

TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	2 di 18

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	RIFERIMENTI PROGETTUALI	6
4	IDROLOGIA	7
4.1	ANALISI PLUVIOMETRICA	7
4.2	TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO	8
4.3	PORTATE DI PROGETTO	8
4.3.1	<i>Il metodo razionale (o cinematico)</i>	8
5	SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE	11
5.1	ASPETTI NORMATIVI	11
5.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	12
5.3	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO	14
5.4	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE IDRAULICHE	14
5.5	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO	15
5.5.1	<i>Pluviali</i>	15
5.5.2	<i>Fossi, bauletti e vasche disperdenti</i>	15
6	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	18

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva dell'Ingresso Ovest 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'intersezione con l'Autostrada del Brennero A22 e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Nuova, per una estensione di circa 10km. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Brescia Est – Verona.

Il progetto prevede la rilocazione della Linea Storica leggermente più a nord al fine di lasciare spazio all'inserimento dei binari della Linea AV/AC. Viene anche prevista la realizzazione di una ulteriore linea denominata "indipendente merci" per il collegamento con la Linea Brennero.

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e realizzazione di una nuova Sottostazione Elettrica con conseguenti interventi tecnologici per la gestione delle modifiche.

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 meteoriche afferenti all'area occupata dai marciapiedi coperti a servizio della tratta ferroviaria in progetto. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche e dimensionali della rete idrica, nonché le relative verifiche idrauliche delle condotte fognarie e delle vasche a dispersione.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	4 di 18

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)

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



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

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	5 di 18

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”

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	6 di 18

3 RIFERIMENTI PROGETTUALI

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

- IN1010D26RHID0001001A – Relazione Idrologica
- IN1010D69SGGE0005001A - Report tecnico: stratigrafie e prove in sito
- IN1010D69RGGE0001001A - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica
- IN1010D17ROIT0000002A – Relazione impianti di sollevamento
- IN1010D26N5ID0002001A - Planimetria di inquadramento aree PAI-PGRA - Tav. 1/2
- IN1010D26N5ID0002002A - Planimetria di inquadramento aree PAI-PGRA - Tav. 2/2
- IN1010D26BZFFV0000003A – Particolari e dettagli idraulici

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	7 di 18

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" (IN1010D26RHID0001001A).

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 α e u sono i due parametri che "adattano" la funzione alla particolare popolazione studiata.

I parametri α 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.

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).

Nel caso in esame, il calcolo delle portate di progetto è stato effettuato ricorrendo al metodo razionale (o cinematico) per superfici con estensioni ridotte ed al metodo dell'invaso lineare per quelle con dimensioni maggiori (> 2 ha).

Per maggiore chiarezza, si riassumono di seguito i principali fondamenti teorici dei due metodi adottati.

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;

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

La 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 (m³/s);
- S superficie delle aree scolanti (m²);
- h altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- τ_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 τ_c del bacino scolante;
- φ 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 τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. 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 assume la forma triangolare e massimizzi la portata di picco.

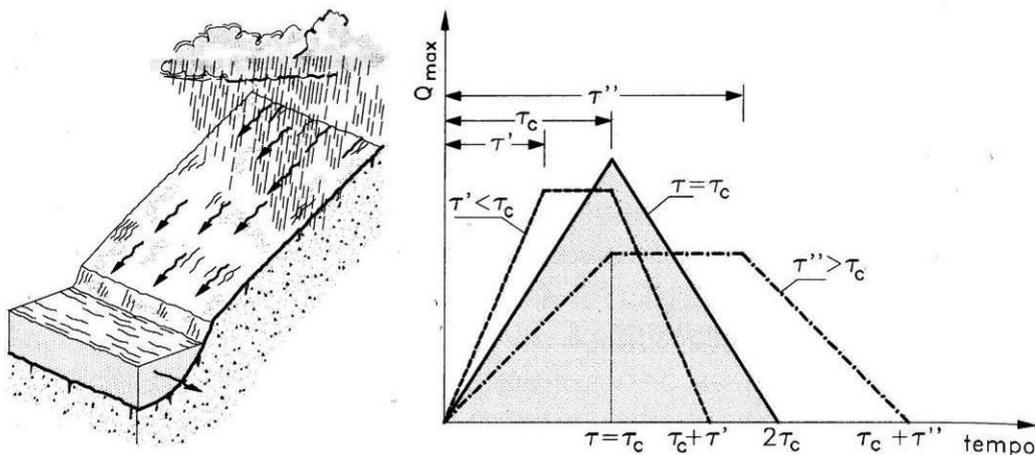


Figura 2: Metodo razionale (o cinematico): idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

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.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	10 di 18

Il tempo di corrivazione τ_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 τ_c si fa riferimento alla somma:

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

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

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

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

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];
- φ coefficiente di afflusso in fogna o di deflusso [m²/ m²];
- 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 φ , 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 φ
pavimentazione stradale/copertura	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.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	11 di 18

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 Ovest.

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.

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.

Nell’ambito della campagna geognostica Italferr 2020-2021, nel periodo compreso tra ottobre 2020 e febbraio 2021, per il progetto “Esecuzione di indagini geognostiche per la progettazione definitiva dell’ingresso Ovest di Verona”, sono stati eseguiti in totale n° 25 sondaggi geognostici. In particolare, sono stati realizzati:

- n° 21 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro, di tipo SPT, prove di permeabilità tipo Lefranc ed installazione di strumentazione per il monitoraggio geotecnico (piezometri Tubo Aperto tipo Norton) e geofisico (tubazione Down-Hole).
- n° 4 sondaggi a distruzione di nucleo con esecuzione di prove di permeabilità tipo Lefranc e installazione di strumentazione per il monitoraggio geofisico (tubazione Down-Hole).

Tutte le lavorazioni sono state precedute dal rilievo di masse metalliche in superficie ed in foro.

Si riportano di seguito in Tabella 4 i valori di permeabilità misurati nei sondaggi effettuati lungo il tracciato e la posizione della falda rispetto al piano campagna registrata negli stessi. I valori di permeabilità sono riferiti al sondaggio più superficiale, mentre i livelli di falda riportati sono quelli più elevati.

Sondaggio	Profondità	Prove di permeabilità Lefranc	Permeabilità [m/s]	Falda [m da p.c.]	Strumentazione
S1	40	3	8.45E-04 m/s	-32.32	Piezometro Tubo Aperto 2”
S1-bis	40	-	-	-	Tubo P.V.C. 3” Down-Hole
S2	50	4	3.09E-04 m/s	- 33.69	Piezometro Tubo Aperto 2”
S2-bis	50	1	5.83E-05 m/s	-	Tubo P.V.C. 3” Down-Hole
S3	40	5	-	-	Foro Ritombato
S4	40	4	1.26E-04 m/s	- 33.74	Piezometro Tubo Aperto 2”
S5	40	3	2.74E-04 m/s	- 32.56	Piezometro Tubo Aperto 2”
S6	40	3	9.39E-05 m/s	- 25.02	Piezometro Tubo Aperto 2”
S7	40	3	2.30E-04 m/s	- 26.37	Piezometro Tubo Aperto 2”
S7-bis	40	1	4.86E-05 m/s	-	Tubo P.V.C. 3” Down-Hole
S8	40	4	3.06E-05 m/s	- 32.34	Piezometro Tubo Aperto 2”
S9	40	3	2.37E-04 m/s	- 22.75	Piezometro Tubo Aperto 2”
S10	40	5	1.89E-04 m/s	-	Foro Ritombato
S11	40	2	1.21E-04 m/s	- 22.79	Piezometro Tubo Aperto 2”

Sondaggio	Profondità	Prove di permeabilità Lefranc	Permeabilità [m/s]	Falda [m da p.c.]	Strumentazione
S12	42	2	2.41E-04 m/s	- 24.42	Piezometro Tubo Aperto 2"
S13	50	5	3.39E-04 m/s	- 27.05	Piezometro Tubo Aperto 2"
S14	42	4	2.07E-04 m/s	- 23.00	Piezometro Tubo Aperto 2"
S15	40	3	1.38E-04 m/s	- 27.05	Piezometro Tubo Aperto 2"
S16	40	5	-	-	Piezometro Tubo Aperto 2"
S16-bis	40	-	-	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S19	40	5	-	- 19.30	Piezometro Tubo Aperto 2"
S20	40	3	5.03E-04 m/s	- 21.28	Piezometro Tubo Aperto 2"
S21	40	4	-	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S22	40	4	1.41E-04 m/s	- 30.36	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S23	40	3	-	-	Piezometro Tubo Aperto 2"

Tabella 4: Valori di permeabilità del terreno lungo il tracciato nel sondaggio più superficiale e posizione della falda (dati estratti da Campagna geognostica Italferr 2020-2021)

Per i certificati delle indagini geognostiche si rimanda al report IN1010D69SGGE0005001A "REPORT TECNICO: STRATIGRAFIE E PROVE IN SITO" del marzo 2021.

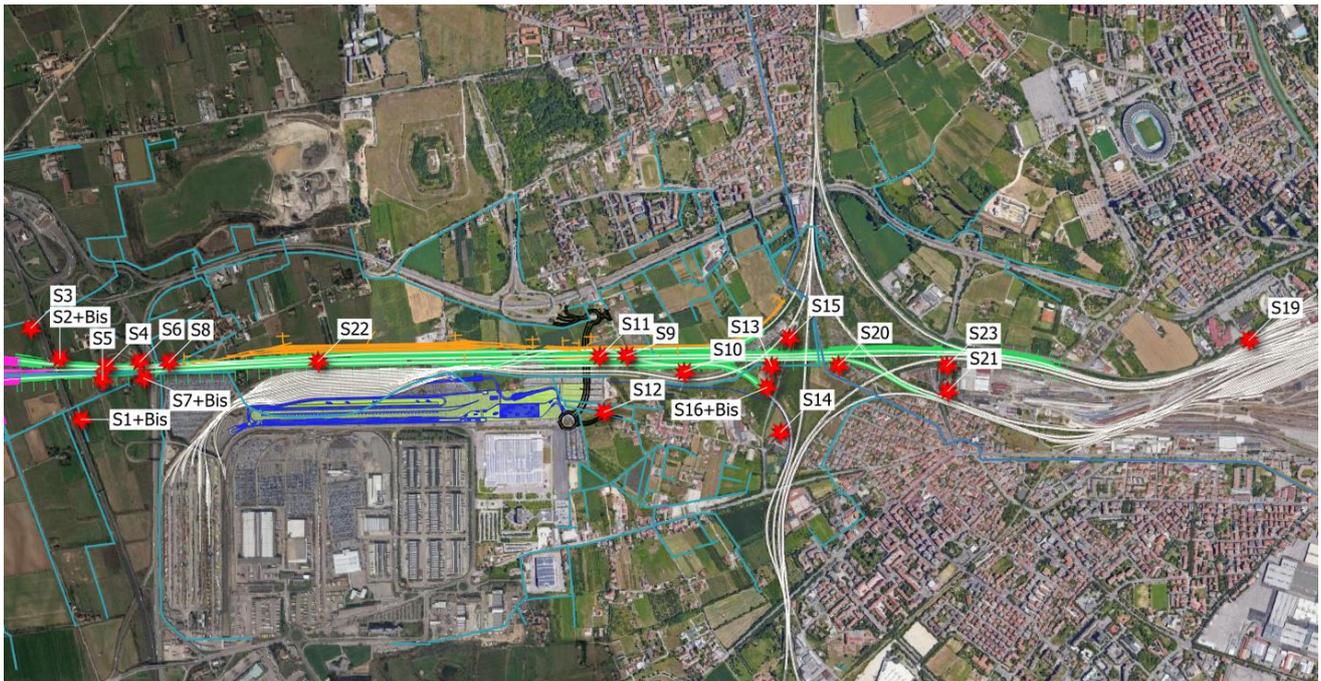


Figura 3: Ubicazione dei sondaggi effettuati nel corso della campagna geognostica Italferr 2020-2021

TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	14 di 18

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 interrato.
2. distribuito: fossi con fondo drenante o bauletti drenanti interrati con tubo di distribuzione fessurato.

5.4 Descrizione generale delle opere idrauliche

Per i marciapiedi dove è stata prevista una pensilina di copertura si è reso necessario approntare e progettare una rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche costituita dai seguenti elementi:

- pluviali in acciaio con diametro interno pari a 10 centimetri per la raccolta delle acque meteoriche afferenti alle pensiline di copertura dei marciapiedi coperti di progetto;
- pozzetti di ispezione 100x100 cm in cls nei quali vengono recapitate le acque raccolte dalle pensiline;
- tubazioni interrate in PEAD DN500 microfessurate per la dispersione nel terreno dell'acqua meteorica raccolta dalle pensiline;
- tubazioni interrate in PEAD DN400 utilizzate solamente in corrispondenza dei sottopassaggi;
- pacchetto drenante avente porosità minima del 30%, avvolto in geotessile, realizzato attorno alla tubazione microfessurata;

Il nuovo marciapiede FV01, l'unico di progetto avente una pensilina di copertura, è ubicato tra i binari 12 e 13; è lungo circa 364 metri, dei quali circa 227 m coperti. La superficie totale della pensilina è di 1907 m².

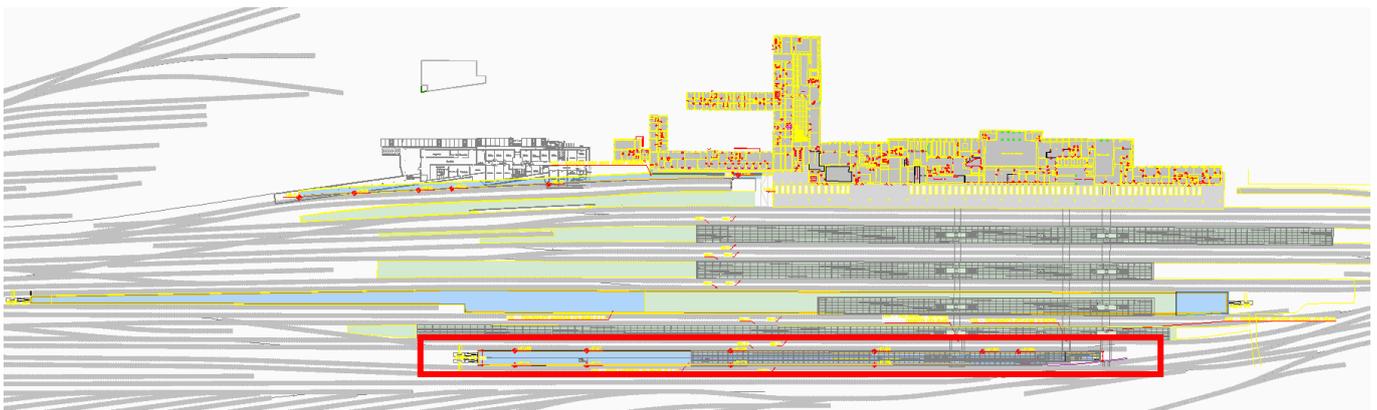


Figura 4: Raffigurazione dei marciapiedi esistenti nella stazione di Verona Porta Nuova (in verde) e di quelli nuovi (in blu); pensiline rappresentate in grigio.

Si precisa che, su indicazione della committenza, per i nuovi marciapiedi privi di pensilina non è stato approntato alcun sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	15 di 18

5.5 Dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento

Nel caso in esame, trattandosi di piattaforma ferroviaria, si è utilizzato un tempo di ritorno di 100 anni.

5.5.1 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti su una tettoia o una copertura in generale viene effettuata tramite la formula di Wyly Eaton, ovvero:

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

dove:

- Q_{RWP} è la portata del pluviale (l/s);
- k_b è la scabrezza del pluviale (mm), posta uguale a 0.25;
- d_i è il diametro interno del pluviale (mm)
- f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua (adimensionale), posto pari a 0,33.

Nel caso in esame, la massima superficie scolante afferente ad un singolo pluviale di progetto è pari a circa 52 m²; considerando un coefficiente udometrico di 709 l/(s ha), si ha che un pluviale DN100 garantisce il corretto smaltimento delle acque per una superficie scolante massima di 151 m², quindi si conferma il corretto dimensionamento degli stessi.

5.5.2 Fossi, bauletti 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.

In questo caso, lungo tutto il tratto relativo al marciapiede FV01 a meno dei sottopassaggi, sono stati realizzati dei bauletti alimentati da tubi microfessurati in PEAD DN500 che permettono la dispersione di tipo distribuito delle acque meteoriche. In corrispondenza dei sottopassaggi pedonali è stata prevista la posa di una tubazione in PEAD DN400 (come riportato nell'elaborato IN1010D26BZFFV0000003A – particolari e dettagli idraulici).

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

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, oltre i 20 m di profondità, non pregiudica la funzionalità di sistemi a dispersione profondi.

Nel nuovo marciapiede FV01 della stazione di Verona Porta Nuova è previsto un doppio bauletto disperdenti interrati delle dimensioni di 1x1 m, costituito da materiale drenante e alimentato da tubi PEAD DN500 microfessurati, collocato al di sotto del marciapiede in progetto.

L'insieme dei bauletti disperdenti ha uno sviluppo di 680,8 m x 1 m con quota di imposta a 69.05 m s.l.m.; il materiale drenante che la compone ha una porosità pari a 0.3. A causa della mancanza di dati riguardanti il terreno circostante e tenuto conto dei valori dei sondaggi allegati al progetto, si è adottato un valore di conducibilità idraulica del terreno è stato scelto arbitrariamente medio-basso.

Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento del sistema disperdente sopra illustrato previsto nel tratto in oggetto. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici allegati alla presente.

In Tabella 5 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno del bauletto si realizza per un tempo di pioggia di 1 ora e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. In seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita per il suddetto tempo di pioggia.

Tempo pioggia	V pioggia	V dispersione	V accumulo vasca	H vasca
[h]	[m3]	[m3]	[m3]	[m]
0,117	52,61	52,61	40,59	0,20
0,167	63,85	63,85	47,62	0,23
0,25	79,57	79,57	56,13	0,27
0,5	115,94	115,94	70,09	0,34
0,75	144,49	144,49	75,80	0,37
1	168,92	168,92	77,19	0,38
1,25	182,35	182,35	68,16	0,33
1,50	184,02	184,02	48,63	0,24
1,75	185,44	185,44	29,88	0,15
2,00	186,69	186,69	19,45	0,10
2,25	187,79	187,79	17,39	0,09
2,50	188,78	188,78	15,73	0,08

Tabella 5: Principali risultati del dimensionamento del bauletto marciapiede FV01

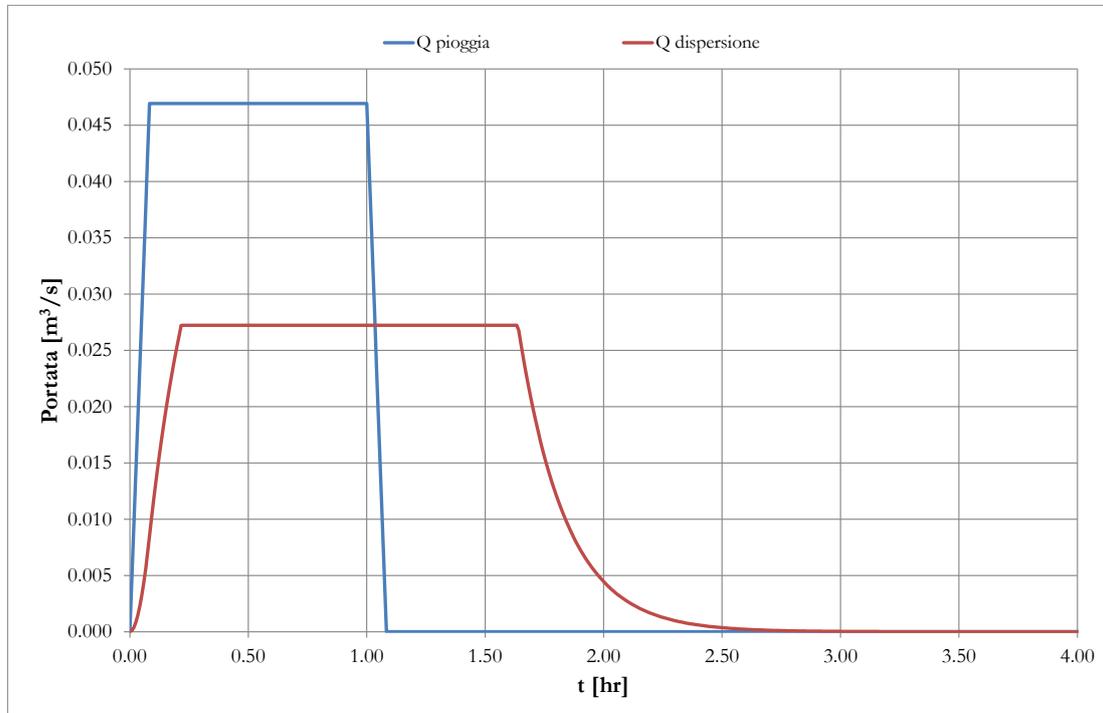


Figura 4: Grafico delle portate in ingresso e in uscita con $t_p=1$ ora. Bauletto marciapiede FV01

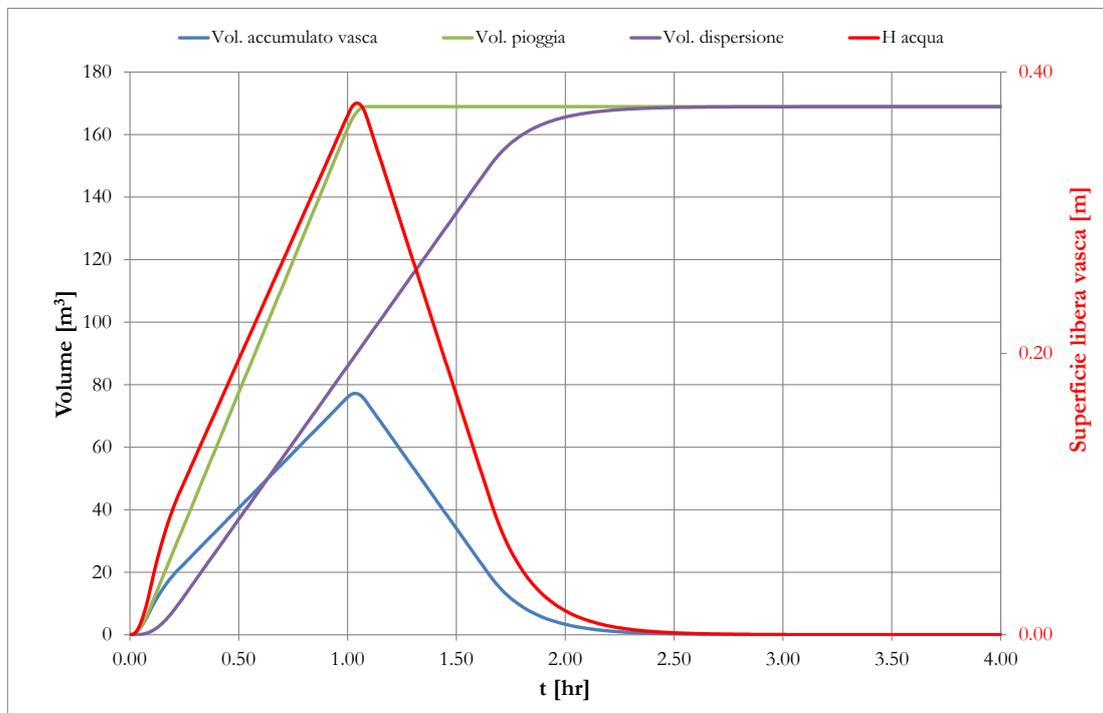


Figura 5: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita con $t_p=1$ ora. Bauletto marciapiede FV01

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IN10	10	D26RI	FV 00 00 001	A	18 di 18

6 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Lo studio della compatibilità idraulica degli interventi in progetto è stato sviluppato confrontando il tracciato di progetto con le carte della pericolosità idraulica. In particolare, per il territorio in esame, sono state utilizzate le seguenti cartografie:

- P.A.I. – Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Adige;
- P.G.R.A. – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni;

Per entrambe le cartografie è stata elaborata un'apposita tavola di progetto (IN1010D26N5ID0002001A e IN1010D26N5ID0002002A), da cui sono state tratte le conclusioni riportate nel presente capitolo.

La sovrapposizione del tracciato ferroviario di progetto e delle relative opere accessorie alle cartografie sopra descritte non evidenzia alcuna criticità, in quanto nessuna area di progetto interseca zone soggette a pericoli idraulici.

Alla luce di tali considerazioni, la configurazione di progetto risulta idraulicamente compatibile con la legislazione vigente in materia di protezione dai rischi idraulici.