	53,73	52,74	52,60	0,80	1,400%	15,98	33%
Tss5	250	9,20	53,73	53,59	52,60	52,46	0,80	1,400%	17,93	35%
Tss6	250	9,20	53,59	53,45	52,46	52,32	0,80	1,400%	19,85	37%
Tss7	250	9,20	53,45	53,3	52,32	52,17	0,80	1,500%	21,75	38%
Tss8	250	9,20	53,30	53,16	52,17	52,03	0,80	1,400%	23,61	41%
Tss9	250	9,20	53,16	53,02	52,03	51,89	0,80	1,400%	25,45	42%
Tss10	250	9,20	53,02	52,88	51,89	51,75	0,80	1,400%	27,26	44%
Tds1	250	9,20	54,10	53,87	52,97	52,74	0,80	2,300%	4,80	16%
Tds2	250	9,20	53,87	53,73	52,74	52,60	0,80	1,400%	6,93	22%
Tds3	250	9,20	53,73	53,59	52,60	52,46	0,80	1,400%	9,01	25%
Tds4	250	9,20	53,59	53,45	52,46	52,32	0,80	1,400%	11,04	27%
Tds5	250	9,20	53,45	53,3	52,32	52,17	0,80	1,500%	13,04	29%
Tds6	250	9,20	53,30	53,16	52,17	52,03	0,80	1,400%	14,99	32%
Tds7	250	9,20	53,16	53,02	52,03	51,89	0,80	1,400%	16,92	34%
Tds8	250	9,20	53,02	52,88	51,89	51,69	0,80	2,000%	18,83	33%
Ts1	250	5,30	52,88	52,88	51,75	51,69	0,88	1,130%	27,26	43%

**Tabella 25: Verifica dei collettori di smaltimento**

Per una maggiore completezza si riporta anche l'elenco dei pozzetti d'ispezione. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Pcn = pozzetto caditoia Nord
- Pcs = pozzetto caditoia Sud

- Pn = pozzetto d'ispezione Nord

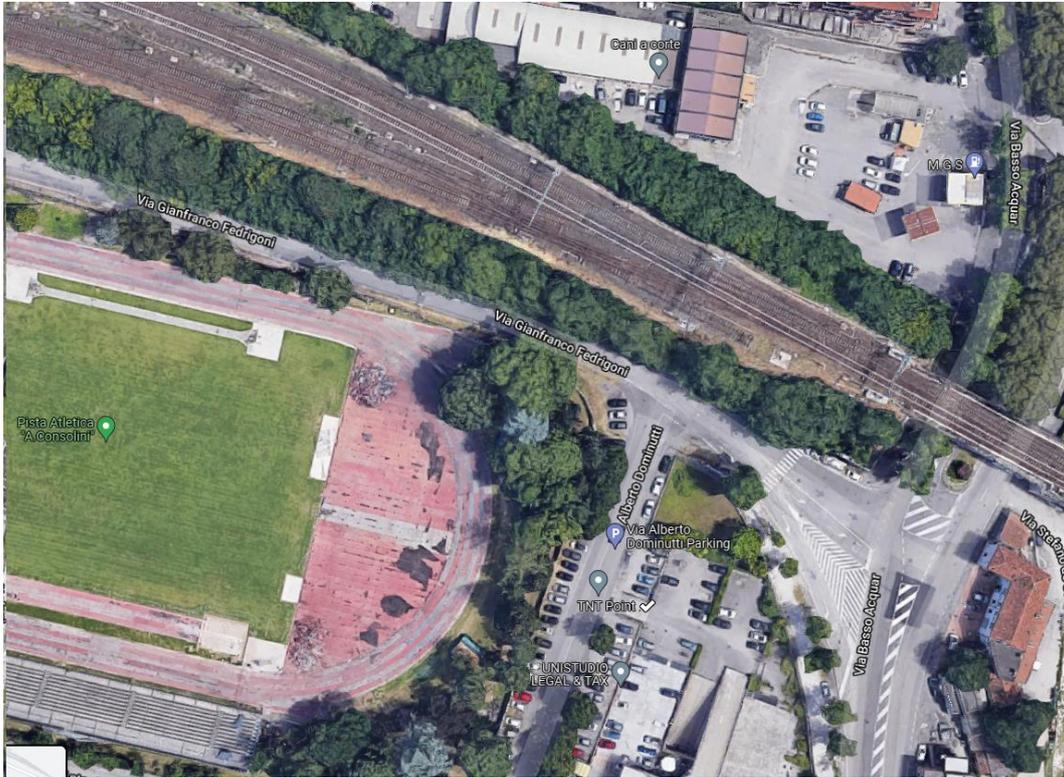
POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)	POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pcn1	100x100	Pcs1	100x100
Pcn2	100x100	Pcs2	100x100
Pcn3	100x100	Pcs3	100x100
Pcn4	100x100	Pcs4	100x100
Pcn5	100x100	Pcs5	100x100
Pcn6	100x100	Pcs6	100x100
Pcn7	100x100	Pcs7	100x100
Pcn8	100x100	Pcs8	100x100
Pcn9	100x100	Pcs9	100x100
Pcn10	100x100	Pcs10	100x100
Pcn11	100x100	Pcs11	100x100
Pcn12	100x100	Pcs12	100x100
Pcn13	100x100	Pcs13	100x100
Pcn14	100x100	Pcs14	100x100
Pcn15	100x100	Pcs15	100x100
Pcn16	100x100	Pcs16	100x100
Pcn17	100x100	Pcs17	100x100
Pcn18	100x100	Pcs18	100x100
Pcn19	100x100	Pcs19	100x100
Pcn20	100x100		
Pn1	100x100		
Pn2	100x100		

Tabella 26: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione

## 8 NV03

### 8.1 Inquadramento generale dell'area

La via Gianfranco Fedrigoni, attualmente costeggia la linea ferroviaria storica. La progettazione dei nuovi assi ferroviari ha generato un'interferenza che porta alla necessità di spostare la stessa via verso l'adiacente Pista di atletica A.Consolini, nell'area in cui la stessa via incrocia via Alberto Dominutti.



**Figura 22: Via G. Fedrigoni. Stato attuale.**

La deviazione necessaria è lunga poco meno di 200 m ma, data la vicinanza alla sucitata pista di atletica, al fine di conservarne la funzionalità, si rende necessario ridurre la sezione trasversale nel nuovo tratto a 4.0 m, in luogo dei 7.0 m originali con la conseguenza che via G.Fedrogoni dovrà diventare a senso unico, non potendo più ospitare due corsie per senso di marcia.

Per la NV03, verrà ripristinato l'attuale sistema di raccolta d'acqua già presente su via Fedrigoni, visto che l'intervento consiste in un lieve spostamento della via.

## 8.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, è stato progettato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche costituito da una serie di caditoie e tubazioni interrato di raccolta che si ricollegano alla rete già esistente. Per maggiori dettagli si faccia riferimento all'elaborato: IN1A20D26P8NV0300003A.

Nel presente documento vengono pertanto illustrati i calcoli svolti per la verifica delle opere di drenaggio.

In accordo con quanto indicato nel par.4.2 le opere sono state dimensionate per consentire il deflusso delle portate associate ad eventi meteorici aventi un tempo di ritorno pari a 25 anni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO ID 01 02 001	REV. A

### 8.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Il drenaggio delle acque della sede stradale avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

4. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare con un interasse di 10 metri.
5. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è stato posto pari a 80 cm nei tratti sotto strada.
6. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne variabili tra 0,80x0,80m e 1,20x1,20m, posizionati in corrispondenza delle caditoie.

### 8.2.2 Calcolo delle portate di piena

Come detto in precedenza, il dimensionamento dei manufatti e degli elementi di drenaggio previsti in progetto è stato effettuato con il metodo razionale descritto nel paragrafo 4.3.

### 8.2.3 Caditoie a griglia

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 10 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di circa 66 mq e, considerando un coefficiente idrometrico di 628 l/(s ha), da origine ad una portata di circa 4 l/s; una griglia senza marciapiede con un carico idraulico di 5 cm è in grado di captare una portata di circa 34 l/s.

### 8.2.4 Collettori di smaltimento

I principali parametri e coefficienti utilizzati per la verifica delle tubazioni sono riportati nella tabella seguente:

Coefficiente di deflusso pav. $\phi$	1,00
$K_s$ PVC	85,00
Coefficients LSPP	
a	79,91
n	0,54

**Tabella 27: Principali parametri utilizzati per la verifica delle tubazioni**

Nella tabella riportata di seguito vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DN – diametro nominale della tubazione;
- Lungh – lunghezza del tratto di tubazione;
- Quote strada/terreno ( $z_i/z_{fin}$ ) – quote del piano strada o del terreno, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Quote scorrimento – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;

- Ricoprimento – ricoprimento della tubazione, dall’estradosso superiore della condotta al terreno/strada;
- $if$  – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- $Q$  – portata transitante nella condotta;
- $y/D$  – grado di riempimento.

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	$if$ (%)	$Q$ (l/s)	$y/D$
			$z_i$	$z_{fin}$	$z_i$	$z_{fin}$				
T1	250	9,20	55,8	55,69	54,6004	54,5529	0,80	0,46%	4,28	22,38%
T2	250	9,20	55,69	55,58	54,5529	54,4979	0,80	0,54%	6,88	27,36%
T3	250	9,20	55,58	55,46	54,4979	54,3779	0,80	1,20%	8,71	25,14%
T4	250	9,20	55,46	55,35	54,3779	54,2679	0,80	1,10%	10,49	28,25%
T5	250	9,20	55,35	55,24	54,2679	54,1579	0,80	1,10%	12,23	30,58%

**Tabella 28: Verifica dei collettori di smaltimento**

Per una maggiore completezza si riporta anche l’elenco dei pozzetti d’ispezione.

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pc1	100x100
Pc2	100x100
Pc3	100x100
Pc4	100x100
Pc5	100x100
Pc6	100x100

**Tabella 29: Caratteristiche dei pozzetti d’ispezione**