

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

CUP: J14H20000440001

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

FA00 – FABBRICATI TECNOLOGICI

RELAZIONE IDRAULICA FABBRICATI TECNOLOGICI

SCALA:

-

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

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

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Cucino	Set. 2021	S. Santopietro	Set. 2021	C. Mazzocchi	Set. 2021	A. Perego Set. 2021
				<i>S. Santopietro</i>		<i>Mazzocchi</i>		



File: IN1010D26RIFA0000001A

n. Elab.:

TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	2 di 33

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3	RIFERIMENTI PROGETTUALI	7
4	IDROLOGIA	8
4.1	ANALISI PLUVIOMETRICA	8
4.2	TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO	9
4.3	PORTATE DI PROGETTO	9
4.3.1	<i>Il metodo razionale (o cinematico)</i>	9
4.3.2	<i>Metodo dell'invaso lineare</i>	12
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	17
5.4	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE IDRAULICHE	17
5.5	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	17
5.5.1	<i>Caditoie a griglia</i>	17
5.5.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	18
5.5.3	<i>Fossi e vasche disperdenti</i>	18
5.5.4	<i>Pluviali</i>	19
6	FABBRICATO BIVIO PC EUROPA - FA01	20
6.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	20
6.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	20
6.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i>	21

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	3 di 33

6.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i>	22
6.3	VERIFICHE IDRAULICHE	22
6.3.1	<i>Caditoie a griglia</i>	22
6.3.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	22
6.3.3	<i>Vasca disperdente</i>	23
6.3.4	<i>Pluviali</i>	25
7	FABBRICATO MANUTENZIONE - FA05.....	26
7.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	26
7.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	26
7.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i>	27
7.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i>	28
7.3	VERIFICHE IDRAULICHE.....	28
7.3.1	<i>Caditoie a griglia</i>	28
7.3.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	28
7.3.3	<i>Vasca disperdente</i>	30
7.3.4	<i>Pluviali</i>	32
8	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	33

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 le aree occupate dai fabbricati tecnologici FA01 (Fabbricato Bivio PC Europa) e FA05 (Fabbricato Manutenzione) a servizio della tratta ferroviaria in progetto. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche e dimensionali delle reti idriche, 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	FA 00 00 001	A	5 di 33

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	FA 00 00 001	A	6 di 33

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	FA 00 00 001	A	7 di 33

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

	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	FA 00 00 001	A	8 di 33

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 massimizza la portata di picco.

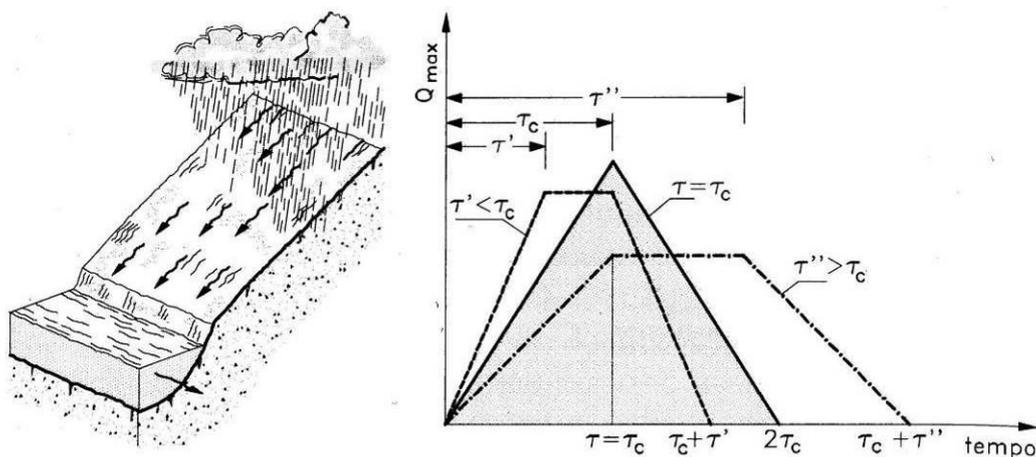


Figura 2: Metodo razionale (o cinematico): idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

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.

 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	FA 00 00 001	A	11 di 33

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	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.

 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 IN10	LOTTO 10	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA 00 00 001	REV. A

4.3.2 Metodo dell'invaso lineare

La modellazione idrologica delle aree con estensione superiore ai 2 ha è stata condotta mediante un modello geomorfologico che utilizza il metodo dell'invaso lineare per le aree scolanti, che ben si adatta alla riproduzione degli afflussi-deflussi in ambito prevalentemente urbano, ed il metodo cinematico per la propagazione del moto nelle condotte.

L'idrogramma istantaneo unitario IUH, caratteristico del metodo dell'invaso, ha origine dalla combinazione dell'equazione di continuità e del serbatoio lineare; quest'ultima stabilisce che la portata uscente dal bacino dipenda linearmente dal volume liquido accumulato sulla superficie e nella rete a monte secondo la costante d'invaso lineare k . La costante k rappresenta il tempo medio di residenza al di fuori della rete.

L'IUH del modello è rappresentato dalla seguente equazione:

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-\frac{t}{k}}$$

la quale convoluta con la pioggia efficace $I(t)$: $I(t) = i(t_p) \Phi S$

dà luogo a:

$$Q(t) = \int_0^{\tau^*} \frac{1}{k} e^{-\frac{t-\tau}{k}} I(\tau) d\tau \quad \text{dove} \quad \begin{cases} \tau^* = t, & t < t_p \\ \tau^* = t_p, & t \geq t_p \end{cases}$$

dove S è la superficie del bacino, Φ è l'indice di afflusso e $i(t_p)$ è l'intensità della precipitazione per l'assegnato tempo di pioggia di progetto. Il risultato dell'integrale è, nel caso di una pioggia di progetto espressa attraverso le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, l'idrogramma tipico del serbatoio lineare:

$$Q(t) = \begin{cases} I(t_p) \left(1 - e^{-\frac{t}{k}}\right), & t < t_p \\ I(t_p) \left(1 - e^{-\frac{t}{k}}\right) e^{-\frac{t-t_p}{k}}, & t \geq t_p \end{cases}$$

Questa equazione viene applicata a ciascun sottobacino, associato a ciascun tratto di fognatura analizzato.

L'idrogramma di piena generato dall' i -esimo sottobacino si propaga all'interno della rete urbana, secondo un meccanismo che ben può essere rappresentato da una funzione di trasferimento cinematica piuttosto che parabolica. Infatti, in considerazione della modesta estensione dell'area oggetto dell'analisi non si possono verificare significative attenuazioni del picco di piena (modello parabolico), ma è più verosimile che la piena si trasferisca immutata all'interno della rete idrica (modello cinematico).

Per valutare la traslazione cinematica della piena lungo la rete risulta necessario valutare l'integrale di convoluzione della precedente soluzione con la funzione di propagazione nella rete:

$$g(t) = \delta(u_c t - L)$$

dove $\delta(\)$ è il funzionale delta di Dirac, u_c è la celerità di propagazione dell'onda e L è la lunghezza della condotta.

La velocità di propagazione viene espressa in funzione della velocità di moto uniforme:

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	13 di 33

$$u_c = \alpha u_u \quad u_u = k_s \cdot if^{0.5} \cdot R_h^{0.667}$$

con k_s coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler. Il coefficiente α è pari normalmente a 1.5. Il raggio idraulico R_h viene definito a partire dalla forma della sezione di deflusso e dal tirante idrico; la sua assegnazione viene pertanto fatta per approssimazioni successive.

4.3.2.1 Stima afflussi netti

Per l'applicazione dei modelli afflussi-deflussi è necessario calcolare preliminarmente la pioggia efficace. Nella letteratura scientifica esistono diversi metodi di stima come il metodo di Horton, SCS, Grenn-Ampt e altri; tuttavia nella progettazione e verifica delle reti urbane si possono utilizzare approcci più semplici che descrivono le perdite di infiltrazione tramite un coefficiente di afflusso Φ , costante nel corso della precipitazione.

La pioggia netta è calcolata come prodotto tra il coefficiente di afflusso e l'altezza totale di pioggia caduta nello stesso tempo. Il coefficiente di afflusso dipende strettamente dalla tipologia di uso del suolo. Per una superficie pavimentata la quota di pioggia che può infiltrarsi nel terreno è largamente inferiore rispetto a quella che è possibile immagazzinare da un terreno agricolo.

I valori dell'indice Φ impiegati sono gli stessi adottati nel metodo razionale e riportati in Tabella 3.

La suddivisione in aree omogenee e i rispettivi valori di superficie sono stati definiti come corrispondenti ai singoli tratti compresi tra due pozzetti successivi: i valori di superficie sono stati valutati o misurati in base alle caratteristiche di ogni tratto, come descritto nei capitoli che seguono.

Nel modello idrologico sono state implementate le piogge definite attraverso i parametri riportati al paragrafo 4.1.

4.3.2.2 Costante d'invaso lineare

La costante di invaso lineare k viene messa in relazione con le caratteristiche idrogeologiche dell'area attraverso la relazione: ⁽¹⁾

$$k = c \frac{S^\beta}{\Phi^b if^\gamma}$$

dove $\beta(0,30)$ $\gamma(0,30)$ $b(0,31)$ $c(0,60)$ sono dei coefficienti di taratura, S è la superficie del bacino in ettari [ha], Φ è il coefficiente di deflusso e infine if è la pendenza media del collettore principale.

¹ Rigon, Riccardo; D., Tamanini; Bertola, Paolo, "Trento_p: un modello geomorfologico per lo studio del drenaggio urbano" in Controllo degli scarichi nei sistemi di drenaggio urbano, Roma: Università di Roma "Tor Vergata", 2009, p. 1-47. Proceedings of: VI Giornata di Studio sul Drenaggio Urbano Sostenibile, Roma, 5 Dicembre 2008

	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	FA 00 00 001	A	14 di 33

5 SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Si illustrano di seguito le soluzioni proposte per lo smaltimento delle acque meteoriche relative ai fabbricati tecnologici FA01 e FA05, 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.

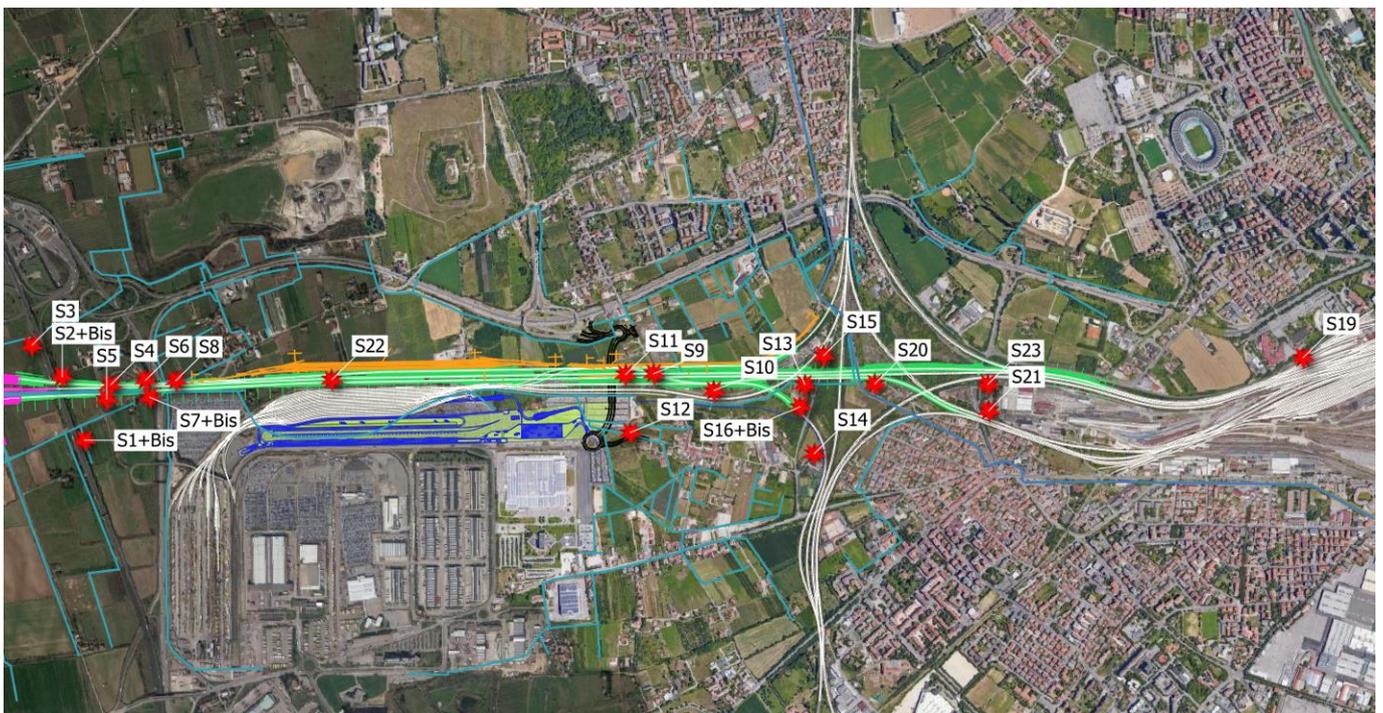


Figura 14: Ubicazione dei sondaggi effettuati nel corso della campagna geognostica Italferr 2020-2021

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, d'accordo con la committenza è stato scelto di optare per una dispersione di tipo concentrato, quindi con l'utilizzo di vasche a dispersione interrate, eventualmente collegate alla rete di fognatura bianca esistente.

5.4 Descrizione generale delle opere idrauliche

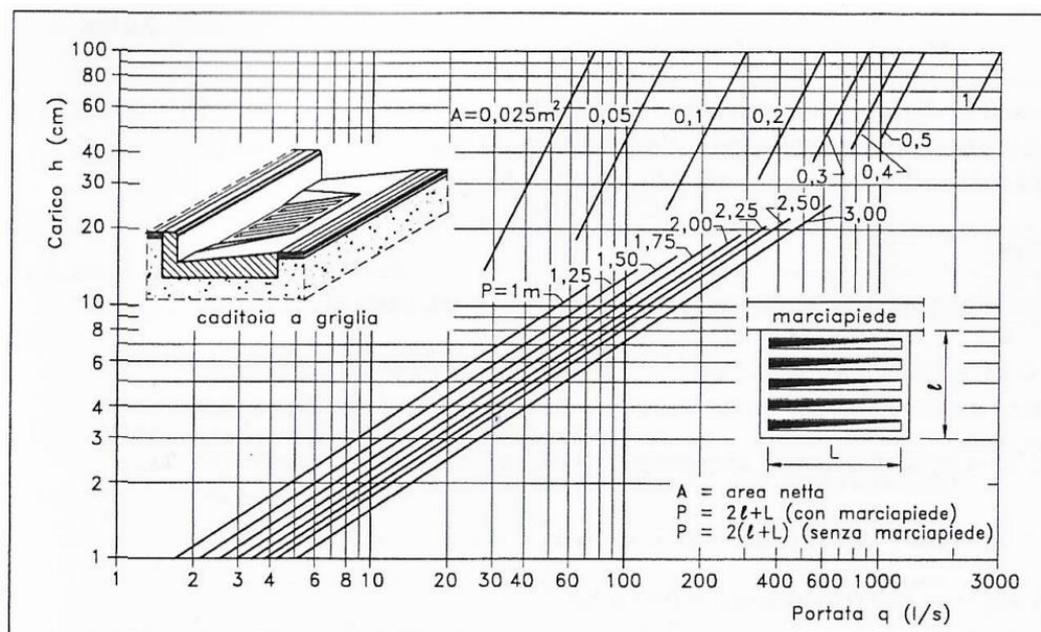
La rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti alle aree occupate dai Fabbricati Tecnologici FA01 e FA05 in progetto è costituita dai seguenti elementi:

- pluviali in acciaio per la raccolta delle acque meteoriche afferenti al tetto del fabbricato;
- pozzetti e caditoie a griglia, nelle quali vengono recapitate le acque raccolte dal tetto dell'edificio e dal piazzale circostante;
- tubazioni interrate in PVC per la raccolta e il trasferimento delle acque meteoriche provenienti dalla superficie drenata;
- vasche disperdenti interrate, nelle quali vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche.

5.5 Criteri di dimensionamento

5.5.1 Caditoie a griglia

Per la definizione degli interassi tra le caditoie a griglia si è utilizzato l'abaco di letteratura riportato di seguito.



 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	FA 00 00 001	A	18 di 33

Figura 3: Abaco per il dimensionamento di una caditoia a a griglia

5.5.2 Collettori di smaltimento

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].

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 θ):

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

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

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

Per le tubazioni in PVC si è assunto un coefficiente di scabrezza K_s pari ad $85 m^{1/3}/s$ ed un grado di riempimento massimo (y/d) del 70%.

5.5.3 Fossi e vasche disperdenti

Nel caso in esame non sono presenti corsi superficiali dove recapitare le acque meteoriche, 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.

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.

5.5.4 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.

Confrontando il valore risultante dall'espressione con quello risultante dalla superficie afferente i singoli pluviali, è possibile verificare o meno l'esatto dimensionamento degli stessi.

6 FABBRICATO BIVIO PC EUROPA - FA01

6.1 Inquadramento generale dell'area

L'area occupata dal fabbricato FA01 (Fabbricato Bivio PC Europa) a servizio della tratta ferroviaria in progetto è ubicata fra le chilometriche 151+650 e 151+700, sul lato nord della stessa. Attualmente la zona interessata dall'intervento è occupata in parte da campagna e in parte da strada asfaltata

La superficie complessiva interessata dalle opere è pari a 1212 m²: circa il 30 % dell'area sarà occupato dall'edificio, mentre il rimanente 70 % verrà adibito a piazzale, pavimentato con masselli autobloccanti drenanti.

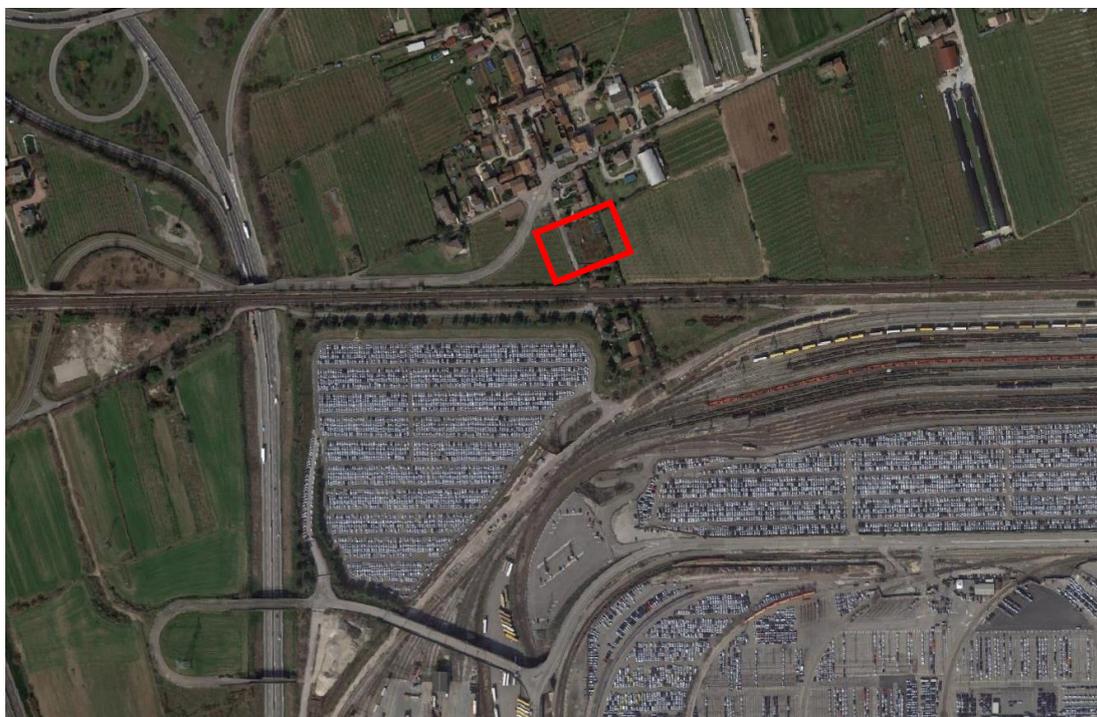


Figura 4: Indicazione dell'area oggetto degli interventi

6.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, per l'opera in progetto è stato dimensionato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- una vasca disperdente (nella parte nord-ovest dell'area) nella quale vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche;
- pluviali e caditoie a griglia per la raccolta e il convogliamento delle acque del tetto e del piazzale;
- tubazioni interrato di raccolta delle acque meteoriche affrenti all'area, che trasportano le acque alla vasca disperdente.

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

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.

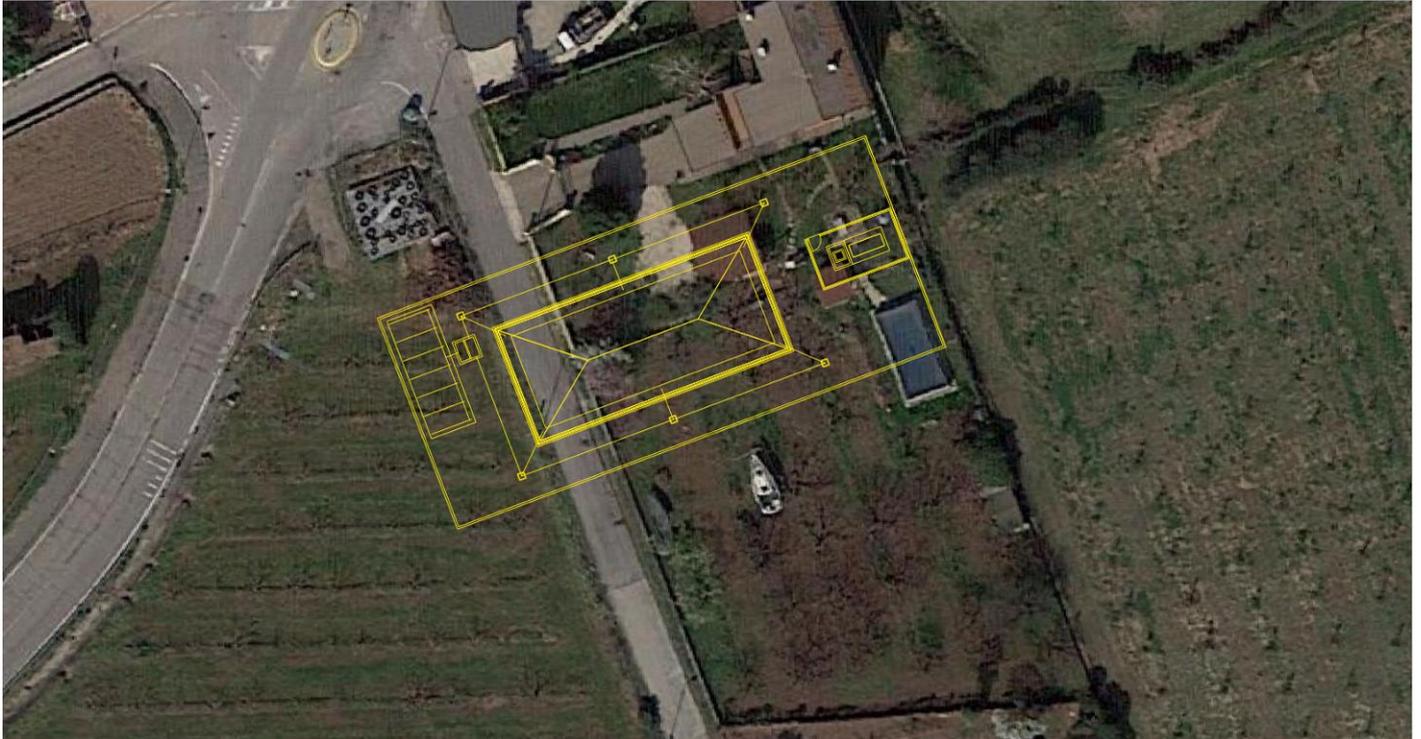


Figura 5: Fabbricato Bivio PC Europa - area occupata dal fabbricato in progetto

Nel paragrafo successivo vengono descritti i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area, costituiti da pluviali, caditoie a griglia, tubazioni interrato ed una vasca di dispersione.

I 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 dell'area occupata dal fabbricato e dal piazzale circostante nei sistemi di smaltimento precedentemente descritti (vasche disperdenti), avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Pluviali in acciaio DE100 disposti lungo il perimetro del tetto del fabbricato;
2. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare all'interno del piazzale. L'area sottesa da ogni caditoia è variabile tra i 56 e i 217 m²;
3. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Tali tubi convogliano i deflussi dapprima nel pozzetto dissabbiatore, e poi nella vasca disperdente, situata nell'area a nord-ovest del piazzale. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è pari a 43 cm, pertanto le condotte andranno opportunamente protette dai carichi stradali con un massello in cls di 20cm;

4. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne variabili tra 0,40x0,40m e 0.60x0.60m, posizionati in corrispondenza dei pluviali e delle caditoie; è stato progettato anche un pozzetto dissabbiatore, avente dimensioni interne pari a 2,00x2,00m, con funzione di evitare che le tubazioni convogliano nella vasca disperdente materiale solido.
5. Una vasca in moduli disperdenti con porosità 95%, avvolto in geocomposito, avente area di circa 61 m² e H=1.32m.

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 di trasformazione degli afflussi in deflussi 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 di poco superiore ai 1'200 m².

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 25 anni.

6.3.1 Caditoie a griglia

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 15-20 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di 217 m² e, considerando un coefficiente idrometrico di 630 l/(s ha), dà origine ad una portata di circa 14 l/s; una griglia addossata al marciapiede con un carico idraulico di 4 cm è in grado di captare una portata di circa 20 l/s.

6.3.2 Collettori di smaltimento

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

- Tn = Tratto del piazzale posto a nord rispetto al colmo del tetto del fabbricato;
- Ts = Tratto del piazzale posto a sud rispetto al colmo del tetto del fabbricato.

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

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DE – diametro esterno della tubazione;
- Lugh – 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 (zi/zfin) – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento (zi/zfin) – ricoprimento della tubazione, dall'estradosso superiore della condotta al terreno/strada, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	23 di 33

- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata all'interno del tratto;
- Qamm – portata massima ammissibile all'interno del tratto (per un grado di riempimento massimo del 70%);
- R – riempimento della tubazione (Q/Qamm - riferito al grado di riempimento massimo del 70%).

TRATTO	DE (mm)	Lungh (m)	Acum[m2]	Quote strada/terreno		Quote scorrimento		Ricoprimento		if (%)	Q (mc/s)	Qamm - 70% (mc/s)	R
				zi (msm)	zfin (msm)	zi (msm)	zfin (msm)	zi (m)	zfin (m)				
Tn0	160	4.9	56.6	81.00	81.00	80.34	80.32	0.50	0.52	0.4	0.004	0.009	0.39
Tn1	250	16.4	274.0	81.00	81.00	80.32	80.25	0.43	0.50	0.4	0.011	0.030	0.36
Tn2	160	3.1	56.6	81.00	81.00	80.34	80.25	0.50	0.59	2.7	0.004	0.024	0.18
Tn3	250	16.4	437.1	81.00	81.00	80.25	80.19	0.50	0.56	0.4	0.018	0.030	0.59
Tn4	160	4.9	56.4	81.00	81.00	80.34	80.19	0.50	0.65	3.1	0.004	0.026	0.16
Tn5	250	2.4	606.0	81.00	81.00	80.19	80.17	0.56	0.58	0.9	0.033	0.046	0.72
Ts0	160	4.9	56.6	81.00	81.00	80.34	80.32	0.50	0.52	0.4	0.004	0.009	0.39
Ts1	250	16.4	274.0	81.00	81.00	80.32	80.25	0.43	0.50	0.4	0.011	0.030	0.36
Ts2	160	3.1	56.6	81.00	81.00	80.34	80.25	0.50	0.59	2.7	0.004	0.024	0.18
Ts3	250	16.4	437.1	81.00	81.00	80.25	80.19	0.50	0.56	0.4	0.018	0.030	0.59
Ts4	160	4.9	56.4	81.00	81.00	80.34	80.19	0.50	0.65	3.1	0.004	0.026	0.16
Ts5	250	13	606.0	81.00	81.00	80.19	80.11	0.56	0.64	0.6	0.027	0.037	0.71
Tn6	250	1	1212.0	81.00	81.00	79.86	79.85	0.89	0.90	1.0	0.041	0.048	0.85

Tabella 5: Verifica dei collettori di smaltimento

Per una maggiore completezza si riporta anche l'elenco dei pozzetti d'ispezione, che condividono con i tratti di tubazione le denominazioni relative alla zona di appartenenza (s, n):

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pn0	40x40
Pn1	60x60
Pn2	40x40
Pn3	60x60
Pn4	40x40
Pn5	60x60
Pn6	200x200
Ps0	40x40
Ps1	60x60
Ps2	40x40
Ps3	60x60
Ps4	40x40
Ps5	60x60

Tabella 6: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione

6.3.3 Vasca disperdente

Nell'area occupata dal fabbricato è prevista la realizzazione di una vasca disperdente interrata costituita da moduli prefabbricati disperdenti, ubicata sul lato nord-ovest della stessa.

Nel dimensionare il dispositivo drenante si è tenuto conto di un valore di concubilità 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 della vasca. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici allegati alla presente.

La vasca disperdente ha dimensioni 12.8 x 4.8 x 1.32 m con quota di imposta a 78.78 m s.l.m; i moduli disperdenti che la compongono hanno una porosità pari a 0.95, mentre la conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso la media dei valori dimezzati delle prove Lefranc dei sondaggi S8 (3.06E-05 m/s) ed S22 (1.41E-04 m/s).

In Tabella 7 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 1.25 ore 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.

Tempo pioggia	V pioggia	V dispersione vasca	V accumulo vasca	H vasca
[h]	[m3]	[m3]	[m3]	[m]
0.117	21.32	21.29	20.17	0.35
0.167	25.80	25.73	24.21	0.41
0.25	32.05	31.85	29.72	0.51
0.5	46.43	43.97	41.84	0.72
0.75	57.68	45.50	50.79	0.87
1	67.28	45.45	58.08	1.00
1.25	71.63	45.36	60.15	1.02
1.50	72.60	45.26	58.86	1.01

Tabella 7: Principali risultati del dimensionamento della vasca disperdente

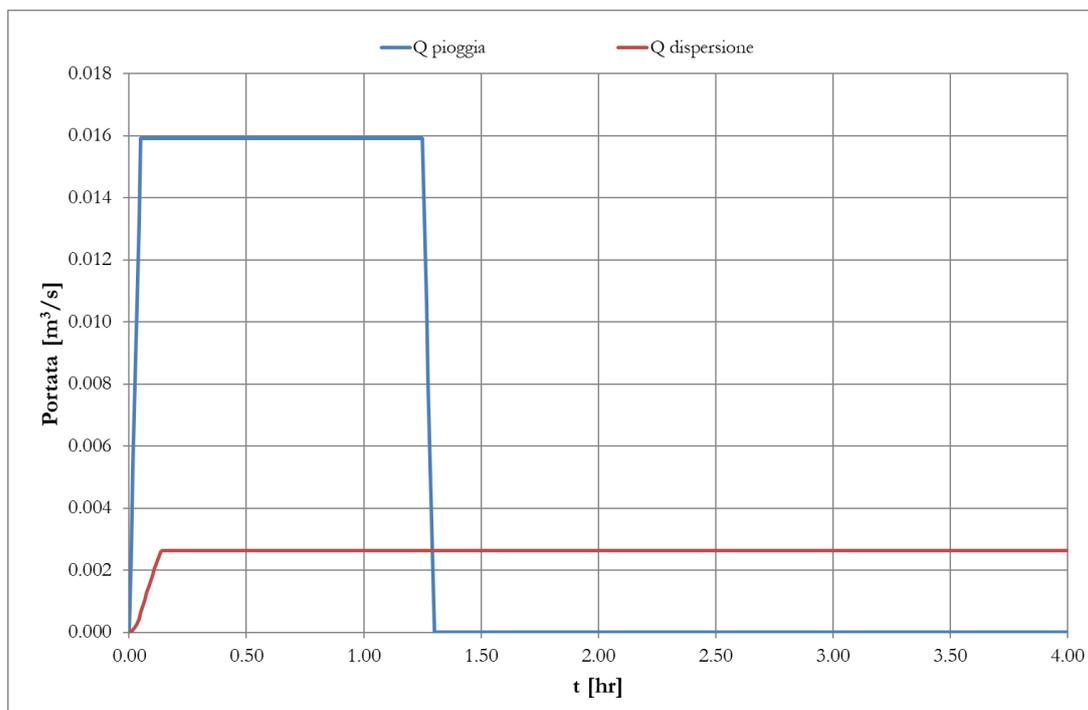


Figura 6: Grafico delle portate in ingresso e in uscita con $t_p=1.25$ ore della vasca disperdente

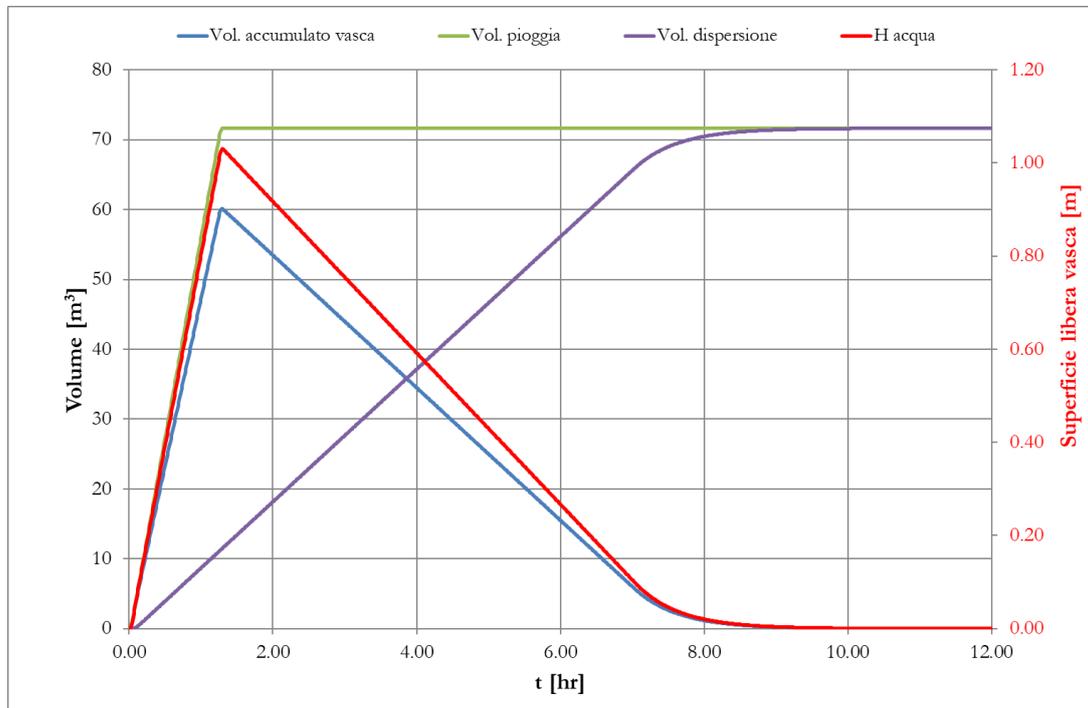


Figura 7: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita con $t_p=1.25$ ore della vasca disperdente

6.3.4 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti sulla copertura del Fabbricato è stata effettuata, come descritto in precedenza, tramite la formula di Wily Eaton.

La massima superficie scolante afferente ad un singolo pluviale di progetto è pari a circa 57 m^2 ; considerando un coefficiente udometrico di 630 l/(s ha) , si ha che un pluviale DN100 può sottendere una superficie massima di 170 m^2 , quindi si conferma il corretto dimensionamento degli stessi.

7 FABBRICATO MANUTENZIONE - FA05

7.1 Inquadramento generale dell'area

L'area occupata dal fabbricato FA05 (Fabbricato Manutenzione) a servizio della tratta ferroviaria in progetto è ubicata a poca distanza dalla Stazione di Verona Porta Nuova, in una zona attualmente occupata da un piazzale asfaltato adibito a parcheggio.

La superficie complessiva interessata dal fabbricato è pari a 1764 m²: sono stati presi in considerazione, nel calcolo delle aree scolanti, anche i piazzali circostanti l'edificio e le coperture degli edifici attigui scaricanti le acque nei piazzali, per un'area aggiuntiva di circa 4996 m².



Figura 8: Indicazione dell'area oggetto degli interventi

7.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, per l'opera in progetto è stato dimensionato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- pluviali e caditoie a griglia per la raccolta e il convogliamento delle acque del tetto e del piazzale;

- tubazioni interrato di raccolta delle acque meteoriche affrenti all'area, che trasportano le acque alla vasca disperdente.
- una vasca disperdente (nella parte ad ovest dell'area) nella quale vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche;

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

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.



Figura 9: Fabbricato Manutenzione - area occupata dal fabbricato in progetto

Nel paragrafo successivo vengono descritti i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area, costituiti da pluviali, caditoie a griglia, tubazioni interrato ed una vasca disperdente.

I 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.

7.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Il drenaggio delle acque dell'area occupata dal fabbricato e dal piazzale circostante nei sistemi di smaltimento precedentemente descritti (vasche disperdenti), avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Pluviali in acciaio DE100 disposti lungo il perimetro del tetto del fabbricato;

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	28 di 33

2. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare all'interno del piazzale. L'area sottesa da ogni caditoia è variabile tra i 63 e i 331 m².
3. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Tali tubi convogliano i deflussi dapprima nel pozzetto dissabbiatore, e poi nella vasca disperdente, situata nell'area a nord-ovest del piazzale. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è pari a 80 cm;
4. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne variabili tra 0,80x0,80m e 1,20x1,20m, posizionati in corrispondenza dei pluviali e delle caditoie.
5. Una vasca in moduli disperdenti con porosità 95%, avvolto in geocomposito, avente area di circa 207 m² e H=1.32m.
6. Una condotta di troppopieno della vasca disperdente in PVC DN500 collegata alla retedi fognatura bianca comunale

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 di trasformazione degli afflussi in deflussi 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 di poco superiore ai 6'750 m².

7.3 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 25 anni.

7.3.1 Caditoie a griglia

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 15-20 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di 331 m² e, considerando un coefficiente idrometrico di 627 l/(s ha), dà origine ad una portata di circa 21 l/s; una griglia addossata al marciapiede con un carico idraulico di 5 cm è in grado di captare una portata di circa 30 l/s.

7.3.2 Collettori di smaltimento

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

- Tn = Tratti di tubazione posti a nord del piazzale del fabbricato;
- Tc = Tratti di tubazione posti al centro del piazzale del fabbricato;
- Ts = Tratti di tubazione posti a sud del piazzale del fabbricato;
- Tl = Tratti di tubazione laterali, che raccolgono e convogliano le acque verso il pozzetto dissabbiatore;
- Tv = Tratti di tubazione relativi alla vasca, tra i quali quelli di troppopieno che collegano quest'ultima alla rete di fognatura bianca esistente;

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

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;

TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	29 di 33

- DE – diamentro esterno 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 (zi/zfin) – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento (zi/zfin) – ricoprimento della tubazione, dall’estradosso superiore della condotta al terreno/strada, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata all’interno del tratto;
- Qamm – portata massima ammissibile all’interno del tratto (per un grado di riempimento massimo del 70%);
- R – riempimento della tubazione (Qamm/Q - riferito al grado di riempimento massimo del 70%).

TRATTO	DN (mm)	Lungh (m)	Quote strada/terreno		Quote scorrimento		Ricoprimento		if (%)	Q (mc/s)	Qamm - 70% (mc/s)	R
			zi (msm)	zfin (msm)	zi (msm)	zfin (msm)	zi (msm)	zfin (msm)				
Tn1	315	15.3	67.5	67.5	66.39	66.31	0.80	0.87	0.49	0.004	0.062	5.72%
Tn2	315	16.9	67.5	67.5	66.31	66.23	0.87	0.95	0.47	0.026	0.061	41.78%
Tn3	315	16.3	67.5	67.5	66.23	66.15	0.95	1.03	0.49	0.048	0.062	77.30%
Tn4	400	16.4	67.5	67.5	66.15	66.07	0.95	1.03	0.49	0.071	0.118	60.10%
Tn5	400	17.7	67.5	67.5	66.07	65.98	1.03	1.12	0.51	0.093	0.120	77.09%
Tn6	500	11.4	67.5	67.5	65.98	65.92	1.02	1.08	0.53	0.120	0.221	53.99%
Tn7	500	11.8	67.5	67.5	65.92	65.86	1.08	1.14	0.51	0.137	0.218	63.15%
Tn8	315	2.4	67.5	67.5	66.39	66.37	0.80	0.81	0.63	0.014	0.070	19.67%
Tc1	315	19.5	67.5	67.5	66.39	66.29	0.80	0.89	0.49	0.003	0.062	5.58%
Tc2	315	12.7	67.5	67.5	66.29	66.23	0.89	0.95	0.47	0.023	0.061	38.08%
Tc3	315	8.39	67.5	67.5	66.23	66.19	0.95	1.00	0.48	0.032	0.062	51.43%
Tc4	315	7.07	67.5	67.5	66.19	66.16	1.00	1.03	0.42	0.045	0.058	77.26%
Tc5	315	17.07	67.5	67.5	66.16	66.08	1.03	1.11	0.47	0.048	0.061	78.09%
Tc6	400	13.46	67.5	67.5	66.08	66.01	1.02	1.09	0.52	0.069	0.122	57.15%
Tc7	400	11.6	67.5	67.5	66.01	65.95	1.09	1.15	0.52	0.076	0.121	62.82%
Tc8	400	15.2	67.5	67.5	65.95	65.87	1.15	1.23	0.53	0.091	0.122	74.77%
Ts1	315	19.7	67.5	67.5	66.39	66.29	0.80	0.89	0.48	0.006	0.062	8.97%
Ts2	315	19.2	67.5	67.5	66.29	66.19	0.89	1.00	0.52	0.022	0.064	34.51%
Ts3	315	19.2	67.5	67.5	66.19	66.09	1.00	1.10	0.52	0.039	0.064	60.24%
Ts4	315	19.17	67.5	67.5	66.09	65.99	1.10	1.20	0.52	0.055	0.064	86.01%
Ts5	400	19.94	67.5	67.5	65.99	65.89	1.11	1.21	0.50	0.071	0.119	59.80%
Tl1	400	12.97	67.5	67.5	65.89	65.82	1.21	1.28	0.54	0.094	0.124	76.30%
Tl2	500	16.43	67.5	67.5	65.82	65.73	1.18	1.27	0.55	0.202	0.226	89.28%
Tl3	500	1.12	67.5	67.5	65.73	65.70	1.27	1.30	2.68	0.394	0.500	78.95%
Tv1	500	2.23	67.5	67.5	65.60	65.55	1.40	1.45	2.24	0.408	0.457	89.32%
Tv2	500	53.05	67.8	67.8	65.55	64.90	1.75	2.40	1.23	0.260	0.338	76.94%
Tv3	500	15.27	67.8	65.7	64.90	64.40	2.40	0.80	3.27	0.260	0.552	47.06%

Tabella 8: Verifica dei collettori di smaltimento

Per una maggiore completezza si riporta anche l'elenco dei pozzetti d'ispezione, che condividono con i tratti di tubazione le denominazioni relative alla zona di appartenenza (s, c, n, l, v):

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pn1	80x80
Pn2	80x80
Pn3	80x80
Pn4	80x80
Pn5	80x80
Pn6	100x100
Pn7	100x100
Pn8	80x80
Pc1	80x80
Pc2	80x80
Pc3	80x80
Pc4	80x80
Pc5	80x80
Pc6	80x80
Pc7	80x80
Pc8	80x80
Ps1	80x80
Ps2	80x80
Ps3	80x80
Ps4	80x80
Ps5	80x80
Pl1	80x80
Pl2	120x120
Pl3	120x120
Pv1	100x100
Pv2	100x100

Tabella 9: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione

7.3.3 Vasca disperdente

Nell'area occupata dal fabbricato è prevista la realizzazione di una vasca disperdente interrata costituita da moduli prefabbricati disperdenti, ubicata sul lato ovest della stessa.

La funzione della stessa è agevolare lo smaltimento a dispersione delle acque bianche, riducendo il quantitativo d'acqua immesso nella rete fognaria.

La superficie del piazzale da destinare alla realizzazione della vasca è di circa 200 m².

La verifica del dispositivo drenante è effettuata per un tempo di ritorno di 50 anni e per un valore di conducibilità idraulica dimezzato rispetto a quello misurato in campo.

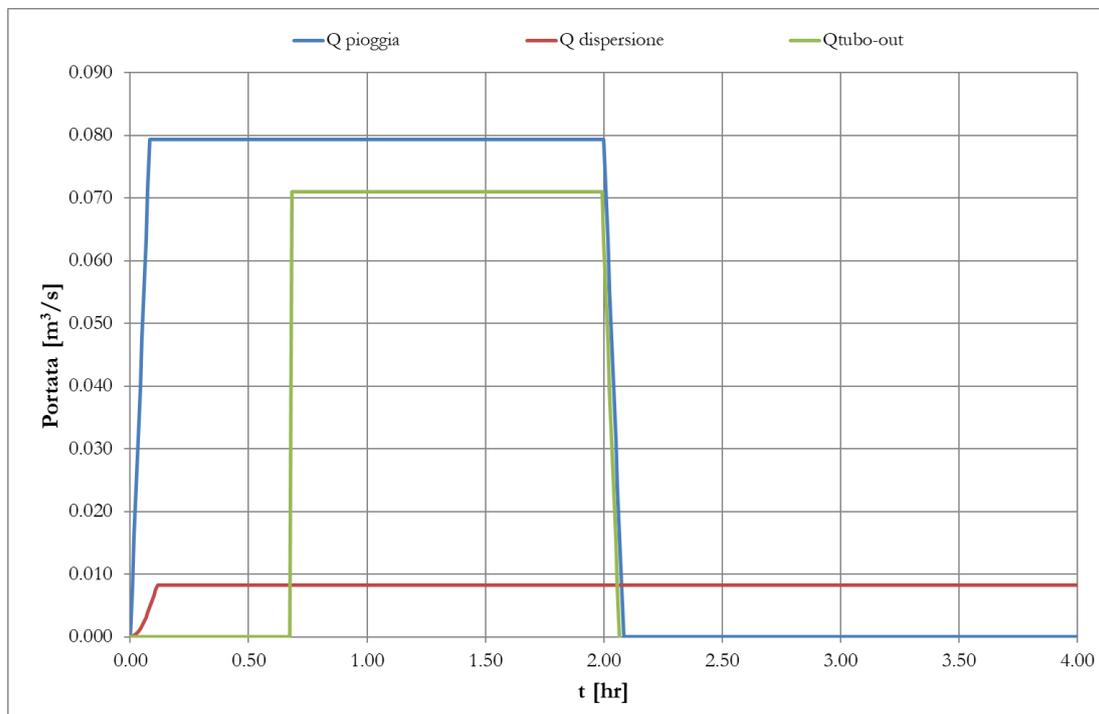
Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento della vasca. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici allegati alla presente.

La vasca disperdente ha dimensioni 14.4 x 14.4 x 1.32 m con quota di imposta a 64.73 m s.l.m; i moduli disperdenti che la compongono hanno una porosità pari a 0.95, mentre la conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso la media dei valori dimezzati delle prove Lefranc dei sondaggi S8 (3.06E-05 m/s) ed S22 (1.41E-04 m/s).

In Tabella 10 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca è di 86 cm, ovvero l'altezza alla quale si trova la condotta di troppopieno che scarica nella fognatura bianca esistente.

Di seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita.

Tempo pioggia	V pioggia	V dispersione vasca	V accumulo vasca	H vasca	Qtubo out
[h]	[m3]	[m3]	[m3]	[m]	[m3/s]
0.117	162.15	144.03	157.40	0.79	0.00
0.167	196.59	144.00	171.42	0.86	0.19
0.25	244.72	143.91	170.20	0.85	0.26
0.5	355.81	143.70	167.98	0.84	0.19
0.75	442.90	143.57	166.38	0.84	0.16
1	517.34	143.46	169.20	0.85	0.14
1.25	555.08	143.33	168.15	0.84	0.12
1.5	561.28	143.17	165.90	0.83	0.10
2	571.22	142.87	166.38	0.84	0.07

Tabella 10: Principali risultati del dimensionamento della vasca di dispersione

Figura 10: Grafico delle portate in ingresso e in uscita con $t_p=2$ ore della vasca disperdente

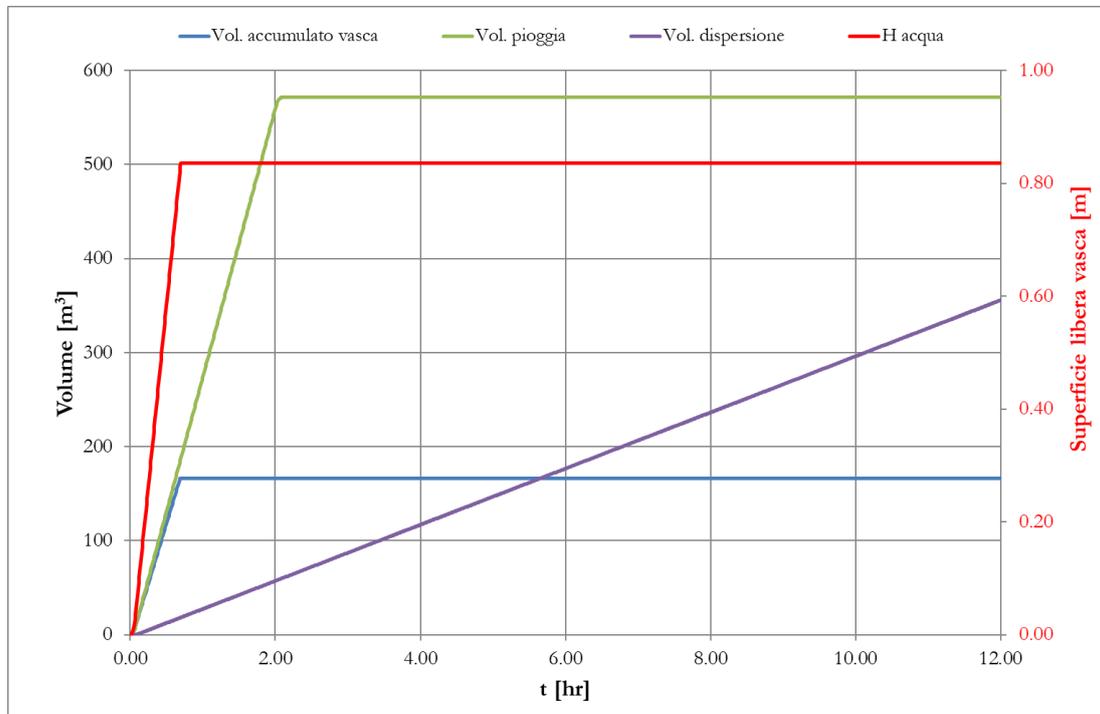


Figura 11: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita con $t_p=2$ ore della vasca disperdente

7.3.4 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti sulla copertura del Fabbricato è stata effettuata, come descritto in precedenza, tramite la formula di Wylie Eaton.

La massima superficie scolante afferente ad un singolo pluviale di progetto è pari a circa 121 m^2 ; considerando un coefficiente udometrico di 627 l/(s ha) , si ha che un pluviale DN100 può sottendere una superficie massima di 171 m^2 , quindi si conferma il corretto dimensionamento degli stessi.

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26RI	FA 00 00 001	A	33 di 33

8 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, tra le quali i due Fabbricati Tecnologici indagati nella presente relazione, 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.