

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

Q 0 3

P

b

0 0 6

I M

- -

R 0

-

AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL  
NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO  
Progetto di fattibilità tecnica ed economica

## Relazione Tecnica

Relazione tecnica impianti meccanici ed idraulici stazione

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	Dicembre 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

NORD\_ING Srl  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione



NET Engineering S.r.l.  
Centro Direzionale La Cittadella  
Piazza M. Saggin 2, Torre 2 - 35131 Padova - Italia  
Tel: +39 049 490.5800 - info@netspa.com



RENZO PIANO BUILDING WORKSHOP  
29, Via Rubens - 16158 Genova - Italia  
Tel: +39 010 61 711 - italy@rpbw.com  
www.rpbw.com

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
KFPJ	M. FRANCHIN	A. MELCHIORI	12/24
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.
1191D06			

---

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Descrizione del fabbricato.....	4
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>5</b>
2.1. Leggi, decreti e norme tecniche.....	5
2.2. Risparmio energetico, isolamento termico, impianti fluido meccanici.....	5
2.3. Impianti aeraulici.....	7
2.4. Impianto idrico .....	8
2.5. Sicurezza in caso di incendio .....	8
2.6. Impianto di fognatura .....	10
2.7. Autorità competenti.....	11
<b>3. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE .....</b>	<b>12</b>
3.1. Dati di progetto e dimensionamento.....	12
3.1.1. Zona climatica di riferimento .....	12
3.1.2. Condizioni termo igrometriche esterne .....	12
3.1.3. Condizioni termo igrometriche interne.....	12
3.1.4. Aria esterna di rinnovo.....	13
3.1.5. Velocità dei fluidi termo vettori (aria).....	13
3.1.6. Requisiti acustici delle apparecchiature.....	13
3.2. Descrizione degli impianti di climatizzazione e ventilazione .....	14
3.2.1. Polfer .....	14
3.2.2. Spogliatoio TRENORD.....	16
3.2.3. Biglietteria.....	16
3.2.4. Spazi commerciali piano terra.....	17
3.2.5. Servizi Igienici piano terra .....	17
3.2.6. FERROVIENORD – uffici e locali annessi.....	18
3.2.7. FERROVIENORD - locali tecnici.....	19
3.2.8. Locali tecnici sottorampa .....	19
3.3. Criteri di dimensionamento .....	20
3.3.1. Impianto di climatizzazione .....	20

---

3.3.2. Impianto di ventilazione locali TRAF0 .....	21
3.3.3. Canali d'aria .....	21
3.4. Riepilogo impianti di climatizzazione e ventilazione meccanica .....	28
<b>4. IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....</b>	<b>29</b>
4.1. Criteri di dimensionamento .....	30
<b>5. RETE DI SCARICO ACQUE REFLUE .....</b>	<b>36</b>
5.1. Criteri di dimensionamento .....	36
<b>6. RETE DI SCARICO ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>39</b>
6.1. Criteri di dimensionamento .....	40
<b>7. IMPIANTO ESTRAZIONE FUMI.....</b>	<b>41</b>
<b>8. IMPIANTO PRESSURIZZAZIONE SPAZI CALMI .....</b>	<b>42</b>
<b>9. SISTEMA DI SUPERVISIONE .....</b>	<b>43</b>
<b>10. LIMITI DI FORNITURA .....</b>	<b>45</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le caratteristiche tecniche degli impianti meccanici ed idrico sanitari e dei relativi componenti nell'ambito degli interventi necessari per l'ammodernamento ed il potenziamento della stazione di Bovisa, nel Comune di Milano.

Gli interventi necessari per l'ammodernamento ed il potenziamento del **NODO DI BOVISA** sono finalizzati al superamento delle criticità manifestate dall'impianto nell'attuale configurazione, in accordo con le attività definite nell'ambito dell'”*Aggiornamento della Programmazione degli interventi per gli investimenti sulla rete in concessione a FERROVIENORD S.p.A. di cui al Contratto di Programma sottoscritto il 28 luglio 2016 (L.R. N. 11/2009)*” approvato con Deliberazione Giunta Regionale del 28 dicembre 2017 – n. X/7645.

In particolare, l'intervento rientra nelle previsioni di cui alla Parte 2 - Tabella B, Interventi prioritari e urgenti – Ammodernamento e potenziamento infrastrutturale, priorità 2: “*Nodo di Bovisa: Potenziamento infrastrutturale e tecnologico del nodo. (Intervento attivabile per Lotti funzionali subordinatamente alla disponibilità e alla erogabilità delle risorse finanziarie)*”.

In particolare, l'Allegato 2.1\_Parte 2 - “*Relazione programma investimenti*” prevede che “*Per il nodo di Bovisa, cardine del sistema gravitante sul Ramo Milano, si prevede l'ammodernamento ed il potenziamento infrastrutturale tramite un sistema di interventi, realizzabili per lotti funzionali, atti a potenziare ed a implementare la regolarità del servizio*”.

Per impianti meccanici oggetto della presente relazione si intendono:

- impianto di climatizzazione e rinnovo aria;
- impianto di estrazione aria;
- impianto idrico-sanitario e produzione acqua calda sanitaria;
- rete di scarico acque reflue;
- rete di scarico acque meteoriche;
- impianto di estrazione fumi;
- impianto di pressurizzazione spazi calmi;

---

## 1.1. Descrizione del fabbricato

La nuova Stazione Ferroviaria di Bovisa si articola su 3 livelli distinti:

- piano interrato detto piano Banchine, adibito agli spazi di banchina e alle linee ferroviarie (quota +129,24);
- piano tecnologico detto piano Molecola, adibito ai locali tecnici di FERROVIENORD (quota +132,27);
- piano tecnologico, detto sottorampa, adibito a locali tecnici (quota +129,45) realizzati sotto la rampa di accesso da piazza Emilio Alfieri;
- piano terra o piano atrio adibito a piazza, con vari edifici: uffici Polfer, spogliatoi TRENORD, servizi igienici, biglietteria, spazi commerciali (quota +135.66);
- piano copertura, a più livelli, impiegata per l'impianto fotovoltaico.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **2.1. Leggi, decreti e norme tecniche**

Gli impianti e tutti i componenti installati, dovranno essere progettati e dovranno essere costruiti in osservanza a quanto dettato dalle leggi e dalle normative vigenti.

Di seguito si riporta un elenco delle leggi e delle normative principali inerenti agli impianti meccanici. L'elenco suddetto si deve considerare solo indicativo e non esaustivo.

### **2.2. Risparmio energetico, isolamento termico, impianti fluido meccanici**

- Legge 9 gennaio 1991, n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- D.P.R. del 26.08.1993 n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10;
- D.Lgs 192 del 19 agosto 2005: "attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs 311 del 29 dicembre 2006: "Disposizioni correttive ed integrative al D. Lgs 192 del 19 agosto 2005";
- Decreto interministeriale 26 giugno 2009, Certificazione energetica degli edifici - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale " n. 158 del 10 luglio 2009 - serie generale
- Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59, Regolamento di attuazione dell'art. 4 c. 1 lett. a) e b) del D. Lgs. 192/2005, pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale " n. 132 del 10 giugno 2009 - Serie generale
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, Pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale " n. 81 del 28 marzo 2011 - supplemento ordinario.
- D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74, "Regolamento in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva

degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera a), seconda parte, e lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia".

- Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102 "Attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici";
- Decreto legislativo 18 luglio 2016, n. 141 "Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE";
- Decreto Legge 30 dicembre 2016, n. 244 (in G.U. 30/12/2016, n.304) ha disposto (con l'art. 12, comma 2, lettera a)) la modifica dell'Allegato 3, comma 1, lettera b); (con l'art. 12, comma 2, lettera b)) la modifica dell'Allegato 3, comma 1, lettera c). (aggiorna l'allegato 3 del D. Lgs. 28/2011)
- UNI 7357 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici;
- UNI EN ISO 6946 - Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica;
- UNI 9182 - Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI 10344 - Riscaldamento degli edifici - calcolo del fabbisogno di energia;
- UNI 10345 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati - metodo di calcolo;
- UNI 10346 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo;
- UNI 10347 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo;
- UNI 10348 - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo;
- UNI 10349 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

- UNI 10351 - Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI 10355 - Murature e solai - valori della resistenza termica e metodi di calcolo;
- UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- UNI 10379 - Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica;
- UNI EN 12831-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3;
- UNI EN ISO 10211-1 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo;
- UNI EN ISO 14683 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;
- UNI 10375 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti;
- UNI EN ISO 10551 - Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo;
- UNI 14825-2016, riguardante i “Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido e pompe di calore, con compressore elettrico, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti
- - Metodi di prova e valutazione a carico parziale e calcolo del rendimento stagionale”.
- UNI EN 14511-2018 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico.

### **2.3. Impianti aeraulici**

- D.M. 31 marzo 2003 - Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- UNI 10339/95 - Impianti aeraulici a fini di benessere;
- UNI 8199/81 - Rumore degli impianti di condizionamento, riscaldamento e ventilazione;
- UNI 5104 fa 1/91 - Purezza dell'aria;
- UNI 10365 - Apparecchiature antincendio - Dispositivi di azionamento di sicurezza per serrande tagliafuoco – Prescrizioni;



- UNI 8199 - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.

## **2.4. Impianto idrico**

- Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n.27 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano;
- UNI 7442-75 e circolari del Ministero della Sanità per il convogliamento dell'acqua potabile;
- GU 103 del 05/05/00 – Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi - Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome;
- Circolare Ministero della Sanità n. 400.2/9/5708 - Sorveglianza e controllo della legionellosi;
- D.P.R. n. 236 Attuazione della direttiva 80/788/CEE concernente le qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183;
- UNI EN 806 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano;
- UNI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile;
- UNI 8884 - Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione;
- UNI 9182 – Edilizia – impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda – criteri di progettazione collaudo e gestione;
- UNI 10910-1- Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua.

## **2.5. Sicurezza in caso di incendio**

- D.P.R. 151/2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- D.M. 21 ottobre 2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane;

- D.M. 3 agosto 2015 “Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell’art. 15 del D.Lgs 8 marzo 2006, n. 139”, pubblicato sulla G.U. n. 192 del 20/8/2015 – S.O. n. 51.
- D.M. 22.02.2006 – Norme di prevenzione incendi per gli edifici adibiti ad uffici;
- D.M. 30/11/1983 - Termini e definizioni generali di Prevenzione Incendi;
- Circolare N° 4 del 1 marzo 2002 “Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili”;
- Lettera Circolare prot. n. P880/4122 sott. 54/3C del 18 agosto 2006 “La sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili: strumento di verifica e controllo (check-list)”;
- DM 20/12/2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”;
- DM 3/11/2004 “Disposizioni relative all’installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l’apertura delle porte installate lungo le vie d’esodo, relativamente alla sicurezza in caso d’incendio”;
- DM 16/2/2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”;
- DM 9/3/2007 “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco” e Lett. Circ. prot. n. P414-4122 del 28/3/2008 di chiarimenti;
- DM 10/3/2005 modificato dal DM 25/10/2007 “Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d’incendio”;
- DM 15/3/2005 “Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”;
- DM 9/5/2007 “Direttive per l’attuazione dell’approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio”;
- DM 10/3/1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”;
- D.Lgs 9/4/2008, n. 81 “Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”, coordinato con le modifiche apportate dal D.Lgs 3 agosto 2009 n. 106 e da successivi provvedimenti;

- D.M.I. 31 marzo 2003 - Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- UNI 10779 - Impianti di estinzione incendi. Rete idranti. Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI EN 12845 – Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler. Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI EN 671-2 - Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 25923 - Protezione contro l'incendio. Mezzi di estinzione incendio. Anidride carbonica.
- UNI EN 12101-2 - Sistemi per il controllo di fumo e calore. Parte 2: Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore.
- UNI EN 12101-6 - Sistemi per il controllo di fumo e calore. Parte 6: Specifiche per i sistemi a differenza di pressione – Kit.
- UNI EN 12101-13 - Sistemi per il controllo di fumo e calore. Parte 13: Progettazione di sistemi a differenza di pressione. Metodi di progettazione e calcolo, test di collaudo.
- D.M. 30 novembre 1983 – P.to 1.7 – Filtri a prova di fumo con sistema di sovrappressione a protezione dei varchi di accesso delle scale protette

## **2.6. Impianto di fognatura**

- UNI 9184 – Edilizia - sistemi di scarico delle acque meteoriche - criteri di progettazione collaudo e gestione;
- UNI EN 476 – Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità;
- UNI EN 12056 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici;
- UNI EN 752 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici;
- Decreto Ministeriale del Ministero Dell'ambiente E Della Tutela Del Territorio - Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo n. 152/2006.

---

## 2.7. Autorità competenti

Nella progettazione, per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, si dovrà tener conto delle particolari norme dettate dalle competenti autorità locali e/o nazionali quali:

- disposizioni del locale corpo dei Vigili del Fuoco;
- regolamenti, prescrizioni e disposizioni USL;
- regolamenti e prescrizioni comunali - RUE;
- norme CEI di competenza;
- Decreto Ministeriale 22/01/2008 n. 37 - Ministero dello Sviluppo Economico - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 - quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

### 3. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE

#### 3.1. Dati di progetto e dimensionamento

Il dimensionamento degli impianti di climatizzazione estiva ed invernale dovrà essere eseguito nel rispetto dei seguenti parametri di riferimento:

##### 3.1.1. Zona climatica di riferimento

Il D.P.R. n.412 del 26/8/93 fissa per Milano (MI):

- 2404 GG
- zona climatica E

##### 3.1.2. Condizioni termo igrometriche esterne

INVERNO                       $T_e = - 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$UR = 76 \text{ } \%$

ESTATE                         $T_e = 32 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$UR = 52 \text{ } \%$

##### 3.1.3. Condizioni termo igrometriche interne

INVERNO                       $T_a = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$UR = 40 \text{ } \% \pm 10 \text{ } \%$

ESTATE                         $T_a = 26 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$UR = 50 \text{ } \% \pm 10 \text{ } \%$

### **3.1.4. Aria esterna di rinnovo**

Le portate di aria esterna di rinnovo saranno rispondenti al prospetto III della norma UNI 10339/95 in funzione della destinazione dell'area commerciale.

In particolare, si avrà:

- Negozi: 11,5 lt/sec per persona
- Uffici: 11,0 lt/sec per persona
- Servizi igienici: 12 volumi/ora per impianto di estrazione con funzionamento non continuo
- Servizi igienici: 8 volumi/ora per impianto di estrazione con funzionamento continuo

### **3.1.5. Velocità dei fluidi termo vettori (aria)**

- Velocità dell'aria nelle canalizzazioni
  - canali principali:  $8 \div 12$  m/sec
  - canali secondari:  $4 \div 6$  m/sec
- Apparecchiature di diffusione
  - presa aria esterna:  $2,5 \div 3,5$  m/sec
  - bocchette di mandata:  $1,0 \div 2,5$  m/sec
  - griglie di estrazione:  $1,0 \div 2,5$  m/sec
  - diffusori ad effetto induttivo:  $1,8 \div 3,0$  m/sec
- Apparecchiature di scambio termico
  - batterie di riscaldamento:  $2,5 \div 3,0$  m/sec
  - batterie di raffreddamento:  $2,0 \div 2,5$  m/sec

### **3.1.6. Requisiti acustici delle apparecchiature**

Tutti i componenti e gli impianti nella loro completezza dovranno rispettare le limitazioni acustiche negli ambienti chiusi di cui al D.P.C.M. 14/11/97 in modo da garantire livelli di rumore adeguati alla destinazione degli ambienti.

Con impianti in funzione il livello sonoro nei locali condizionati non dovrà superare di oltre 3 dB(A) il livello sonoro di fondo rilevato ad impianto fermo.

Con livelli di fondo superiori a 35 dB(A) l'incremento del livello sonoro con impianti in funzione non dovrà superare 0,5 dB(A) per ogni 5 dB(A) di variazione del rumore di fondo

### **3.2. Descrizione degli impianti di climatizzazione e ventilazione**

Di seguito si riportano le caratteristiche degli impianti che verranno realizzati a servizio dei vari fabbricati.

#### **3.2.1. Polfer**

Per la climatizzazione degli uffici e dei locali annessi della Polfer si prevede un impianto del tipo ad espansione diretta a portata di refrigerante variabile VRV / VRF.

Vista l'estensione dell'edificio il sistema di climatizzazione è stato diviso in due impianti. Ciascun impianto sarà costituito da una unità esterna a pompa di calore, condensata ad aria, collegata a più unità interne destinate alla climatizzazione dei singoli ambienti sia in fase estiva che invernale.

L'unità esterna è dotata di compressori ermetici a spirale di tipo Scroll con motore brushless con regolazione ad inverter.

Le unità esterne saranno installate in uno spazio dedicato, nell'area verde adiacente al fabbricato.

Il collegamento tra l'unità esterna e le unità interne avviene mediante coppie di tubazioni frigorifere in rame (una per il liquido e una per il gas refrigerante) Per la realizzazione degli TEE di collegamento saranno impiegati specifici giunti refnet e/o collettori di distribuzione. All'interno dell'edificio le tubazioni di collegamento in rame saranno ancorate a soffitto mentre all'esterno correranno interrate, nello spessore degli igloo sotto il piano di calpestio.

Le unità interne dell'impianto di condizionamento degli uffici sono del tipo canalizzabile da incasso, a media prevalenza, poste all'interno del controsoffitto. All'interno degli uffici la distribuzione dell'aria condizionata avviene mediante diffusori lineari a feritoie completi di plenum, collegati alle canalizzazioni di distribuzione mediante condotte flessibili.

Anche la ripresa dell'aria dall'ambiente avviene attraverso diffusori lineari, integrati con gli elementi architettonici dei locali.

Le unità interne dell'impianto degli spogliatoi, dei servizi igienici e dei locali annessi saranno del tipo a cassetta a 4 vie.

Per i locali destinati ai fermati si prevede un impianto autonomo e indipendente ad espansione diretta del tipo monosplit. Con questo accorgimento non sarà necessario attivare l'impianto dell'intero complesso per climatizzare solo questa zona al di fuori dei normali orari di ufficio.

Tutte le unità interne sono gestite localmente tramite pannello di comando, completo di sensore di temperatura. Attraverso il pannello di comando il singolo utente potrà variare il setpoint di temperatura ambiente e la velocità del ventilatore delle unità interne.

Oltre all'impianto di climatizzazione si prevede la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata (VMC) per garantire il ricambio dell'aria all'interno degli ambienti.

Il recuperatore sarà del tipo a recupero entalpico, in grado di trasferire l'energia termica dell'aria estratta all'aria esterna immessa in ambiente con elevati valori di rendimento.

Le unità di recupero verranno installate a soffitto dei locali annessi e le canalizzazioni di distribuzione dell'aria correranno a soffitto, in corrispondenza delle aree ribassate. Per l'immissione dell'aria negli ambienti si prevedono bocchette di mandata a parete mentre la ripresa avverrà tramite griglie poste a soffitto degli ambienti comuni (corridoi, ecc.).

Tutti i terminali saranno collegati alla canalizzazione principale mediante condotti flessibili.

Le prese di aria esterna e le espulsioni avverranno in copertura. Per una protezione delle canalizzazioni e per evitare problemi di infiltrazione dell'acqua piovana verranno realizzati appositi torrini in cui saranno posizionate le griglie di presa aria ed espulsione, complete di rete antivolatile e profilo parapioggia.

Per i servizi igienici e per l'area spogliatoi si prevede l'installazione di un impianto di estrazione aria. Gli estrattori saranno installati sopra la copertura dell'edificio. Per le operazioni di manutenzione e/o sostituzione delle apparecchiature si prevedono delle botole di ispezione accessibili dall'interno.

All'interno dei locali, per l'estrazione dell'aria, saranno presenti delle valvole di ventilazione regolabili, collegate alle canalizzazioni principali mediante condotti flessibili.



### **3.2.2. Spogliatoio TRENORD**

Per la climatizzazione degli uffici e dei locali annessi dello spogliatoio TRENORD si prevede un impianto del tipo ad espansione diretta a portata di refrigerante variabile VRV / VRF.

L'impianto sarà costituito da una unità esterna a pompa di calore, condensata ad aria, collegata a più unità interne destinate alla climatizzazione dei singoli ambienti sia in fase estiva che invernale.

L'unità esterna è dotata di compressori ermetici a spirale di tipo Scroll con motore brushless con regolazione ad inverter e sarà installata in uno spazio dedicato, nell'area verde adiacente al fabbricato.

Il collegamento tra l'unità esterna e le unità interne avviene mediante coppie di tubazioni frigorifere in rame (una per il liquido e una per il gas refrigerante). Per la realizzazione degli TEE di collegamento saranno impiegati specifici giunti refnet e/o collettori di distribuzione. All'interno dell'edificio le tubazioni di collegamento in rame saranno ancorate a soffitto mentre all'esterno correranno interrate, nello spessore degli igloo sotto il piano di calpestio.

Le unità interne dell'impianto di condizionamento saranno del tipo a cassetta a 4 vie.

Tutte le unità interne sono gestite localmente tramite pannello di comando, completo di sensore di temperatura. Attraverso il pannello di comando il singolo utente potrà variare il setpoint di temperatura ambiente e la velocità del ventilatore delle unità interne.

Oltre all'impianto di climatizzazione si prevede la realizzazione di un impianto di estrazione per garantire la ventilazione dei locali privi di finestre. Gli estrattori saranno installati sopra la copertura dell'edificio. Per le operazioni di manutenzione e/o sostituzione delle apparecchiature si prevedono delle botole di ispezione accessibili dall'interno.

All'interno dei locali, per l'estrazione dell'aria, saranno presenti delle valvole di ventilazione regolabili, collegate alle canalizzazioni principali mediante condotti flessibili.

### **3.2.3. Biglietteria**

Per la climatizzazione della Biglietteria si prevedono almeno tre impianti ad espansione diretta del tipo monosplit.

Ciascun impianto sarà costituito da una unità esterna a pompa di calore, condensata ad aria, collegata ad una unità interna del tipo canalizzabile destinata alla climatizzazione dei singoli ambienti sia in fase estiva che invernale.

Le unità esterne saranno installate sopra la copertura dell'edificio. Per le operazioni di manutenzione e/o sostituzione delle apparecchiature si prevedono delle botole di ispezione accessibili dall'interno.

Il collegamento tra le unità esterne e le unità interne avviene mediante coppie di tubazioni frigorifere in rame (una per il liquido e una per il gas refrigerante).

Le unità interne dell'impianto di condizionamento sono del tipo canalizzabili da incasso, a media prevalenza, poste all'interno del controsoffitto. All'interno degli ambienti la distribuzione dell'aria condizionata avviene mediante canali forellinati collegati ad un plenum di raccordo. Le riprese avverranno mediante griglie poste a soffitto delle aree ribassate. In generale il sistema di climatizzazione dovrà essere realizzato per minimizzare l'impatto estetico dei componenti impiantistici sull'architettura del fabbricato.

Tutte le unità interne sono gestite localmente tramite pannello di comando, completo di sensore di temperatura. Attraverso il pannello di comando il singolo utente potrà variare il setpoint di temperatura ambiente e la velocità del ventilatore delle unità interne.

Oltre all'impianto di climatizzazione si prevede la realizzazione di un impianto di estrazione per i servizi igienici privi di finestre. Gli estrattori saranno installati sopra la copertura dell'edificio o sopra il controsoffitto dei locali. All'interno dei locali, per l'estrazione dell'aria, saranno presenti delle valvole di ventilazione regolabili, collegate alle canalizzazioni principali mediante condotti flessibili.

#### ***3.2.4. Spazi commerciali piano terra***

Per gli spazi commerciali del piano atrio ancora da definire l'impianto di climatizzazione non è previsto ma saranno realizzate solo le predisposizioni impiantistiche, ovvero quelle relative alla realizzazione delle botole di ispezione, dello scarico condensa e dei corrugati elettrici da posare interrati.

#### ***3.2.5. Servizi Igienici piano terra***

Per i due blocchi di servizi igienici pubblici del piano terra si prevede la realizzazione di un impianto di estrazione per garantire la ventilazione dei locali privi di finestre. Gli estrattori saranno

installati sopra la copertura dell'edificio. Per le operazioni di manutenzione e/o sostituzione delle apparecchiature si prevedono delle botole di ispezione accessibili dall'interno.

All'interno dei locali, per l'estrazione dell'aria, saranno presenti delle valvole di ventilazione regolabili, collegate alle canalizzazioni principali mediante condotti flessibili.

### **3.2.6. FERROVIENORD – uffici e locali annessi**

Per i locali FERROVIENORD posti al piano molecola (quota 132.27) destinati a DCO, ufficio, ristoro, pulizie, archivio/stampa e spogliatoi si prevede un impianto di climatizzazione ad espansione diretta del tipo VRV/VRF.

L'impianto sarà costituito da una unità esterna a pompa di calore, condensata ad aria, collegata a più unità interne destinate alla climatizzazione dei singoli ambienti sia in fase estiva che invernale.

L'unità esterna è dotata di compressori ermetici a spirale di tipo Scroll con motore brushless con regolazione ad inverter.

Le unità esterne saranno installate in uno spazio dedicato.

Il collegamento tra l'unità esterna e le unità interne avviene mediante coppie di tubazioni frigorifere in rame (una per il liquido e una per il gas refrigerante). Per la realizzazione degli TEE di collegamento saranno impiegati specifici giunti refnet e/o collettori di distribuzione. All'interno dell'edificio le tubazioni di collegamento in rame saranno ancorate a soffitto mentre all'esterno correranno interrate, nello spessore degli igloo sotto il piano di calpestio.

Le unità interne dell'impianto saranno del tipo a cassetta a 4 vie.

Tutte le unità interne sono gestite localmente tramite pannello di comando, completo di sensore di temperatura. Attraverso il pannello di comando il singolo utente potrà variare il setpoint di temperatura ambiente e la velocità del ventilatore delle unità interne.

Oltre all'impianto di climatizzazione si prevede la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata (VMC) per garantire il ricambio dell'aria all'interno degli ambienti.

Il recuperatore sarà del tipo a recupero entalpico, in grado di trasferire l'energia termica dell'aria estratta all'aria esterna immessa in ambiente con elevati valori di recupero termico.

L'unità di recupero e le canalizzazioni di distribuzione dell'aria verranno installate a soffitto. Tutti i terminali saranno collegati alla canalizzazione principale mediante condotti flessibili.

Le prese di aria esterna e le espulsioni avverranno in facciata, con griglie a parete dotate di rete antivolatile.

### **3.2.7. FERROVIENORD - locali tecnici**

Per i locali tecnici FERROVIENORD posti anch'essi al piano molecola (quota 132.27) si prevedono impianti ad espansione diretta o di ventilazione meccanica.

Per il locale ITT si prevede un impianto ad espansione diretta costituito da una unità esterna e quattro unità interne tipo hi wall.

Per il locale SIAP si prevede un impianto ad espansione diretta costituito da una unità esterna e due unità interne tipo hi wall.

Per il locale PP-ACC si prevedono due impianti ad espansione diretta con armadio condizionatore di precisione completo di compressori e unità di condensazione esterna. Vista l'importanza delle apparecchiature elettriche ed elettroniche poste all'interno del locale l'impianto è ridondato ovvero ciascun armadio di precisione è dimensionato per coprire il 100% del fabbisogno del locale. In caso di malfunzionamento o intervento di manutenzione su uno dei due impianti, l'altro potrà garantire il mantenimento della temperatura all'interno del locale.

Le unità esterne degli impianti dei locali tecnologici saranno posizionate in un'area dedicata, all'interno del fabbricato.

### **3.2.8. Locali tecnici sottorampa**

Per il controllo della temperatura dei locali tecnici posti alla quota +129,45, sotto la rampa di accesso al piano atrio, da Piazza Emilio Alfieri, si prevedono impianti ad espansione diretta o di ventilazione meccanica.

Per i locali TRAFO si prevede l'installazione di un impianto di estrazione con estrattore a soffitto. Il controllo della temperatura sarà garantito dall'immissione in ambiente di aria esterna grazie a griglie a parete.

Per il locale Power Center QGBT si prevede un impianto ad espansione diretta costituito da una unità esterna e una unità interna tipo hi wall.

Per il locale Interfer si prevedono due impianti ad espansione diretta, entrambi costituiti da una unità esterna e una unità interna tipo hi wall. Vista l'importanza delle apparecchiature elettriche ed elettroniche all'interno del locale, l'impianto è ridondato ovvero ciascun impianto è dimensionato per coprire il 100% del fabbisogno del locale. In caso di malfunzionamento o intervento di manutenzione su uno dei due impianti, l'altro potrà garantire il mantenimento della temperatura all'interno del locale.

### **3.3. Criteri di dimensionamento**

#### **3.3.1. Impianto di climatizzazione**

##### **3.3.1.1. Calcolo invernale**

Per il calcolo della potenza termica dell'impianto di climatizzazione in condizioni invernali occorre determinare il valore delle dispersioni termiche in accordo alla UNI EN 12831, considerando le dispersioni per trasmissione e per ventilazione.

Le dispersioni per trasmissione da considerare sono le seguenti:

- da spazio riscaldato all'esterno tramite l'involucro;
- da spazio riscaldato al terreno;
- da spazio riscaldato all'esterno tramite uno spazio adiacente non riscaldato;
- da spazio riscaldato a spazio adiacente non riscaldato.

##### **3.3.1.2. Calcolo estivo**

Per il calcolo della potenza frigorifera degli impianti di climatizzazione in condizioni estive occorre determinare il carico termico totale da abbattere, dato dalla somma del calore sensibile e quello latente.

Il calore sensibile è dato dalla somma dei seguenti fattori:

- Trasmissione attraverso l'involucro opaco e trasparente
- Radiazione solare
- Infiltrazione aria esterna
- Carichi interni

Il calore latente tiene conto dei seguenti contributi:

- Vapore dovuto alla presenza delle persone
- Infiltrazione aria esterna
- Vapore da processi/apparecchiature (trascurabile)

### **3.3.2. Impianto di ventilazione locali TRAFO**

Per il controllo della temperatura all'interno dei locali TRAFO si prevede un impianto di ventilazione meccanica. Il dimensionamento della portata dell'aria estratta dipende dal calore dissipato dall'apparecchiatura elettrica posta all'interno del locale.

Fissato il valore massimo della temperatura in ambiente (40°C) e il valore di progetto dell'aria esterna (32°C) e nota la potenza termica da dissipare  $P_t$  in kW, la portata d'aria  $Q_a$  in mc/h sarà data dalla formula:

$$Q_a = P_t / (c_{p \text{ aria}} \Delta T)$$

Dove:

$c_{p \text{ aria}}$  è il calore specifico dell'aria pari a 0,35 Watt/ (mc/h)

$\Delta T$  è pari a 8°C che corrisponde alla differenza di temperatura tra l'aria esterna (32°C) e la massima temperatura ambiente (40°C)

### **3.3.3. Canali d'aria**

Il dimensionamento della rete di mandata e di ripresa dell'aria dovrà essere effettuato utilizzando il criterio della perdita di carico lineare costante ed in accordo con le norme UNI 10381-1 e 10381-2.

Il valore della perdita di carico dei singoli tratti di condotta deriva dal calcolo sia delle perdite di carico lineari lungo i tratti rettilinei che di quelle accidentali per la presenza di componenti speciali e accessori (curve, riduzioni, griglie, giunti antivibranti, ecc.).

La perdita di carico lineare può essere espressa dalla seguente formula:

$$\Delta p_{lin} = f_a \times \rho \times v^2 / 2d_e$$

dove:

- $f_a$  è il coefficiente di attrito, funzione del numero di Reynolds e della scabrezza relativa (per i canali in lamiera si può assumere  $f_a = 0,02$ );
- $\rho$  è la densità dell'aria (kg/mc);
- $d_e$  è il diametro equivalente della condotta (m);
- $v$  è la velocità media dell'aria nella condotta (m/s).

Per la individuazione del diametro equivalente “ $d_e$ ” si utilizza la seguente formula:

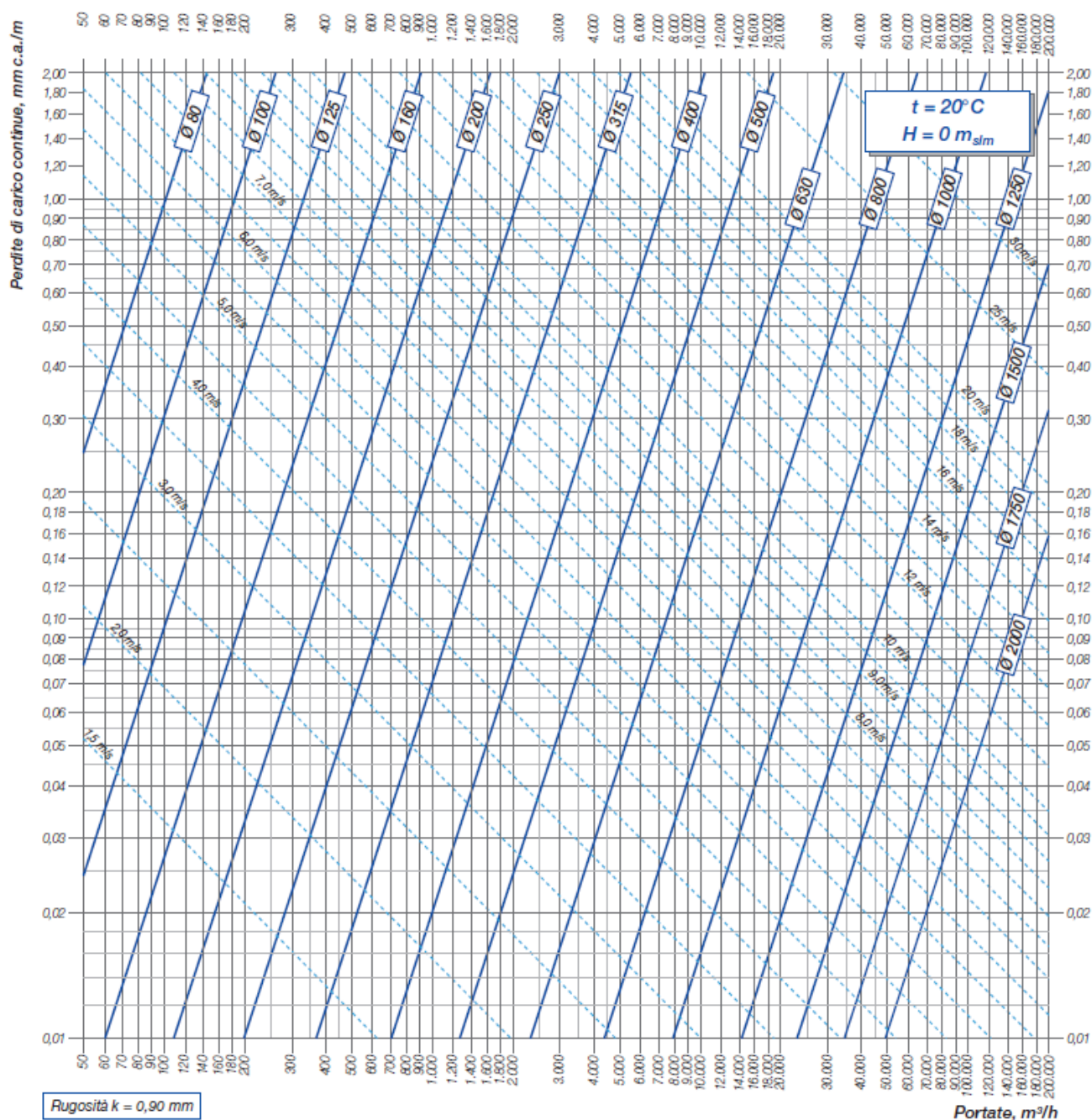
$$D_e = 1,30 \times (a \times b)^{0,625} / (a + b)^{0,25}$$

Dove:

- $D_e$  = diametro del condotto circolare equivalente al rettangolare, m
- $a$  = lunghezza di un lato della sezione rettangolare del condotto, m
- $b$  = lunghezza del lato adiacente della sezione rettangolare del condotto, m

Per la determinazione delle perdite di carico continue lungo le canalizzazioni rettilinee si può far riferimento al seguente diagramma, presente in letteratura tecnica.

**Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI “RUGOSI” –  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $H = 0 \text{ m}_{slm}$**



I valori delle perdite di carico localizzate vengono calcolate con la relazione:

$$\Delta p = \xi \times P_v$$



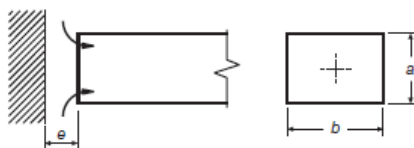
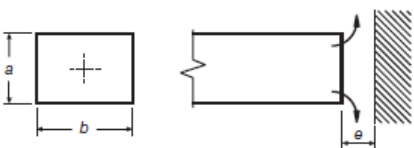
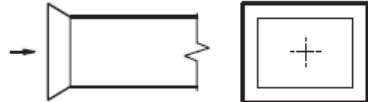
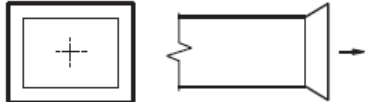
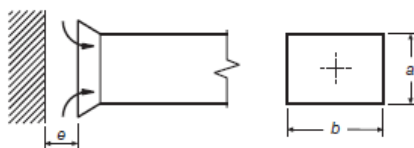
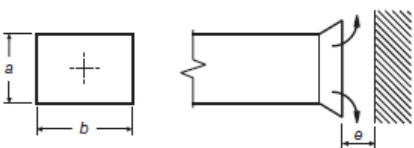
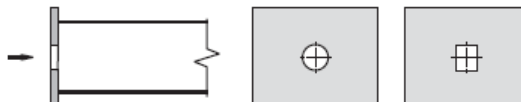

dove:

- $P_v = \rho \times v^2 / 2$  è la pressione dinamica del flusso d'aria alla velocità  $v$  (m/s);
- $\xi$  è il coefficiente adimensionale caratteristico delle resistenze accidentali, ricavabile dalla



letteratura tecnica (alcuni valori sono riportati nei diagrammi seguenti).

**Canali rettangolari - valori indicativi dei coefficienti  $\xi$  - imbocchi e sbocchi**

<p><b>Imbocco senza invito</b></p>  <p><math>\xi = 1,00</math></p>	<p><b>Sbocco senza invito</b></p>  <p><math>\xi = 1,20</math></p>																																
<p><b>Imbocco senza invito con impedimento frontale</b></p>  <p><math>d_e = \text{diametro equivalente}</math></p> <table data-bbox="675 669 764 826"><tr><th><math>e/d_e</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,2</td><td>2,8</td></tr><tr><td>0,4</td><td>1,7</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,2</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,0</td></tr></table>	$e/d_e$	$\xi$	0,2	2,8	0,4	1,7	0,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,0	<p><b>Sbocco senza invito con impedimento frontale</b></p>  <p><math>d_e = \text{diametro equivalente}</math></p> <table data-bbox="1251 669 1339 826"><tr><th><math>e/d_e</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,4</td><td>2,0</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,6</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,4</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,2</td></tr></table>	$e/d_e$	$\xi$	0,4	2,0	0,6	1,6	0,8	1,4	1,0	1,2										
$e/d_e$	$\xi$																																
0,2	2,8																																
0,4	1,7																																
0,6	1,4																																
0,8	1,2																																
1,0	1,0																																
$e/d_e$	$\xi$																																
0,4	2,0																																
0,6	1,6																																
0,8	1,4																																
1,0	1,2																																
<p><b>Imbocco con invito</b></p>  <p><math>\xi = 0,6</math></p>	<p><b>Sbocco con invito</b></p>  <p><math>\xi = 0,8</math></p>																																
<p><b>Imbocco con invito e impedimento frontale</b></p>  <p><math>d_e = \text{diametro equivalente}</math></p> <table data-bbox="675 1117 764 1274"><tr><th><math>e/d_e</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,2</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,8</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,7</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,6</td></tr></table>	$e/d_e$	$\xi$	0,2	1,4	0,4	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	1,0	0,6	<p><b>Sbocco con invito e impedimento frontale</b></p>  <p><math>d_e = \text{diametro equivalente}</math></p> <table data-bbox="1251 1117 1339 1274"><tr><th><math>e/d_e</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	$e/d_e$	$\xi$	0,4	1,4	0,6	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8										
$e/d_e$	$\xi$																																
0,2	1,4																																
0,4	0,9																																
0,6	0,8																																
0,8	0,7																																
1,0	0,6																																
$e/d_e$	$\xi$																																
0,4	1,4																																
0,6	1,2																																
0,8	1,0																																
1,0	0,8																																
<p><b>Imbocco con diaframma</b></p>  <p><math>A = \text{area sezione canale}</math> <math>A^* = \text{area passaggio diaframma}</math></p> <table data-bbox="453 1453 772 1509"><tr><th><math>A^*/A</math></th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><th><math>\xi</math></th><td>24</td><td>11</td><td>6,2</td><td>3,0</td><td>2,2</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr></table>	$A^*/A$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	$\xi$	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2	<p><b>Sbocco con diaframma</b></p>  <p><math>A = \text{area sezione canale}</math> <math>A^* = \text{area passaggio diaframma}</math></p> <table data-bbox="1035 1453 1355 1509"><tr><th><math>A^*/A</math></th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><th><math>\xi</math></th><td>28</td><td>13</td><td>7,8</td><td>3,6</td><td>2,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td></tr></table>	$A^*/A$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	$\xi$	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4
$A^*/A$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
$\xi$	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2																										
$A^*/A$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
$\xi$	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4																										

**Canali rettangolari - valori indicativi dei coefficienti  $\xi$  - curve**

Curva a 90°

r/a	$\xi$	
	b/a ≤ 1	b/a ≥ 1
0,50	1,2	1,0
0,75	0,6	0,4
1,00	0,3	0,2
1,50	0,1	0,1

Curve a 30°, 45° e 60°

	$\xi$
$\alpha = 30^\circ$	$\xi = \xi(90^\circ) \cdot 0,33$
$\alpha = 45^\circ$	$\xi = \xi(90^\circ) \cdot 0,50$
$\alpha = 60^\circ$	$\xi = \xi(90^\circ) \cdot 0,66$

Curva a 90° con deflettori

a	N	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
300 + 500	1	1/3a	2/3a		
500 + 1.000	2	1/6a	1/3a	1/2a	
> 1.000	3	1/12a	1/6a	1/4a	1/2a

a = altezza sezione canale

N = numero deflettori

X<sub>n</sub> = distanza dei vari passaggi d'aria

r/a	$\xi$
0,50	0,5
0,75	0,2
1,00	0,1
1,50	0,1

Curva con spigolo vivo a 90°

$$\xi = 1,4$$

Curve con spigolo vivo a 30°, 45° e 60°

$\xi$		
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
0,5	0,7	0,9

Curva a 90° con alette normali

$$\xi = 0,4$$

Curva a 90° con alette aerodinamiche

$$\xi = 0,2$$

Curva a 90° ad un segmento

$$\xi = 1,3$$

Curva a 90° a due segmenti

$$\xi = 1,2$$

*Canali rettangolari - valori indicativi dei coefficienti  $\xi$  - derivazioni e confluenze*

<p><b>Derivazioni a 90°</b></p> <p><math>\xi_1 = 0,2</math> <math>\xi_2 = 1,3</math></p> <p><math>\xi_1 = 0,2</math> <math>\xi_2 = 0,5</math></p>	<p><b>Derivazioni a 30°, 45° e 60°</b></p> <p><math>\xi_1 = 0,2</math></p> <table><tr><th colspan="3"><math>\xi_2</math></th></tr><tr><th><math>\alpha = 30^\circ</math></th><th><math>\alpha = 45^\circ</math></th><th><math>\alpha = 60^\circ</math></th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	$\xi_2$			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
$\xi_2$																									
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p><b>Derivazioni con riduzione a 90°</b></p> <p><math>\xi_1 = 0,1</math> <math>\xi_2 = 1,3</math></p> <p><math>\xi_1 = 0,4</math> <math>\xi_2 = 0,5</math></p>	<p><b>Derivazioni con riduzione a 30°, 45° e 60°</b></p> <p><math>\xi_1 = 0,4</math></p> <table><tr><th colspan="3"><math>\xi_2</math></th></tr><tr><th><math>\alpha = 30^\circ</math></th><th><math>\alpha = 45^\circ</math></th><th><math>\alpha = 60^\circ</math></th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	$\xi_2$			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
$\xi_2$																									
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p><b>Derivazione a doppia curva</b></p> <table><tr><th><math>r/a</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	$r/a$	$\xi$	0,50	1,0	0,75	0,5	1,00	0,3	1,50	0,1	2,00	0,1	<p><b>Confluenza a doppia curva</b></p> <table><tr><th><math>r/a</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	$r/a$	$\xi$	0,50	1,0	0,75	0,4	1,00	0,2	1,50	0,1	2,00	0,1
$r/a$	$\xi$																								
0,50	1,0																								
0,75	0,5																								
1,00	0,3																								
1,50	0,1																								
2,00	0,1																								
$r/a$	$\xi$																								
0,50	1,0																								
0,75	0,4																								
1,00	0,2																								
1,50	0,1																								
2,00	0,1																								
<p><b>Derivazione ad Y</b></p> <table><tr><th><math>\alpha</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,7</td></tr><tr><td>60°</td><td>1,0</td></tr></table>	$\alpha$	$\xi$	30°	0,3	45°	0,7	60°	1,0	<p><b>Confluenza a Y</b></p> <table><tr><th><math>\alpha</math></th><th><math>\xi</math></th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,6</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,9</td></tr></table>	$\alpha$	$\xi$	30°	0,3	45°	0,6	60°	0,9								
$\alpha$	$\xi$																								
30°	0,3																								
45°	0,7																								
60°	1,0																								
$\alpha$	$\xi$																								
30°	0,3																								
45°	0,6																								
60°	0,9																								
<p><b>Derivazione a T</b></p> <p><math>\xi_1 = 1,4</math></p>	<p><b>Confluenza a T</b></p> <p><math>\xi_1 = 1,3</math></p>																								

*Canali rettangolari - valori indicativi dei coefficienti  $\xi$  - variazioni di sezione e regolatori*

**Restringimento senza invito**

$A_2/A_1$	$\xi$
0,2	0,5
0,4	0,4
0,6	0,3
0,8	0,2

**Restringimento con invito**

$$\xi = 0,2$$

**Allargamento senza invito**

$A_2/A_1$	$\xi$
0,1	0,9
0,2	0,7
0,4	0,4
0,6	0,2

**Allargamento con invito**

$A_2/A_1$	$\xi$
0,1	0,5
0,2	0,3
0,4	0,2
0,6	0,2

**Diaframmi di equilibratura**

$A$  = area sezione canale

$A^*$  = area passaggio diaframma

$A^*/A$	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
$\xi$	50	30	20	15	8	7	4	3	2

**Tubi e barre che attraversano canali**

Tubi			
$e/de$	0,10	0,25	0,50
$\xi$	0,2	0,6	2,0

Barre			
$h/de$	0,10	0,25	0,50
$\xi$	0,7	1,4	4,0

$de$  = diametro equivalente

**Regolatore a farfalla**

$\alpha$	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°
$\xi$	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105

**Regolatore a serranda**

$h/de$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\xi$	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5

$de$  = diametro equivalente

**Rete di protezione**

$A$  = area sezione canale

$A^*$  = area netta passaggio aria

$A^*/A$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\xi$	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8

**Lamiera forata**

$A$  = area sezione canale

$A^*$  = area netta passaggio aria

$A^*/A$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\xi$	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0

La prevalenza statica utile del ventilatore dovrà essere pertanto scelta maggiore od uguale alla perdita di carico relativa al percorso critico individuato.

La perdita di carico viene determinata come segue:

$$\Delta p_t = \sum(\Delta p_{lin} \times L) + \sum \Delta p_i$$

dove:

- $\Delta p_{lin}$  = (Pa/m) è la perdita di carico lineare;
- $L$  (m) è la lunghezza totale dei vari tratti del percorso critico;

- $\Delta p_i$  (Pa) è la perdita di carico relativa alle resistenze accidentali (curve, allargamenti e restringimenti, diramazioni etc.).

### 3.4. Riepilogo impianti di climatizzazione e ventilazione meccanica

Di seguito si riporta un riepilogo delle principali apparecchiature dell'impianto di climatizzazione e ventilazione meccanica.

Fabbricato / Locale	Impianto di Condizionamento	Impianto di Ventilazione
Polfer	Impianto ad espansione diretta VRV Unità interne canalizzabili Unità interne cassette a 4 vie	Sistema con recupero entalpico
Spogliatoio TRENORD	Impianto ad espansione diretta VRV Unità interne canalizzabili Unità interne cassette a 4 vie	Impianto di estrazione
Biglietteria	Impianti ad espansione diretta monosplit Unità interna canalizzabile	Impianto di estrazione
Spazi commerciali piano terra	Impianto ad espansione diretta monosplit (predisposizione)	Impianto di estrazione (solo predisposizione)
Servizi Igienici piano terra	Non condizionato	Impianto di estrazione
FERROVIENORD – uffici	Impianto ad espansione diretta VRV	Sistema con recupero entalpico
FERROVIENORD- locali tecnici Locale ITT	Impianto ad espansione diretta multisplit. Unità interne tipo hi wall (nr. 4)	
FERROVIENORD - locali tecnici Locale SIAP	Impianto ad espansione diretta multisplit. Unità interne tipo hi wall (nr. 2)	
FERROVIENORD - locali tecnici Locale ACC	Impianto ad espansione diretta con armadi di precisione nr. 2, 100% ridondato.	
Locali tecnici sottorampa TRAFO		Impianto di ventilazione meccanica con estrattore dimensionato per il controllo della temperatura
Locali tecnici sottorampa Locale Interfer	Impianto ad espansione diretta monosplit nr. 2, 100% ridondato. Unità interne tipo hi wall	
Locali tecnici sottorampa Locale quadri (QGBT)	Impianto ad espansione diretta monosplit. Unità interna tipo hi wall	
Locali tecnici sottorampa Centrale antincendio	Impianto di riscaldamento con ventilconvettore elettrico	

## 4. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

L'impianto idrico sanitario non è centralizzato e ciascuna utenza avrà il suo contatore dedicato da richiedere alla società erogatrice del servizio.

I contatori idrici saranno da prevedere in un locale tecnico sottorampa, lato piazza Emilio Alfieri.

Si prevedono i contatori idrici per le seguenti utenze:

- Polfer
- Spogliatoio TRENORD
- Biglietteria
- Spazio commerciale 130 mq
- Spazio commerciale 50 mq (1)
- Spazio commerciale 50 mq (2)
- Spazio commerciale 50 mq (3)
- Spazio commerciale 50 mq (4)
- Spazio commerciale 50 mq (5)
- Spazio commerciale 50 mq (6)
- Uffici e locali annessi FERROVIENORD
- Fabbricato Stazione (piano banchine)

Per ogni linea dovrà essere installato un contatore tipo Woltmann.

Al fine di consentire una agevole manutenzione sono previste intercettazioni a valle dei contatori.

Per ciascuna linea si prevede l'inserimento di un filtro a calza, ispezionabile e intercettabile e un riduttore di pressione.

All'interno di ciascun fabbricato sono previsti dei servizi igienici dotati di apparecchi sanitari (lavabi, WC, etc.) completi di rubinetteria, cassetta di scarico, ecc.

Gli apparecchi sanitari dovranno essere in porcellana dura (vitreous china) secondo le definizioni della norma UNI 4542 e UNI 4543; i vasi sono previsti del tipo sospeso con cassetta di alimentazione d'incasso a doppio pulsante.

Tutti gli apparecchi sanitari sospesi saranno fissati ad appositi telai in acciaio zincato integrati nella muratura. Le rubinetterie saranno in ottone cromato di tipo pesante.

Per i servizi igienici aperti al pubblico, posti sul lato sud del piano terra, la rubinetteria e i dispositivi di scarico saranno automatici in modo da ridurre i consumi di acqua potabile anche dovuti a errate manovre degli utenti.

Per tutte le utenze del piano terra e per la distribuzione al piano banchina le linee di adduzione di acqua fredda sanitaria correranno sotto il pavimento del piano terra, a quota degli igloo.

Le intercettazioni delle linee principali dell'impianto idrico sanitario dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile, sopra il controsoffitto del locale utenza o in apposito pozzetto all'esterno dell'edificio.

Per la produzione di acqua calda sanitaria per la Polfer, dove sono presenti cinque docce, si prevede l'impiego di una pompa di calore monoblocco dedicata, costituita da un condensatore gas-acqua avente capacità 300 litri. L'evaporatore è realizzato mediante scambiatore gas aria con ventilatore di estrazione.

All'interno di tutti gli altri servizi igienici si prevede l'installazione di un produttore di acqua calda sanitaria elettrico di capacità 80 litri.

A valle dei sistemi di produzione di acqua calda sanitaria si dovrà prevedere un miscelatore termostatico per limitare la temperatura dell'acqua calda distribuita a 48°C per evitare rischi di ustioni o scottature.

Oltre alle utenze destinate ai servizi igienici si avrà un contatore dedicato all'impianto di distribuzione dell'acqua potabile al piano banchina di stazione e un contatore dedicato al riempimento della vasca dell'impianto idrico antincendio.

#### **4.1. Criteri di dimensionamento**

Le reti di distribuzione degli impianti idrico-sanitari dovranno essere dimensionate in conformità alla norma UNI 9182/2014 e alla norma UNI 806-1/2018.

Per il dimensionamento delle reti idriche, si deve tener conto dei seguenti fattori:

- le portate minime che devono essere assicurate ad ogni apparecchio sanitario;
- le portate che devono essere assicurate ad ogni tronco di rete;
- le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori e vibrazioni.

Le portate nominali minime e relative pressioni che devono essere assicurate ai rubinetti di erogazione ai fini di un regolare funzionamento dell'apparecchio sanitario sono quelle indicate nel prospetto C.1 della norma UNI 9182 di seguito riportato.

prospetto C.1

**Portate nominali e pressioni**

Apparecchio	Portata min (l/s) <sup>1)</sup>	Pressione minima di utilizzo (KPa)
Lavabi	0,1	100
Bidet	0,1	100
Vasi a cassetta	0,1	100
Vasi con passo rapido o flussometro	1,0	100
Vasca da bagno	0,3	100
Doccia	0,15	100
Lavello da cucina	0,15	100
Lavabiancheria	0,15	100
Orinatoio	0,15	100
Idrantino/Rubinetto da giardino	0,4	100
1) Calcolata alla pressione di 3 bar.		

Il dimensionamento delle linee di distribuzione dovrà essere calcolato in base alle portate di progetto e alle velocità massime consentite.

Una volta definita la portata totale teorica della linea di adduzione idrica, data dalla somma delle portate di tutti gli apparecchi collegati, si determina la portata di progetto come portata massima contemporanea con il metodo delle Unità di Carico (UC) della norma UNI 9182.

Per evitare rumori e vibrazioni, l'acqua non può scorrere nei tubi a velocità troppo elevate.

In impianti di tipo normale, le velocità massime ammesse nei circuiti sono le seguenti:

- distribuzione primaria: max. 2,0 m/s;
- linea di adduzione alla singola utenza: max. 4,0 m/s.

Per la determinazione delle perdite di carico si deve tener conto delle perdite di carico continue che si verificano all'interno dei tratti rettilinei delle tubazioni e delle perdite di carico concentrate legate alla presenza di accessori e pezzi speciali.

Per il calcolo delle perdite di carico continue si possono impiegare i seguenti diagrammi presenti in letteratura tecnica.



**Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) - Temperatura acqua = 10°C**

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h										v = velocità, m/s									
r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r									
2	G	44	88	188	347	727	1.090	2.054	4.090	6.272	12.695	22.267	35.979	G	2									
	v	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,22	0,26	0,31	0,34	0,41	0,47	0,53	v										
4	G	64	127	273	503	1.053	1.579	2.975	5.926	9.086	18.392	32.258	52.123	G	4									
	v	0,14	0,17	0,20	0,24	0,29	0,32	0,37	0,44	0,49	0,59	0,68	0,77	v										
6	G	80	158	339	625	1.308	1.962	3.696	7.360	11.286	22.845	40.069	64.744	G	6									
	v	0,17	0,21	0,25	0,29	0,35	0,39	0,46	0,55	0,61	0,73	0,85	0,95	v										
8	G	93	184	395	729	1.525	2.288	4.310	8.584	13.162	26.644	46.733	75.511	G	8									
	v	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,46	0,54	0,64	0,71	0,85	0,99	1,11	v										
10	G	105	208	445	821	1.719	2.578	4.857	9.672	14.831	30.021	52.656	85.081	G	10									
	v	0,23	0,27	0,33	0,39	0,47	0,52	0,61	0,72	0,81	0,96	1,11	1,25	v										
12	G	115	229	490	905	1.895	2.842	5.354	10.663	16.349	33.096	58.048	93.794	G	12									
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,22	1,38	v										
14	G	125	248	533	983	2.057	3.086	5.814	11.579	17.754	35.939	63.036	101.854	G	14									
	v	0,27	0,33	0,40	0,46	0,56	0,62	0,73	0,87	0,96	1,15	1,33	1,50	v										
16	G	135	267	572	1.056	2.210	3.315	6.244	12.436	19.068	38.600	67.702	109.393	G	16									
	v	0,29	0,35	0,43	0,50	0,60	0,66	0,78	0,93	1,04	1,24	1,43	1,61	v										
18	G	143	284	609	1.124	2.353	3.530	6.650	13.245	20.308	41.109	72.103	116.504	G	18									
	v	0,31	0,37	0,45	0,53	0,64	0,71	0,83	0,99	1,10	1,32	1,52	1,72	v										
20	G	152	301	645	1.189	2.490	3.735	7.036	14.012	21.485	43.492	76.282	123.257	G	20									
	v	0,33	0,40	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,40	1,61	1,82	v										
22	G	159	316	678	1.251	2.620	3.930	7.404	14.745	22.609	45.766	80.271	129.702	G	22									
	v	0,35	0,42	0,50	0,59	0,71	0,79	0,93	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91	v										
24	G	167	331	711	1.311	2.745	4.117	7.756	15.447	23.685	47.946	84.094	135.880	G	24									
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00	v										
26	G	174	346	742	1.368	2.865	4.297	8.096	16.123	24.721	50.042	87.772	141.822	G	26									
	v	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,61	1,85	2,09	v										
28	G	181	360	772	1.424	2.980	4.471	8.423	16.775	25.721	52.065	91.320	147.555	G	28									
	v	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,93	2,18	v										
30	G	188	373	801	1.477	3.092	4.639	8.739	17.405	26.687	54.022	94.752	153.101	G	30									
	v	0,41	0,49	0,60	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	2,00	2,26	v										
35	G	204	406	869	1.604	3.358	5.038	9.490	18.901	28.980	58.664	102.894	166.256	G	35									
	v	0,45	0,53	0,65	0,76	0,91	1,01	1,19	1,41	1,57	1,88	2,17	2,45	v										
40	G	220	436	934	1.723	3.607	5.411	10.193	20.301	31.125	63.006	110.510	178.563	G	40									
	v	0,48	0,57	0,69	0,81	0,98	1,08	1,27	1,52	1,69	2,02	2,33	2,63	v										
45	G	234	464	994	1.835	3.841	5.762	10.855	21.619	33.149	67.102	117.695	190.171	G	45									
	v	0,51	0,61	0,74	0,86	1,04	1,16	1,36	1,62	1,80	2,15	2,48	2,80	v										
50	G	247	491	1.052	1.941	4.064	6.096	11.485	22.873	35.070	70.992	124.516	201.193	G	50									
	v	0,54	0,65	0,78	0,91	1,10	1,22	1,44	1,71	1,90	2,28	2,63	2,97	v										
60	G	273	541	1.160	2.140	4.480	6.721	12.661	25.215	38.662	78.262	137.268	221.798	G	60									
	v	0,60	0,71	0,86	1,01	1,22	1,35	1,58	1,88	2,10	2,51	2,89	3,27	v										
70	G	296	588	1.260	2.324	4.865	7.298	13.749	27.382	41.984	84.987	149.063	240.856	G	70									
	v	0,65	0,77	0,94	1,09	1,32	1,46	1,72	2,05	2,28	2,73	3,14	3,55	v										
80	G	318	631	1.353	2.496	5.225	7.838	14.766	29.408	45.091	91.277	160.096	258.684	G	80									
	v	0,70	0,83	1,01	1,18	1,42	1,57	1,85	2,20	2,45	2,93	3,38	3,81	v										
90	G	339	672	1.441	2.658	5.565	8.348	15.726	31.320	48.023	97.211	170.504	275.501	G	90									
	v	0,74	0,88	1,07	1,25	1,51	1,67	1,97	2,34	2,61	3,12	3,60	4,06	v										
100	G	358	711	1.524	2.812	5.887	8.832	16.638	33.135	50.806	102.846	180.387	291.469	G	100									
	v	0,79	0,93	1,13	1,32	1,60	1,77	2,08	2,45	2,76	3,30	3,80	4,30	v										

**Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO - Temperatura acqua = 10°C**

<i>r</i> = perdite di carico continue, mm c.a./m		<i>G</i> = portate, l/h												<i>v</i> = velocità, m/s		
<i>r</i>	<i>Oe</i>	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	<i>Oe</i>			<i>r</i>
	<i>Di</i>	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	<i>Di</i>			
2	G	22	32	67	146	297	567	1.091	1.848	2.872	4.891	8.633	G	2		
	v	0,08	0,09	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,25	0,28	0,32	0,38	v			
4	G	33	48	99	216	441	842	1.621	2.746	4.268	7.268	12.828	G	4		
	v	0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56	v			
6	G	42	61	125	273	556	1.062	2.044	3.461	5.381	9.162	16.173	G	6		
	v	0,15	0,16	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,47	0,53	0,61	0,71	v			
8	G	49	72	147	322	655	1.252	2.409	4.080	6.342	10.800	19.063	G	8		
	v	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83	v			
10	G	56	81	167	365	744	1.422	2.736	4.635	7.204	12.268	21.655	G	10		
	v	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,81	0,95	v			
12	G	62	90	186	405	826	1.578	3.037	5.144	7.996	13.615	24.033	G	12		
	v	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,61	0,70	0,79	0,90	1,05	v			
14	G	67	99	203	443	902	1.723	3.316	5.617	8.732	14.869	26.246	G	14		
	v	0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15	v			
16	G	73	106	219	478	974	1.860	3.579	6.063	9.424	16.048	28.327	G	16		
	v	0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24	v			
18	G	78	114	234	511	1.042	1.989	3.828	6.485	10.080	17.165	30.299	G	18		
	v	0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32	v			
20	G	83	121	249	543	1.106	2.113	4.066	6.887	10.706	18.231	32.180	G	20		
	v	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,05	1,21	1,41	v			
22	G	87	128	262	573	1.168	2.231	4.294	7.273	11.305	19.251	33.981	G	22		
	v	0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48	v			
24	G	92	134	276	602	1.228	2.345	4.513	7.643	11.881	20.232	35.713	G	24		
	v	0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56	v			
26	G	96	140	289	631	1.285	2.455	4.724	8.001	12.437	21.179	37.384	G	26		
	v	0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63	v			
28	G	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G	28		
	v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,99	1,14	1,27	1,47	1,70	v			
30	G	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G	30		
	v	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	v			
35	G	114	166	342	747	1.523	2.909	5.598	9.482	14.740	25.100	44.306	G	35		
	v	0,40	0,44	0,54	0,66	0,80	0,94	1,12	1,29	1,45	1,67	1,93	v			
40	G	123	180	369	806	1.644	3.140	6.042	10.234	15.909	27.090	47.819	G	40		
	v	0,43	0,48	0,58	0,71	0,86	1,02	1,21	1,39	1,56	1,80	2,09	v			
45	G	131	192	395	863	1.758	3.358	6.463	10.947	17.016	28.977	51.148	G	45		
	v	0,46	0,51	0,62	0,76	0,92	1,09	1,30	1,49	1,67	1,92	2,23	v			
50	G	140	204	420	916	1.867	3.567	6.864	11.626	18.072	30.775	54.322	G	50		
	v	0,49	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,58	1,78	2,04	2,37	v			
60	G	155	226	466	1.017	2.072	3.958	7.617	12.903	20.057	34.154	60.287	G	60		
	v	0,55	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29	1,53	1,75	1,97	2,27	2,63	v			
70	G	169	247	509	1.110	2.263	4.323	8.319	14.091	21.904	37.299	65.838	G	70		
	v	0,60	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40	1,67	1,92	2,15	2,48	2,87	v			
80	G	183	267	549	1.198	2.443	4.666	8.979	15.208	23.640	40.256	71.058	G	80		
	v	0,65	0,71	0,86	1,06	1,28	1,52	1,80	2,07	2,32	2,67	3,10	v			
90	G	195	285	587	1.282	2.613	4.991	9.604	16.267	25.286	43.059	76.006	G	90		
	v	0,69	0,76	0,92	1,13	1,37	1,62	1,93	2,21	2,48	2,86	3,32	v			
100	G	207	303	624	1.361	2.775	5.300	10.200	17.276	26.855	45.731	80.722	G	100		
	v	0,73	0,81	0,98	1,20	1,45	1,72	2,04	2,35	2,64	3,04	3,52	v			

















Per il calcolo delle perdite di carico localizzate si può impiegare la seguente relazione:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

















dove: *z* = perdite di carico localizzate, mm c. a.  
*ξ* = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale  
*ρ* = densità, kg/m<sup>3</sup>  
*v* = velocità, m/s

I valori di *ξ* sono ricavabili dalle seguenti tabelle, presenti in letteratura:

*Valori del coefficiente di perdita localizzata  $\xi$  (reti di distribuzione)*

Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico		8 + 16 mm	18 + 28 mm	30 + 54 mm	> 54 mm
Diametro tubi in acciaio		3/8" + 1/2"	3/4" + 1"	1 1/4" + 2"	> 2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Curva stretta a 90° $r/d = 1,5$		2,0	1,5	1,0	0,8
Curva normale a 90° $r/d = 2,5$		1,5	1,0	0,5	0,4
Curva larga a 90° $r/d > 3,5$		1,0	0,5	0,3	0,3
Curva stretta a U $r/d = 1,5$		2,5	2,0	1,5	1,0
Curva normale a U $r/d = 2,5$		2,0	1,5	0,8	0,5
Curva larga a U $r/d > 3,5$		1,5	0,8	0,4	0,4
Allargamento		1,0			
Restringimento		0,5			
Diramazione semplice con T a squadra		1,0			
Confluenza semplice con T a squadra		1,0			
Diramazione doppia con T a squadra		3,0			
Confluenza doppia con T a squadra		3,0			
Diramazione semplice con angolo inclinato (45° - 60°)		0,5			
Confluenza semplice con angolo inclinato (45° - 60°)		0,5			
Diramazione con curve d'invito		2,0			
Confluenza con curve d'invito		2,0			

*Valori del coefficiente di perdita localizzata  $\xi$  (componenti d'impianto)*

<i>Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico</i>		8 + 16 mm	18 + 28 mm	30 + 54 mm	> 54 mm
<i>Diametro esterno tubi in acciaio</i>		3/8" + 1/2"	3/4" + 1"	1 1/4" + 2"	> 2"
<i>Tipo di resistenza localizzata</i>	<i>Simbolo</i>				
<i>Valvola di intercettazione diritta</i>		10,0	8,0	7,0	6,0
<i>Valvola di intercettazione inclinata</i>		5,0	4,0	3,0	3,0
<i>Saracinesca a passaggio ridotto</i>		1,2	1,0	0,8	0,6
<i>Saracinesca a passaggio totale</i>		0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Valvola a sfera a passaggio ridotto</i>		1,6	1,0	0,8	0,6
<i>Valvola a sfera a passaggio totale</i>		0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Valvola a farfalla</i>		3,5	2,0	1,5	1,0
<i>Valvola a ritegno</i>		3,0	2,0	1,0	1,0
<i>Valvola per corpo scaldante tipo diritto</i>		8,5	7,0	6,0	—
<i>Valvola per corpo scaldante tipo a squadra</i>		4,0	4,0	3,0	—
<i>Detentore diritto</i>		1,5	1,5	1,0	—
<i>Detentore a squadra</i>		1,0	1,0	0,5	—
<i>Valvola a quattro vie</i>		6,0		4,0	
<i>Valvola a tre vie</i>		10,0		8,0	
<i>Passaggio attraverso radiatore</i>		3,0			
<i>Passaggio attraverso caldaia a terra</i>		3,0			

Per quanto sopra il valore delle perdite di carico è dato dalla somma delle perdite di carico lungo la linea, della pressione residua che dobbiamo garantire all'apparecchio e della colonna d'acqua legata alla differenza di quota geodetica tra utenza e punto di adduzione.

---

## 5. RETE DI SCARICO ACQUE REFLUE

Per i servizi igienici del piano terra è prevista la realizzazione di una nuova rete di raccolta delle acque reflue. I collettori di scarico avranno diametro non inferiore a 110 mm e saranno prolungati verso l'alto fin oltre la copertura dell'edificio e termineranno con esalatori per garantirne la corretta ventilazione.

L'intera rete di scarico delle acque usate, interna agli edifici, sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità saldato, del tipo insonorizzato, tipo Geberit Silent o equivalente.

Tutto il corpo fognario esterno sarà invece costituito da tubazioni in PVC a norme UNI EN 1401.

Le acque reflue del piano terra verranno confluite al piano banchina, in vari punti, sempre evitando l'attraversamento del solaio sopra i binari poiché le colonne di scarico non possono essere compatibili con la presenza dell'impianto di trazione elettrica TE, posto a soffitto del piano banchine.

I collettori di scarico correranno a soffitto del piano banchine fino a punti di scarico preesistenti a pavimento, collegati ad una rete interrata sotto i binari.

Al di sotto dei binari sono presenti due collettori principali orizzontali esistenti che attraversano i binari al di sotto delle strutture di fondazione delle banchine.

Per l'area di stazione oggetto di intervento saranno realizzate le opere di completamento delle linee interrate e i suddetti collettori saranno prolungati sino all'esterno della proiezione del nuovo edificio di stazione fino a confluire in una vasca di raccolta e sollevamento su via Siccoli.

Le acque reflue avranno percorso sempre intubato con tappi di ispezione posizionati al piede delle colonne di scarico, sulle banchine, lungo i collettori orizzontali, e negli innesti con il collettore principale. I pozzetti di ispezione saranno quindi asciutti, costruiti in cemento di tipo prefabbricato, completi di chiusino in ghisa.

### 5.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento delle colonne di scarico, delle tubazioni orizzontali e del collettore di raccolta delle acque nere dovrà essere effettuato utilizzando i dati normalizzati dei quantitativi massimi di acque scaricate dai singoli apparecchi riportati nelle tabelle della norma UNI EN 12056.

Ad ogni apparecchio sanitario deve essere assegnato un valore caratteristico di “Unità di Scarico” (DU) che rappresenta il valore della portata media di scarico, espressa in litri/secondo.

La configurazione prevista nel presente progetto è del tipo: Sistema I – “Sistema di scarico con unica colonna e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tutte le diramazioni dovranno essere dimensionate per un grado di riempimento pari al 70% e sono connesse ad un’unica colonna di scarico ventilata”.

Le unità di scarico DU sono individuate come da tabella seguente (prospetto 2 della norma UNI 12056 – 2):

prospetto 2 **Unità di scarico (DU)**

Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	DU l/s	DU l/s	DU l/s	DU l/s
Lavabo, bidè	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4
Doccia con tappo	0,8	0,5	1,3	0,5
Orinatoio con cassetta	0,8	0,5	0,4	0,5
Orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3	-	0,3
Orinatoio a parete	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Vasca da bagno	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavello da cucina	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavastoviglie (domestica)	0,8	0,6	0,2	0,5
Lavatrice, carico max. 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Lavatrice, carico max. 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
WC, capacità cassetta 4,0 l	**	1,8	**	**
WC, capacità cassetta 6,0 l	2,0	1,8	da 1,2 a 1,7***	2,0
WC, capacità cassetta 7,5 l	2,0	1,8	da 1,4 a 1,8***	2,0
WC, capacità cassetta 9,0 l	2,5	2,0	da 1,6 a 2,0***	2,5
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,2	-	1,3
* Per persona. ** Non ammesso. *** A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone). - Non utilizzata o dati mancanti.				

La portata totale  $\Sigma DU$  in arrivo a ciascuna colonna o tratto orizzontale di fognatura viene calcolata in base al numero complessivo di unità di scarico allacciate.

La portata da assumere per il dimensionamento della fognatura è però la portata ridotta  $Q_{ww}$  che tiene conto della contemporaneità di utilizzo dei diversi apparecchi sanitari.

La portata  $Q_{ww}$  sarà determinata con la seguente formula:

$$Q_{ww} = K \sqrt{\Sigma DU}$$

dove:

$Q_{ww}$  è la portata acque reflue (l/s);

$K$  è il coefficiente di frequenza;

$\Sigma DU$  è la somma delle unità di scarico.

Il valore del coefficiente  $K$  di frequenza è dato dalla seguente tabella (prospetto 3 della norma UNI 12056 – 2):

prospetto 3 **Coefficiente di frequenza tipo ( $K$ )**

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente $K$
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Uso molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

Nel nostro progetto si può considerare un “uso frequente” e il valore di  $K$  sarà uguale a 0,7.

Per il dimensionamento delle linee di scarico si impiega il prospetto B.2 della norma UNI EN 12056 – 2 (valido per un grado di riempimento del 70% delle tubazioni), considerando una pendenza dell’1% (valore cautelativo).

prospetto B.2

**Capacità di collettori di scarico con grado di riempimento del 70% ( $h/d = 0,7$ )**

Pendenza	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
$i$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$	$Q_{max}$	$v$
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

dove:

 $Q_{max}$  è la capacità di collettori di scarico (l/s);

 $v$  è la velocità (m/s).

## 6. RETE DI SCARICO ACQUE METEORICHE

In alcuni pilastri della nuova copertura saranno inseriti dei pluviali che raccolgono l'acqua meteorica e la convogliano al piano terra.

Per ogni pluviale si prevede un pozzetto a piede colonna. Per il collegamento dei nuovi pluviali saranno da realizzare una serie di collettori suborizzontali, con adeguata pendenza che correranno a pavimento nello spessore degli igloo. La rete di raccolta convoglierà l'acqua meteorica al piano sottostante.

Per l'area che insiste sulla parte dell'edificio esistente verranno reimpiegate le colonne di scarico esistenti che portano l'acqua meteorica al piano interrato fino alla vasca di raccolta generale di via Siccoli.

Per l'area che insiste sulla parte di ampliamento la rete di raccolta dell'acqua meteorica viene convogliata verso via Siccoli e direttamente collegata alla rete esterna cittadina.



## 6.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento delle colonne di scarico, delle tubazioni orizzontali e del collettore di raccolta delle acque meteoriche dovrà essere effettuato utilizzando i dati di intensità pluviometrica, come indicato nella relazione specialistica di invarianza idraulica.

Il dimensionamento delle tubazioni di scarico dovrà essere eseguito tenendo conto di un grado riempimento pari al 70% e pendenza minima dell'1%.

Con tali considerazioni la massima portata per ciascuna tubazione orizzontale è individuata dalla seguente tabella, derivata dal prospetto C1 della UNI EN 12056-3.

DN [mm]	De [mm]	V [m/s]	Q min [l/s]	Q max [l/s]
100	110	0.8	0	4.2
125	125	0.9	4.2	6.8
150	160	1.0	6.8	12.8
200	200	1.2	12.8	23.7
250	250	1.4	23.7	44.9
300	315	1.6	44.9	80.6

Tabella con valori di portata di riferimento per ciascun diametro valida per collettori orizzontali

Per quanto riguarda le colonne verticali si farà riferimento alla seguente tabella, derivata dal prospetto 8 della UNI EN 12056-3 con l'equazione di Wyly-Eaton

f	Di	De	Qmin	Qmax
0.33	70	75	0	4.10
0.33	80	90	4.10	5.90
0.33	100	110	5.90	10.70
0.33	110	125	10.70	13.80

### Nota

Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:

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

dove:

$Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);

$k_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);

$d_i$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);

$f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

---

## 7. IMPIANTO ESTRAZIONE FUMI

Per rimuovere i fumi di incendio al piano banchina occorre prevedere un impianto di estrazione meccanica dedicato.

Per ottimizzare il funzionamento dell'impianto di estrazione fumi al piano banchina verranno realizzati sette comparti distinti.

La separazione tra i comparti avverrà mediante la realizzazione di un controsoffitto ribassato a 3,5 metri dal piano di calpestio e mediante l'impiego di tende tagliafumo a protezione delle scale, uniche vie di esodo dal piano banchina.

Per l'area nord della banchina l'impianto di estrazione fumi sarà costituito da quattro ventilatori assiali, posti al di sopra del piano terra, collegati tra loro mediante un canale in calcestruzzo interrato, a tenuta. L'espulsione dei fumi sarà garantita da quattro grandi camini installati al piano terra, sopra i locali tecnici in cui saranno alloggiati i ventilatori assiali.

Al collettore interrato del piano terra saranno collegate sette canalizzazioni di estrazione, una per ogni comparto, correnti a soffitto del piano banchina, sopra il controsoffitto. Lungo la canalizzazione saranno installate delle griglie di estrazione.

Ciascuna canalizzazione sarà dotata di una serranda tagliafumo. Una volta sviluppato l'incendio e attivato l'impianto di estrazione verrà aperta solamente la serranda della canalizzazione che serve il comparto interessato dall'incendio.

Per ridurre al minimo le perdite di carico lungo il percorso le canalizzazioni avranno un andamento perfettamente rettilineo.

Sul lato sud della stazione dovranno essere installati sette jet fan, uno per ogni comparto, in grado di espellere i fumi direttamente all'esterno del piano banchina.

Il dimensionamento dell'impianto si basa su analisi CFD, escluse dalla presente relazione.

L'impianto di estrazione fumi dovrà garantire una portata aria estratta di 115.000 mc/h. I quattro ventilatori assiali sono dimensionati per garantire la portata complessiva con il funzionamento di tre estrattori (uno in stand-by) quindi ciascun ventilatore avrà una portata di 40.000 mc/h e una prevalenza statica utile di circa 1000 Pa.

Le canalizzazioni dovranno essere E600 secondo la norma UNI EN 12101-7 e avranno dimensioni 1200x1000.

I jet fan del lato sud della stazione avranno una portata di 10.000 mc/h, classificati E400.

L'impianto di estrazione fumi sarà gestito automaticamente da un sistema di regolazione in grado di monitorare e controllare gli inverter dei ventilatori di estrazione fumi e dei jet fan e l'apertura e la chiusura delle serrande motorizzate. Il sistema potrà essere attivato manualmente, tramite l'intervento di un operatore, o automaticamente, tramite il sistema di rivelazione incendi presente in banchina.

I ventilatori di estrazione saranno alimentati elettricamente da linea privilegiata sotto generatore elettrico ausiliario.

## **8. IMPIANTO PRESSURIZZAZIONE SPAZI CALMI**

Al piano banchina sono stati realizzati sette spazi calmi, uno per ogni banchina, che potranno ospitare in sicurezza le persone con difficoltà motorie nel momento in cui si verificasse un incendio. Lo spazio calmo sarà pressurizzato con un sistema meccanico di immissione aria costituito essenzialmente da un ventilatore di immissione e una canalizzazione resistente al fuoco, installati all'interno del comparto.

La presa di aria esterna sarà realizzata mediante quattro grandi camini installati al piano terra e collegati alle canalizzazioni di pressurizzazione mediante un collettore interrato, realizzato con un canale in calcestruzzo a tenuta.

Le canalizzazioni di immissione aria saranno in calcio silicato EI 120 secondo UNI EN 12101-7.

I ventilatori di pressurizzazione dovranno garantire una portata di aria immessa che permetta una velocità dell'aria di ingresso di 2 m/sec con porta aperta.

Considerando una porta di 90 cm di larghezza e 200 cm di altezza avremo una portata teorica pari a:  
 $0,9 \times 2 \times 2 = 3,6 \text{ mc/sec} = 12960 \text{ mc/h}$ .

Un sistema automatico sarà in grado di ridurre la quantità di aria immessa a porte chiuse garantendo comunque un differenziale di pressione di almeno 50 Pa per evitare l'ingresso dei fumi all'interno dello spazio calmo.

L'impianto di pressurizzazione sarà gestito automaticamente da un sistema di regolazione in grado di monitorare e controllare gli inverter dei ventilatori di pressurizzazione tramite le sonde di pressione differenziale di ciascun spazio calmo.

I ventilatori di immissione saranno alimentati elettricamente da linea privilegiata sotto generatore elettrico ausiliario.

## 9. SISTEMA DI SUPERVISIONE

Per il controllo degli impianti dell'intero complesso sarà presente un sistema di supervisione e gestione (Building Management Systems, BMS).

Per quanto riguarda gli impianti di climatizzazione il progetto prevede un sistema autonomo di controllo e monitoraggio per ogni singolo fabbricato.

L'impianto generale BMS sarà collegato a tutte le schede di interfaccia delle unità periferiche (monosplit, multisplit, VRV, ecc) e quindi sarà possibile monitorare e supervisionare ciascun impianto.

Le funzioni principali svolte dal sistema di supervisione saranno le seguenti:

- controllo dell'impianto di illuminazione degli ambienti esterni ed interni;
- monitoraggio dei consumi elettrici per centri di costo (illuminazione, distribuzione energia, climatizzazione);
- attivazione/spegnimento dei singoli impianti secondo orari prestabiliti;
- acquisizione stati di funzionamento delle principali apparecchiature;
- acquisizione allarmi;
- pianificazione interventi di manutenzione.

I dati raccolti dagli elementi in campo degli impianti meccanici, elettrici e speciali saranno gestiti da un server nel quale verrà installato il software di supervisione dedicato appositamente al controllo e alla gestione dell'intero complesso mediante una intuitiva interfaccia grafica.

I dati forniti dal server potranno essere disponibili e inviati a postazioni remote via web.

Particolare riguardo sarà rivolto al sistema di gestione e analisi dei dati dei consumi energetici degli edifici attraverso il collegamento e il monitoraggio di:

- contatori elettrici delle utenze;
- multimetri per misure elettriche;
- contatore bidirezionali dell'impianto fotovoltaico;
- dati di consumo dei contatori dell'acqua potabile;

---

Attraverso software specifici sarà possibile analizzare i dati raccolti e formulare vere e proprie analisi energetiche, monitorare il consumo energetico dell'intero edificio, formulare un modello energetico e individuare una previsione di consumo e di spesa.

Tali dati saranno utili per selezionare i migliori contratti di fornitura di energia, identificare anomalie nell'utilizzo dell'energia, migliorare la consapevolezza dei consumi e dei costi energetici e creare un utile database dei principali parametri energetici.

## 10.LIMITI DI FORNITURA

Per quanto riguarda il piano atrio si precisa che sono inclusi nel presente appalto gli impianti di climatizzazione e idrico sanitari della Biglietteria, dei locali bagni pubblici, della Polfer e degli spogliatoi TRENORD.

Per gli altri spazi commerciali del piano terra, (sei locali da 50 mq e un locale da 130 mq), gli impianti di climatizzazione e idrico sanitari sono da considerarsi solo come predisposizioni e sono inclusi solamente gli oneri per la posa in opera delle linee di scarico e di adduzione idrica interrata a cui si dovranno ricollegare gli impianti interni al fabbricato, esclusi da questo appalto.

