

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA

TRATTA PIADENA-MANTOVA

FABBRICATO TECNOLOGICO IS - MANTOVA

Relazione idraulica

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

N M 2 5 0 3 D 2 6 R I F A 0 4 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Coppa 	Aprile 2020	S.Santopietro 	Aprile 2020	M. Berlingeri 	Aprile 2020	
File: NM2503D26RIFA0400001A								

Sommario

1. PREMESSA	2
2. INTRODUZIONE	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4. NUOVO FABBRICATO TECNOLOGICO.....	6
5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	7
6. ANALISI IDROLOGICA.....	7
6.1. Valori adottati.....	8
7. STANDARD PROGETTUALI	9
7.1. Metodo Razionale.....	9
7.2. Dimensionamento idraulico	10
8. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICHE.....	12
8.1. Fabbricato Tecnologico	12
7.1.1 Sistema di raccolta	13
8 SISTEMAZIONE DI SMALTIMENTO ACQUE NERE.....	23
8.1 SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE NERE.....	23
8.2 SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE NERE	25

1. PREMESSA

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportata la pianificazione di “Riqualificazione Milano – Codogno – Cremona - Mantova”. Tale voce, oltre a citare gli interventi di raddoppio conclusi nel 2015 tra la località Cavatigozzi e Cremona, riporta anche l’intervento di raddoppio, proposto in maniera selettiva, sull’intera relazione.

Recentemente sulla linea sono stati firmati impegni e convenzioni attuative che hanno interessato la Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana. L’obiettivo commerciale, alla base di questi interventi, è creare le condizioni per l’incremento della regolarità sulla relazione regionale Milano – Mantova ed un suo successivo potenziamento, nonché raggiungere la frequenza di un treno/h per direzione.

Successivi approfondimenti svolti dalle strutture territoriali di RFI congiuntamente alla Regione Lombardia, hanno messo in evidenza la necessità di approfondire la tratta prioritaria di raddoppio, anche alla luce del modello di esercizio che sarà adottato dalla Regione stessa.

La linea ha inoltre un notevole interesse merci legato, non solo alla presenza degli impianti industriali raccordati, ma anche al fatto che tale linea fa parte del corridoio alternativo al Mediterraneo.

In quest’ottica, il presente Progetto Definitivo, compendia gli interventi necessari, nell’ambito della linea Codogno – Cremona – Mantova, all’attivazione prioritaria della tratta Piadena – Mantova, 1^a fase funzionale del raddoppio della linea in oggetto.

L’opera si sviluppa nella bassa pianura lombarda, ad una quota compresa tra i 60 e i 20 metri s.l.m. andando da ovest verso est; lo sviluppo della tratta è di circa 34km tra le località di Piadena (km 55+286 LS) e Mantova (km 89+557 LS).

La 1^a fase del progetto prevede i seguenti interventi:

- Raddoppio tratta Piadena – Bozzolo: raddoppio con tratti in variante tramite la realizzazione di un nuovo binario ad interasse di circa 22.50 m dall’attuale, da eseguirsi in presenza di esercizio ferroviario;
- Raddoppio tratta Bozzolo – Mantova: raddoppio in stretto affiancamento da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario.

	LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03					
RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA0400001	REV. A	FOGLIO 3 di 23

Il progetto prevede, nell'ambito della realizzazione nuova della sede ferroviaria a doppio binario, dei relativi impianti ed apparati tecnologici e di trazione elettrica, inoltre la riqualificazione delle Stazioni e dei PRG di Piadena, Bozzolo e Marcaria, della Fermata di Castellucchio e del PRG di Mantova. È prevista, ancora, la soppressione di tutti i PL di linea tramite realizzazione di opportune nuove opere sostitutive.

L'intervento, nel suo complesso, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza come un potenziamento dei collegamenti regionali e merci attualmente programmati.

2. INTRODUZIONE

La presente relazione parte integrante del progetto definitivo "Raddoppio Codogno-Cremona-Mantova", illustra lo studio idraulico dell'area in esame, in particolare vengono descritte tutte le fasi che hanno consentito la stima delle portate che transitano nei manufatti idraulici di progetto e che confluiranno nei ricettori finali.

La scelta dei tempi di ritorno è stata effettuata in conformità a quanto previsto dalle indicazioni riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po (PAI Fiume Po), dalle Norme tecniche delle costruzioni (NTC18) e dal Manuale di Progettazione Ferroviaria 2018.

	LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03					
RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA0400001	REV. A	FOGLIO 4 di 23

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. Norme in materia ambientale.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).
- Dlgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- Dm Ambiente 16 giugno 2008, n. 131. Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici.
- Dm Ambiente 12 giugno 2003, n. 185. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee.
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato.
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.
- PdG Po – Piano di Gestione del fiume Po approvato il 3/03/2016 (DPCM 27 ottobre 2016).
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (P.G.R.A. 03/03/2016).
- Norme tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia del 2016.
- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”.
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	5 di 23

- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.3 - Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 e relative "Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'articolo 3, comma 1 del Regolamento reg. 2006, n.3".
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.
- DGR 6738 del 19 giugno 2017. "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione rischi alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po".
- Testo coordinato del r.r. 23 novembre 2017, n. 7 «Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)» Serie Ordinaria n. 51 - Sabato 21 dicembre 2019.

4. NUOVO FABBRICATO TECNOLOGICO

Tutte le nuove opere oggetto del presente Progetto Definitivo sono comprese nell'ambito della proprietà FS della stazione di Mantova.

L'area oggetto di intervento del Nuovo Fabbricato Tecnologico è una superficie pianeggiante di circa 198m².

Il nuovo fabbricato è stato ubicato in affiancamento all'area del piazzale dell'attuale fabbricato il quale verrà demolito, quindi è prevista la realizzazione di una nuova recinzione di delimitazione del piazzale.

L'accesso al nuovo fabbricato avverrà tramite il cancello esistente.

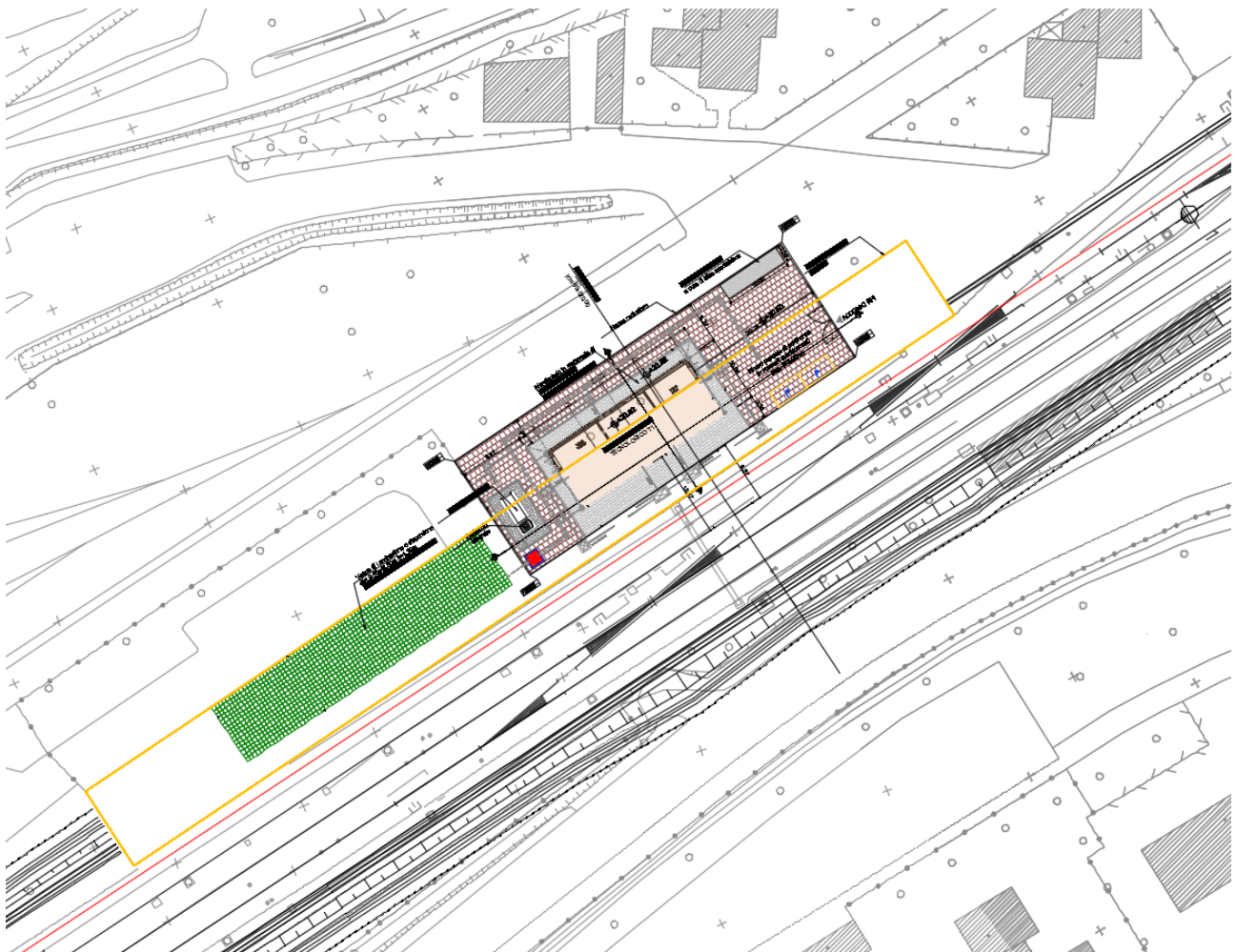


Figura 1 - Inquadramento stato di progetto

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 7 di 23</p>

5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Dall’analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l’area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto ricade nell’area di inondazione per piena catastrofica (**Fascia C**) ai sensi del PAI e nell’area di esondazione con scenario raro (L) delimitate dal PGRA, entrambe relative ad un evento di piena con $Tr=500$ anni.

La realizzazione del fabbricato e delle pertinenze oggetto della presente relazione non peggiora il deflusso idrico rispetto allo stato di fatto, poiché l’intervento comporta la demolizione e ricostruzione di un edificio esistente.

L’intervento, inoltre, è un intervento di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall’art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po.

Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all’interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell’ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l’assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all’Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l’espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.
2. L’Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d’impatto sull’assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.
3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall’Autorità di bacino.



Le opere in progetto sono opere di interesse pubblico che non comportano peggioramento dei regimi di deflusso attuale per eventi di piena rari rispetto allo stato attuale dei luoghi.

6. ANALISI IDROLOGICA

L’analisi idrologica è stata sviluppata all’interno della “Relazione Idrologica NM2500D26RHID0000001A”, sulla base dei risultati ottenuti si è impostato il dimensionamento idraulico del progetto in essere.

6.1. Valori adottati

Nell'ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

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

- Drenaggio della piattaforma (cunette, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio connesse alla piattaforma ferroviaria (tempo di ritorno pari a 100 anni) e delle opere connesse alle deviazioni stradali (tempo di ritorno pari a 25 anni) la legge di pioggia per t maggiori di un'ora è:

$$h(t) = a t^n$$

Tr (anni)	a (mm/h)	n
25	45.392	0.266
100	62.238	

Tabella 1 - Parametri delle CPP t > 1h

Mentre per t minore dell'ora sono stati applicanti i coefficienti di riduzione ricavabili dal pluviografo Milano Monviso ottenendo la relazione che lega l'altezza di pioggia con la durata per eventi meteorici di notevole intensità e breve durata con i tempi di ritorno oggetto di studio.

Tr (anni)	a (mm/h)	n
25	51.69	0.518

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 9 di 23</p>

100	69.29	
-----	-------	--

Tabella 2 - Parametri delle CPP t < 1h

Date le dimensioni dell'area da servire e le lunghezze dei singoli tratti a vantaggio di sicurezza, le curve di pioggia utilizzate fanno riferimento a piogge con durate minori di un'ora perché maggiormente rispondenti al reale funzionamento del sistema.

Si rimanda alla Relazione idrologica per l'analisi di dettaglio.

7. STANDARD PROGETTUALI

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

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

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

7.1. Metodo Razionale

Per il calcolo delle portate è stato utilizzato il metodo razionale.

La formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione tc:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 10 di 23</p>

$$Q = \frac{\phi h(t_c)A}{3.6t_c}$$

dove:

Q è la portata massima espressa in m³/s

A è la superficie dell'area afferente in mq

φ è il coefficiente di deflusso

Il coefficiente φ è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

h è l'altezza di precipitazione (mm) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione t_c e dipendente dal tempo di ritorno Tr.

La formula razionale è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

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

Considerata l'estensione limitata della superficie di interesse e la ridotta velocità all'interno delle condotte, nel progetto il tempo di corrivazione si considera fisso pari a 5 min per i collettori e pari a 3min per i pluviali.

7.2.Dimensionamento idraulico

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli spechi in progetto

viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k * \sqrt{R * i}$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

Ottenendo:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- Q, portata (m³/s);
- I, pendenza media del fosso (m/m);
- A, sezione idrica (m²);
- K_s, il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a 80 mm^{1/3} · s⁻¹ (tubazione in materiale plastico);
- R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

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

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,5÷0,6 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per evitare che la condotta possa andare in pressione; il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 50% per le condotte con DN minore di 500 mm.

8. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICHE

8.1. Fabbricato Tecnologico

Il sistema di drenaggio previsto per il nuovo fabbricato tecnologico è costituito da un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali della copertura e di tutte le superfici impermeabili il cui recapito finale sarà costituito da una vasca di dispersione e laminazione posizionata nell'area di piazzale a est del fabbricato.

Per tutte le superfici scoperte (piazzale e parcheggi) sarà prevista una pavimentazione in composto bituminoso.

Il recapito finale della rete di raccolta delle opere in progetto è un sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo realizzato con moduli parallelepipedi in materiale plastico con volume di ritegno pari al 95% del volume totale.

Il fabbricato, inoltre, è soggetto a presidio e quindi necessita di adeguati impianti sanitari, che richiedono la presenza di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque reflue.

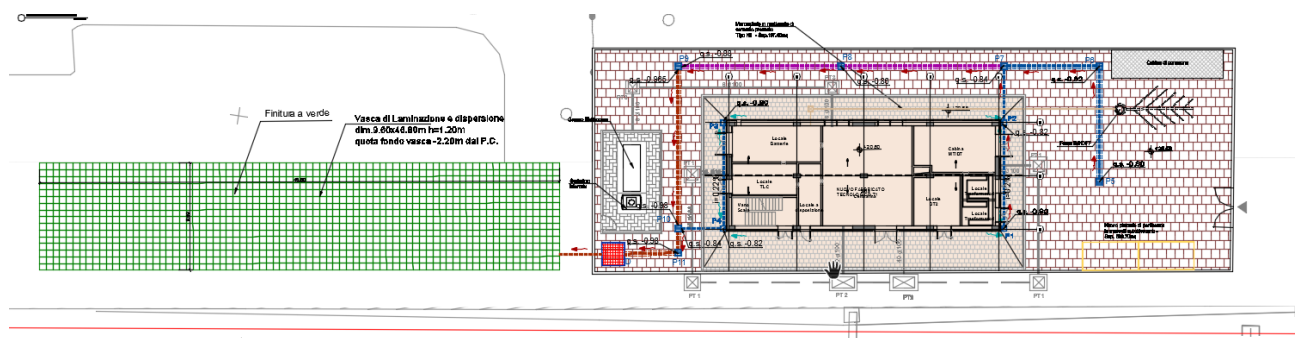


Figura 2 - Planimetria di smaltimento idrico

Il sistema di raccolta delle acque del fabbricato prevede la captazione e l'invio delle acque della copertura, attraverso le grondaie, all'interno dei pluviali presenti su entrambi i lati lunghi del fabbricato. L'acqua raccolta nei pluviali verrà raccolta da canalette in cls grigliate e inviata al recapito finale.

La rete di smaltimento è quindi costituita da:

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	13 di 23

- Discendenti di opportuno diametro;
- Canalette grigliate in cls opportunamente dimensionate;
- Tubazioni circolari in PVC di diametri adeguati allo smaltimento idrico.

Data la disposizione del fabbricato adiacente all'area di piattaforma dei binari di corsa il dimensionamento dell'intera rete è effettuato considerando un tempo di ritorno di 100 anni. La superficie della copertura completamente impermeabile ($\varphi=1$) e del piazzale parzialmente permeabile ($\varphi=0.6$) ha dimensioni limitate impone, quindi, l'utilizzo di curve con tempi di pioggia minori di un'ora. Data la ridotta superficie del bacino composto dal fabbricato e il piazzale di pertinenza si è proceduto ad applicare il metodo razionale considerando un tempo di corrivazione pari a 5min per i collettori e pari a 3 min per i pluviali.

7.1.1 Sistema di raccolta

Le acque della copertura e delle superfici impermeabili sono raccolte all'interno di pozzetti grigliati carrabili, attraverso una rete di collettori in PVC inviate al recapito finale.

Pluviali

Le acque provenienti dai tetti vengono raccolte tramite pluviali e quindi convogliate tramite tubazioni ai pozzetti di raccolta. Nel fabbricato il tetto è a doppia falda quindi si dispongono 5 pluviali complessivamente, 3 sul lato est e 2 sul lato ovest dell'edificio.

Per il calcolo dei canali di gronda e dei pluviali si fa riferimento alla norma UNI EN 12056 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici -Impianti per acque reflue progettazione e calcolo". Facendo riferimento a questa normativa si ottiene:

Capacità della bocca di efflusso:

$$Q_o = K_o D^2 h^{0.5}/15000 \text{ (l/s)}$$

Ove:

Q_o = capacità (l/s)

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	14 di 23

D = diametro efficace bocca di efflusso (mm)

K_o = coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri)

h = carico alla bocca di efflusso (mm)

$h = W * F_h$ (mm)

W = altezza dell'acqua,

F_h = coefficiente di carico alla bocca (pari a 0.47 se $S/T = 1$)

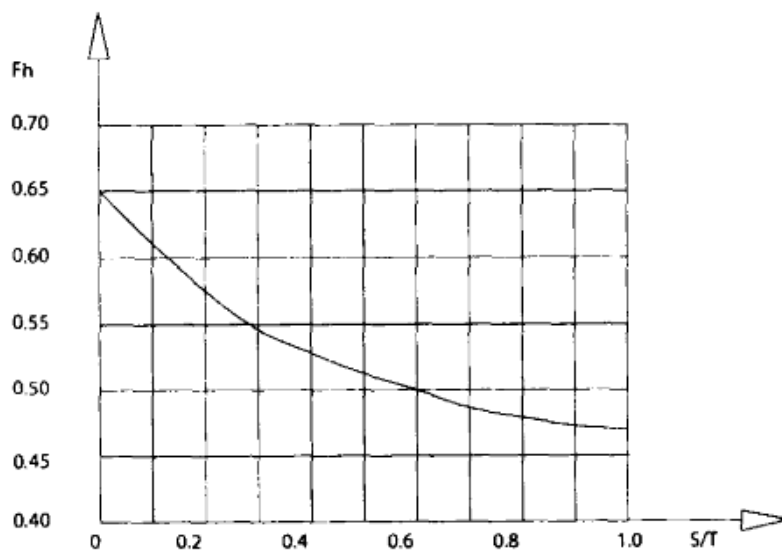


Figura 3 - Dimensionamento pluviali

F_h = coefficiente di carico alla bocca, si calcola mediante il grafico riportato sopra

F_h dipende dal rapporto S/T del canale di gronda.

Dalle formulazioni precedenti si può quindi effettuare la seguente verifica:

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	15 di 23

a (coeff. Curva possib. Climatica Tr=100anni)		69.29	mm/h
n (esponente Curva possib. Climatica Tr=100anni)		0.518	
Tc (tempo di corrivazione)		3	m
lc (intensità di pioggia critica)		293.61	
fc (coeff. deflusso)		1	
Area copertura in mq	s	436.25	m ²
Numero di pluviali	n	4	
Area afferente un pluviale	Sp	109.06	m ²
Portata pluviale	Q	8.89	l/s
Diametro nominale DN	Φ	0.1	m
Altezza dell'acqua	W	0.09	m
Coefficiente di carico alla bocca	Fh	0.4700	
Carico alla bocca di efflusso	h	0.0423	m
Coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri)	Ko	1	
Capacità pluviale	Q ₀	43.36	l/s
Verifica		OK	

Tutti i pluviali sono direttamente collegati con un pozzetto idraulico di dimensioni standard 0.60x0.60 m in cls vibrato precompresso, posizionato all'interno del marciapiede e provvisto di chiusino in ghisa sferoidale.

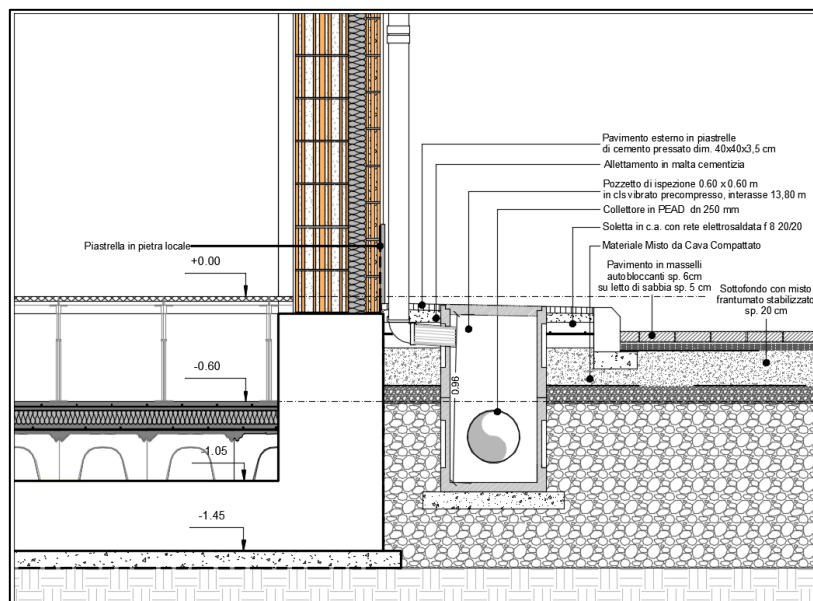


Figura 4 - Dettaglio collegamento pluviale-pozzetto

Collettori:

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	16 di 23

DATI INPUT

a (coeff. Curva possib. Climatica Tr=100anni)	69.29 mm/h ⁿ
n (esponente Curva possib. Climatica Tr=100anni)	0.518
T _c (tempo di corrivazione)	5 min
i _c (intensità di pioggia critica)	229.5 mm/h
φ (coeff. deflusso)	0.9

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

Equazione di Chézy

$$V(h) = \chi(h) \sqrt{R(h) i}$$


Scala delle velocità

$$Q(h) = A(h) \chi(h) \sqrt{R(h) i}$$

Scala delle portate

dove: moto uniforme i=J

$$\chi = k_s \cdot R(h)^{1/6} \quad \text{Gauckler - Strickler}$$

Tipo di sezione	Area bagnata A	Contorno bagnato P	Larghezza pelo libero B
CIRCOLARE  $\alpha = 2 \arccos(1 - \frac{h}{r})$	$\frac{r^2}{2} (\alpha - \sin \alpha)$	$r \alpha$	$2r \sin \frac{\alpha}{2}$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = V A$$

DATI RETE

NODO INIZIALE	NODO FINALE	N _i	N _{i+1}	Z _i	Z _{i+1}	L	i _{media}
		ID _N	ID _N	[m]	[m]	[m]	[m/m]
P1	P2	19.70	19.68	-0.800	-0.820	9.80	0.2041%
P2	P7	19.68	19.66	-0.820	-0.840	4.50	0.4444%
P5	P6	19.70	19.68	-0.800	-0.820	10.00	0.2000%
P6	P7	19.68	19.66	-0.820	-0.840	8.00	0.2500%
P7	P8	19.66	19.64	-0.840	-0.860	14.10	0.1418%
P8	P9	19.64	19.62	-0.860	-0.880	14.10	0.1418%
P9	P10	19.54	19.52	-0.965	-0.980	14.00	0.1071%
P3	P4	19.70	19.68	-0.800	-0.820	9.00	0.2222%
P4	P10	19.68	19.66	-0.820	-0.840	3.50	0.5714%
P10	P11	19.52	19.50	-0.980	-1.000	1.60	1.2500%
P11	D	19.50	19.48	-1.000	-1.020	4.50	0.4444%
D	VASCA	19.48	19.46	-1.020	-1.040	3.80	0.5263%

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	17 di 23

DATI RETE		COLLETTORE					
NODO INIZIALE	NODO FINALE	Tipologia collettore	Tipologia sezione	Scabrezza [k _s]	DN	Percentuale di riempimento [h/D]	Altezza di riempimento [h]
		[-]	[-]	[mm ^{1/3} s ⁻¹]	[mm]	[-]	[m]
P1	P2	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P2	P7	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P5	P6	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P6	P7	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P7	P8	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20
P8	P9	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20
P9	P10	PEAD_500	pead	80	500	60%	0.30
P3	P4	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P4	P10	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P10	P11	PEAD_500	pead	80	500	60%	0.30
P11	D	PEAD_500	pead	80	500	60%	0.30
D	VASCA	PEAD_500	pead	80	500	60%	0.30

DATI RETE		SUPERFICI DRENATE				VERIFICHE
NODO INIZIALE	NODO FINALE	Superficie	Q _{prec}	Q _{prog.}	Q _{TOT.}	Verifica
		[mq]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[-]
P1	P2	62	0.00	3.56	3.56	SI
P2	P7	62	3.56	3.56	7.12	SI
P5	P6	241	0.00	13.83	13.83	SI
P6	P7	83.5	13.83	4.79	18.62	SI
P7	P8	52.5	25.74	3.01	28.75	SI
P8	P9	58.6	28.75	3.36	32.11	SI
P9	P10	95.6	32.11	5.49	37.60	SI
P3	P4	62	0.00	3.56	3.56	SI
P4	P10	62	3.56	3.56	7.12	SI
P10	P11	29.5	44.71	1.69	46.40	SI
P11	D	30.2	46.40	1.73	48.14	SI
D	VASCA	1	48.14	0.06	48.20	SI

COLLETTORI						
TRATTO	DN	Q TOT.	LUNGHEZZA	imedia	Percentuale di riempimento [h/D]	Velocità
0	[mm]	[l/s]	[m]	[m/m]	[%]	[m/s]
P1-P2	315	3.56	9.80	0.20%	16%	0.4
P2-P7	315	7.12	4.50	0.44%	19%	0.6
P5-P6	315	13.83	10.00	0.20%	36%	0.6
P6-P7	315	18.62	8.00	0.25%	39%	0.7
P7-P8	400	28.75	14.10	0.14%	41%	0.6
P8-P9	400	32.11	14.10	0.14%	44%	0.6
P9-P10	500	37.60	14.00	0.11%	37%	0.6
P3-P4	315	3.56	9.00	0.22%	15%	0.4
P4-P10	315	7.12	3.50	0.57%	20%	0.7
P10-P11	500	46.40	1.60	1.25%	22%	1.5
P11-D	500	48.14	4.50	0.44%	29%	1.0
D-VASCA	500	48.20	3.80	0.53%	28%	1.1

La verifica delle dimensioni degli elementi di smaltimento idraulico è stata effettuata con la formula di Chezy con $K = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ ed ipotizzando un riempimento massimo delle tubazioni pari a 67% al fine di garantire un sensibile margine di sicurezza. Il dimensionamento rispetta i limiti sulle velocità indicate da normativa.

Per i dettagli relativi al posizionamento dei pozzetti e all'intero sistema di raccolta e smaltimento si rimanda all'elaborato "Planimetria smaltimento idraulico e dettagli".

Vasca di Laminazione e dispersione

Il recapito finale della rete di raccolta delle opere in progetto è un sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo realizzato con moduli parallelepipedi in materiale plastico con volume di ritegno pari al 95% del volume totale. I moduli sono componibili per realizzare la vasca delle volute dimensioni; sono inoltre carrabili per ricoprimenti minimi di 80 cm e vengono avvolti esternamente con geotessile per evitare il trasferimento del materiale all'interno della trincea. Il rinterro viene effettuato con materiale di elevate capacità drenanti ben costipato (ghiaia, ghiaietto).

Questi moduli hanno una doppia funzione, disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo.

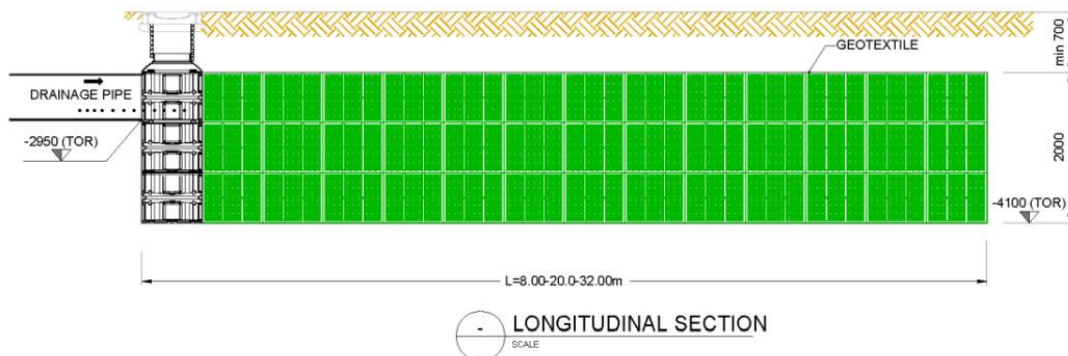


Figura 5 - Tipologico di trincea drenante con moduli in materiale plastico

Prima dell'immissione nel sottosuolo le acque subiranno un trattamento di dissabbiatura e grigliatura in apposito pozzetto di dimensioni 2.0x2.0 m e altezza 1.50 m per depurare le acque meteoriche.

Dimensionamento vasca di laminazione e dispersione:

Qualora sia impossibile oppure tecnicamente ed economicamente sconveniente recapitare le acque piovane di dilavamento ad un altro tipo di recettore che non sia il terreno, è necessario adottare un sistema che consenta una dispersione efficace sul suolo, compatibilmente con i parametri qualitativi imposti dalle norme vigenti.

Il valore della conducibilità idraulica nell'area interessata dal Progetto è stato stimato in funzione della tipologia di terreno presente nei primi metri, dove verrà realizzato il pozzo disperdente:

Si considera un $k = 9.70 \times 10^{-7}$ m/s

Si rimanda alla relazione geotecnica per il valore di permeabilità adottato.

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione V, necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, al variare del tempo di pioggia t_P (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

con:

V_{IN} , volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere

$$V_{IN} = S \cdot \phi \cdot h(t) = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n$$

Dove ϕ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Tale ipotesi è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

Per la pioggia di progetto si farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni e durata superiore all'ora, con la curva di possibilità pluviometrica calcolata nella relazione idrologica del presente progetto. La durata superiore all'ora, per le piogge di progetto, è scelta in funzione dei suoli di modesta permeabilità [Jonason, 1984].

V_{OUT} , volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo si può esprimere

$$V_{OUT} = K_j S t_P$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione (V_{out}), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante secondo la formulazione:

$$Q_U = K_j S$$

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	21 di 23

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

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

$$V_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato in accordo alle relazioni analizzate conduce a valutazioni del volume di laminazione V in favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio; inoltre la superficie di infiltrazione viene valutata considerando, a vantaggio di sicurezza, solo l'area del fondo della vasca.

Nel progetto in essere le superfici oggetto di intervento sono:

T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]			
100	69.29	0.518	0.464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino_tot\ piazzale}$ [m ²]	$S_{bacino_tot\ fabbricato}$ [m ²]		ψ_{medio} [piazze]	ψ_{medio} [fabbricato]	$S_{afferente}$ [m ²]	$S_{afferente}$ [ha]
605.6	436.25		0.6	0.90	755.99	0.08
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0.00000097					

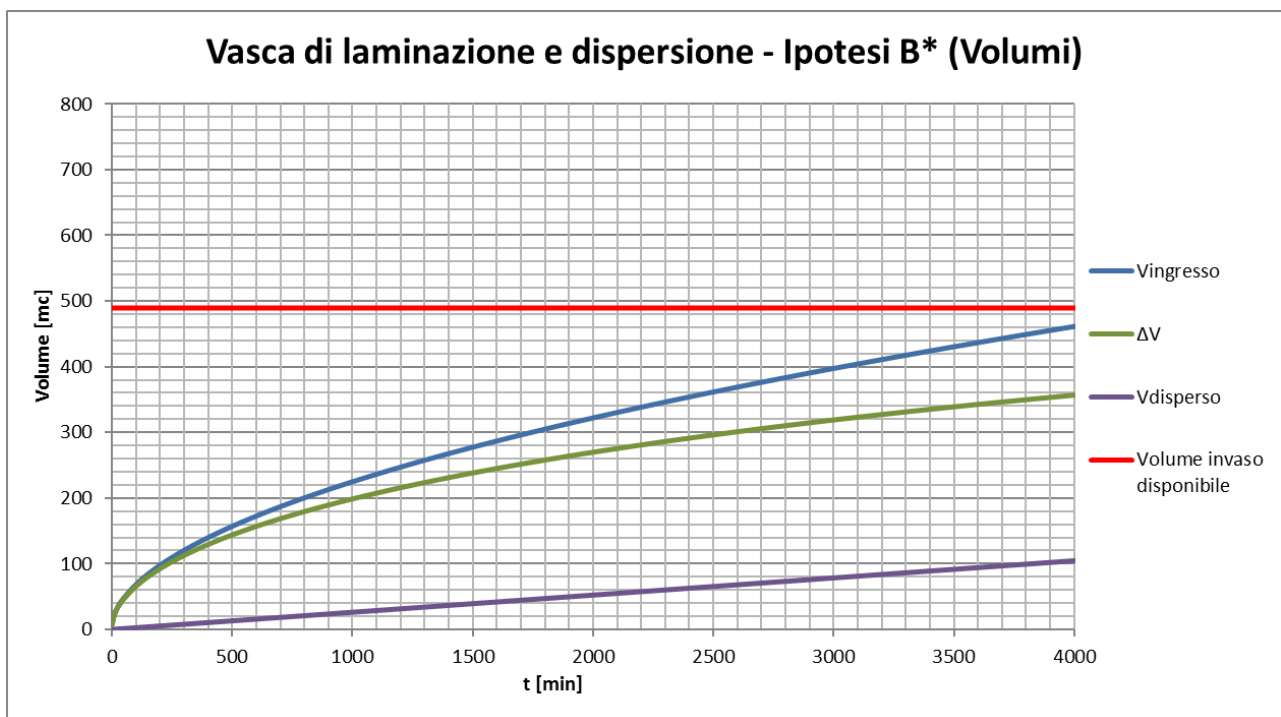
Il calcolo del volume disponibile è quindi dato dalle caratteristiche geometriche della vasca (larghezza x lunghezza x altezza della vasca):

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	22 di 23

b [m]	H _{max} [m]	A _{fosso} [m ²]	Lung [m]
9.60	1.20	11.52	46.80

Nelle figure seguenti è rappresentato l'andamento del volume teorico accumulato nella vasca a dispersione al variare del tempo di pioggia per un evento con tempo di ritorno di 100 anni; in particolare vengono rappresentati Vingresso, Vuscita e ΔV.



La trincea drenante così dimensionata garantisce il doppio funzionamento a dispersione e laminazione.

VERIFICA					
TIPO		V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹
B*	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	489.32	0.0004	OK	1.3122

La quota di fondo della vasca è di -2.20m dal piano campagna.

Nella successiva fase progettuale dovranno essere fatte delle prove aggiuntive e di dettaglio per verificare la permeabilità dell'area di interesse e confermare il dimensionamento.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 23 di 23</p>

8 SISTEMAZIONE DI SMALTIMENTO ACQUE NERE

Il nuovo fabbricato tecnologico è soggetto a presidio occasionale e necessita di adeguati impianti sanitari e, quindi, di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque reflue.

La tipologia di trattamento e di smaltimento dei liquami è funzione delle condizioni al contorno; in particolare, per il trattamento dei liquami provenienti dagli scarichi presenti all'interno del fabbricato si utilizza una vasca Imhoff.

8.1 SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE NERE

Il dimensionamento del sistema di raccolta delle acque reflue è stato effettuato studiando la composizione degli ambienti e sulla base di riferimenti normativi e valori di letteratura sono stati stimati gli abitanti equivalenti. Sulla base dei modelli disponibili in commercio sono stati proposti sistemi con le dimensioni minime da prevedere per il corretto trattamento delle acque.

Abitanti equivalenti. Il concetto di Abitante Equivalente (AE) è utile per esprimere il carico di una particolare utenza dell'impianto di depurazione, in termini omogenei e confrontabili con le utenze civili. L'equivalenza si può riferire al carico idraulico, o al carico in solidi sospesi o, nel caso più frequente, al carico organico espresso come BOD5.

E' un concetto convenzionale basato su un apporto medio di un utente tipo pari a 60 g/BOD5 per abitante (D.Lvo 152/2006) ma estremamente utile in quanto permette di confrontare facilmente il carico di varie utenze anche molto eterogenee tra loro, esprimendo ciascuna utenza con il suo carico di "abitanti equivalenti".

La portata media nera è stimata secondo la relazione:

In cui:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 24 di 23</p>

ϕ , coefficiente di afflusso (apporto procapite in fognatura derivante dall'uso dell'acqua distribuita dall'acquedotto; usualmente pari a 0.8);

D, dotazione idrica espressa in l/ab*g (d è pari a 250 l/ad*g);

N, numero di abitante equivalente.

La portata nera di punta è data dalla relazione:

in cui sono Pg e PO il coefficiente di punta giornaliero e orario posti abitualmente pari a 1.5. Per il calcolo degli abitanti equivalenti si utilizza la tabella di conversione riportata nel seguito che permette in funzione della tipologia di utenza di determinare il numero di abitanti equivalenti. La tabella è conforme a quanto prescritto da D.Lgs 152/06.

Negli edifici possono esserci al massimo 2 persone; considerando che l'utenza può essere assimilata ad ufficio in cui si ha 1 a.e. ogni 3 impiegati, nel progetto in essere il dimensionamento farà riferimento ad 2 a.e.; in questo caso si ottiene:

Ogni apparecchio sanitario sarà dotato di sistema di scarico a sifone in modo da evitare la fuoriuscita nell'ambiente di cattivi odori provenienti dalla rete di scarico. I collettori di scarico orizzontale dovranno avere una pendenza minima del 0.5% per ridurre il deposito di liquami che possono determinare un intasamento delle tubazioni. Tutte le tubazioni di scarico saranno dotate di una rete di ventilazione in modo da garantire il corretto allontanamento delle acque di scarico. Nelle tubazioni saranno installate delle ispezioni per rendere l'impianto di facile manutenzione e pulizia.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA LOTTO 03</p>					
<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0400001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 25 di 23</p>

8.2 SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE NERE

Gli scarichi di acque reflue urbane sono distinti in funzione delle dimensioni dell'agglomerato urbano a monte e riferiti agli abitanti equivalenti serviti. Sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue (comma 7 dell'art. 101 del D.Lgs. 152/06) provenienti da imprese dedicate alla coltivazione del terreno e della silvicoltura, allevamento del bestiame, imprese che esercitano la trasformazione o valorizzazione della produzione agricola, con materia prima lavorata prevalentemente aziendale, impianti di acqua coltura e di piscicoltura (in relazione alla densità di allevamento).

Esistono di fatto solo due grandi tipologie di impianti di trattamento per le acque di scarico:

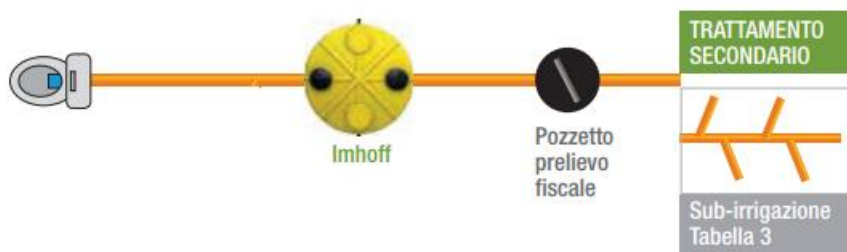
- Impianti trattamento acque civili o assimilabili alle civili di tipo biologico;
- Impianti di trattamento delle acque industriali di tipo chimico/fisico.

In base alla tipologia di acqua reflua e soprattutto di impianto di depurazione sono diverse le casistiche e le scelte del corpo ricettore degli scarichi, in particolare:

- Acque superficiali (Acque costiere, acque di estuario, acque dolci);
- Suolo e strati superficiali del sottosuolo;
- Acque sotterranee e sottosuolo;
- Rete fognaria.

Nel progetto in essere le acque di scarico sono civili, assimilabili alle civili di tipo biologico. Per il trattamento dei liquami provenienti dagli scarichi presenti all'interno dei fabbricati viaggiatori GA1 e GA4 si utilizza una vasca Imhoff mentre per lo smaltimento finale dell'acqua trattata è previsto un sistema a sub-irrigazione, mentre per gli altri e due fabbricati si invia direttamente in fognatura senza alcun trattamento.

Lo schema di funzionamento è:



In dettaglio:

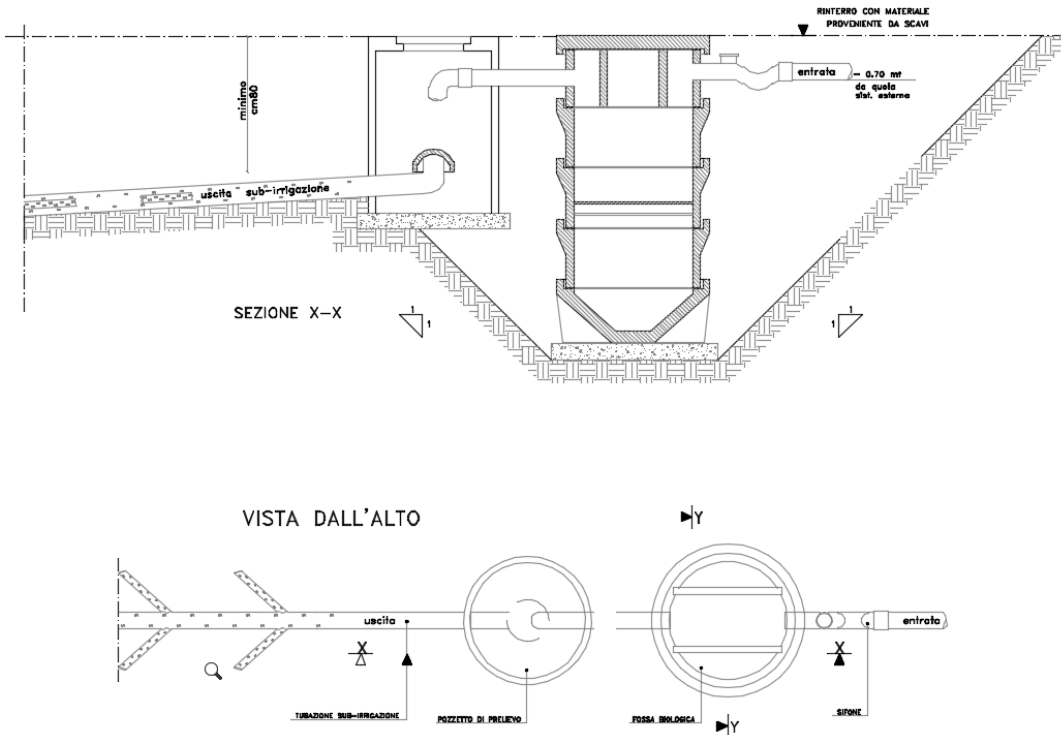


Figura 8.1 – Schema di trattamento con sub-irrigazione

FOSSA IMHOFF

Le vasche settiche di tipo Imhoff, devono essere costruite a regola d'arte, sia per proteggere il terreno circostante e l'eventuale falda, in quanto sono anch'esse completamente interrate, sia per permettere un idoneo attraversamento del liquame nel primo scomparto, permettere un' idonea raccolta del fango nel secondo scomparto sottostante e l'uscita continua, come l'entrata, del liquame chiarificato. Il liquame grezzo entra con continuità, mentre quello chiarificato esce.

Le fosse Imhoff devono avere accesso dall'alto a mezzo di apposito vano ed essere munite di idoneo tubo di ventilazione e devono avere una capacità di 250 litri per abitante equivalente, così ripartite:

- comparto di sedimentazione/decantatore capacità di 40/50 litri per a.e.
- comparto di digestione capacità di 100/120 litri pro capite in caso di almeno due estrazioni all'anno, per le vasche più piccole è consigliabile adottare 180/200 litri per a.e. con un'estrazione all'anno.

Le normative vigenti prevedono come requisiti minimi per la depurazione delle acque reflue domestiche che non recapitano in reti fognarie, il trattamento in fosse Imhoff; stabiliscono inoltre i limiti di accettabilità dello scarico dopo le operazioni di trattamento.

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0400001	A	27 di 23

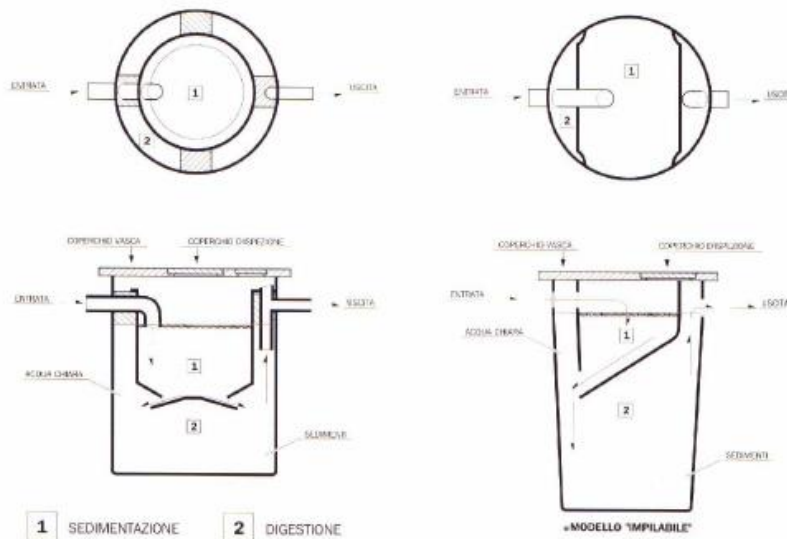


Figura 8.2 – Fossa Imhoff

SUB-IRRIGAZIONE

La dispersione negli strati superficiali del terreno (sub-irrigazione) dei reflui civili è un particolare sistema di trattamento e smaltimento dei liquami che può essere adottato qualora non siano disponibili corpi recettori idonei e qualora le caratteristiche del suolo e del sottosuolo non presentino controindicazioni, come nel progetto in essere.

Tale metodologia consiste nell'immissione del liquame stesso, tramite apposite tubazioni, direttamente sotto la superficie del terreno ove viene assorbito e gradualmente assimilato e degradato biologicamente in condizioni aerobiche. Il liquame chiarificato, proveniente dalla fossa Imhoff mediante condotta a tenuta, perviene in un pozzetto, anch'esso a tenuta, dotato di sifone di cacciata che serve a garantire una distribuzione uniforme del liquame lungo tutta la condotta disperdente e consente un certo intervallo tra una immissione di liquame e l'altra nella rete di sub-irrigazione, in modo tale da agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento del terreno.

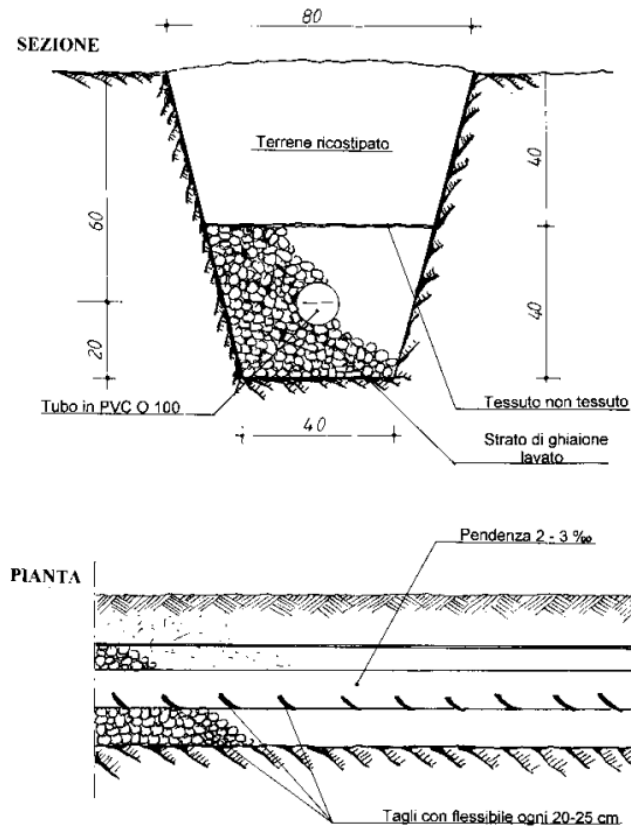


Figura 8.3 – Schema di funzionamento sub-irrigazione

Nel progetto in essere, la posa della tubazione della sub-irrigazione avverrà in materiale sabbioso da cui lo sviluppo totale previsto per la tubazione è di 14 m.

La condotta disperdente è realizzata in elementi tubolari continui in P.V.C. pesante, del diametro di 125 mm e con fessure, praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate 20 - 40 cm e larghe da 1 a 2 cm. La condotta disperdente avrà una pendenza compresa fra lo 0.2% e 0.5%.

Essa dovrà essere posta in trincea di adeguata profondità, non inferiore a 60 cm e non superiore a 80 cm, con larghezza alla base di almeno 40 cm. Il fondo della trincea per almeno 30 cm è occupato da un letto di pietrisco di tipo lavato della pezzatura 40/70. La condotta disperdente viene collocata al centro del letto di pietrisco. La parte superiore della massa ghiaiosa prima di essere coperta con il terreno di scavo, dovrà essere protetta con uno strato di materiale adeguato che impedisca l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisca l'aerazione del sistema drenante, attraverso il cosiddetto "tessuto non tessuto".