



# Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



## FERROVIENORD

FNMGROUP



## NORD\_ING

FNMGROUP

CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

Q 0 3

D

b

0 1 7

I M

- -

R 0

-

### AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO

*Progetto Definitivo*

### Relazioni tecniche e specialistiche

Relazione tecnica impianti meccanici ed idraulici - Fabbricato viaggiatori

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Ott. 2020	Prima emissione		

NORD\_ING

NORD\_ING S.r.l.  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Antonella Volta

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Marco Mariani

Progettista



Collaborazione

**ELTEC S.r.l.**  
Società di ingegneria

Via C. Seganti 73/F int. 5/6 - 47121 Forlì (FC)  
Tel. +39-(0543)-473892 E-mail: info@eltec-service.it

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
Leggi, decreti e norme tecniche .....	3
Risparmio energetico, isolamento termico, impianti fluido meccanici.....	3
Impianti aeraulici .....	5
Impianto idrico .....	6
Sicurezza in caso di incendio .....	6
Impianto di fognatura .....	8
Autorità competenti.....	9
<b>3. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE.....</b>	<b>9</b>
3.1. Dati e condizioni di progetto.....	9
3.2. Impianti di climatizzazione .....	12
3.3. Architettura dell'impianto .....	14
Zona Polfer.....	16
Zona DCO .....	16
Zone addetti di stazione ( n.3).....	16
Zona servizi igienici aperti al pubblico .....	17
Esercizi commerciali (n. 6) .....	17
Locali tecnici (piano mezzanino) .....	17
Locali tecnici (piano banchina).....	18
<b>4. IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. IMPIANTO DI VENTILAZIONE AI FINI DELLA PREVENZIONI INCENDI.....</b>	<b>19</b>
<b>6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LOCALI TRAFO .....</b>	<b>31</b>
<b>7. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....</b>	<b>33</b>
<b>8. IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....</b>	<b>34</b>
<b>9. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE .....</b>	<b>39</b>
<b>10. IMPIANTO ANTINCENDIO AD IDRANTI.....</b>	<b>42</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive il complesso degli impianti a carattere fluido meccanico a servizio del fabbricato viaggiatori per l'ammodernamento ed il potenziamento del "NODO DI BOVISA".

La realizzazione dei nuovi binari I, II, III e IV comporta l'ampliamento verso Ovest anche del fabbricato di stazione, per una larghezza pari a circa 30 m e per uno sviluppo sia al piano binari che al piano mezzanino pari a circa 220 m. Al piano binari sono previste due nuove banchine "ad isola" a servizio rispettivamente dei binari I / II e III / IV, mentre a piano mezzanino sono previsti nuovi corpi scala e ascensori di collegamento con le nuove banchine. Il piano mezzanino, adibito a fabbricato viaggiatori, prevede l'insediamento di esercizi commerciali, uffici, biglietterie, servizi igienici, locali tecnologici e locali funzionali alla stazione.

Gli impianti a servizio del fabbricato viaggiatori e quindi definiti dalla presente relazione e dal capitolato tecnico allegato sono i seguenti:

- impianti di climatizzazione e controllo della temperatura in pompa di calore;
- impianto di ventilazione sanitaria;
- impianto di ventilazione ai fini della prevenzione incendi
- impianto antincendio idranti per l'intero edificio di stazione;
- impianto antincendio sprinkler per i locali commerciali del piano mezzanino;
- impianto idrico sanitario;
- impianto di scarico delle acque reflue.

Il progetto definitivo individua tutto ciò che riguarda la concezione del sistema impiantistico, i dati progettuali, gli standard qualitativi dei macchinari e delle apparecchiature e tutto quello che concerne i percorsi di tubazioni, condotti e canalizzazioni, nonché l'ubicazione delle apparecchiature stesse.

Il progetto definitivo è stato sviluppato in riferimento alle indicazioni progettuali preliminari ed in conformità delle disposizioni ricevute dal Committente.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in

modo da rispettare la realtà architettonica e strutturale delle opere e delle aree oggetto dell'intervento. Inoltre esse sono concepite per garantire la massima funzionalità ed affidabilità.

## **2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

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

Gli impianti e tutti i componenti installati, sono stati progettati e dovranno essere costruiti in osservanza a quanto dettato dalla recente legge 37/08.

### **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 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.

### **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 10381 - impianti aeraulici - condotte - classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera;
- 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.

### **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 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.

### **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 10779-2007 - 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

### **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.

### **Autorità competenti**

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

- disposizioni del locale corpo dei Vigili del Fuoco;
- regolamenti, le prescrizioni e disposizioni USL;
- regolamenti e prescrizioni comunali - RUE;
- norme CEI di competenza;
- D.L. 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- 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. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE**

### **3.1. Dati e condizioni di progetto**

Per il dimensionamento dell'impianto di condizionamento ci si è basati sui carichi estivi ed invernali ricavati mediante programma di calcolo CARTEM (MC4), approvato dal Comitato Termotecnico Italiano, che tiene conto oltre che delle condizioni di progetto (T, Hr e ricambi d'aria) delle condizioni esterne globali (temperatura, umidità, vento, irraggiamento ecc.) ed interne (persone, illuminazione, carichi specifici, profilo di funzionamento ecc.). Per le dispersioni invernali ed i carichi estivi, si dovrà fare riferimento all'apposito elaborato "n° 553 - Relazione di calcolo - impianti meccanici ed idraulici - Fabbicato viaggiatori".

Così come si evince dal suddetto elaborato di calcolo le potenze massime nei regimi riscaldamento e raffreddamento sono di seguito riassunte.

## Potenze Massime Edificio

	Raffreddamento			Riscaldamento
	Potenze massime	Ora	Mese	Potenze massime
	[W]	[h]		[W]
<b>Ambienti</b>	88672,5	15	6	76905,8
<b>Ventilazione(*)</b>	0	0	0	0
<b>Tot. massimo contemporaneo(**)</b>	88672,5	15	6	76905,8

(\*) = Si considera che l'aria venga portata al punto di rugiada

(\*\*) = L'apporto della ventilazione sarà algebricamente sommato in base alle temperature di immissione dell'aria nella zona

### Condizioni esterne:

Comune di		Milano	
Altezza sul l.d.m	[m]	122,00	
Latitudine	[°N]	45,28	
Longitudine	[°]	9,11	
Gradi giorno	°C	2404	
Zona climatica		E	
Meridiano di riferimento	[DEG]	-15	
Condizioni esterne di progetto		Inverno	Estate
Temperatura b.s.	[°C]	-5	32
Temperatura b.u.	[°C]	-6	24
Umidità Relativa	[%]	75,9	52,0
Escursione termica giornaliera	[°C]		11
Fattore di foschia	[0.85 ÷ 1]		0,85
Riflettività ambiente circostante	[0 ÷ 1]		0,2

#### LEGENDA

Inverno	Corrisponde al periodo di riscaldamento
Estate	Corrisponde al periodo di raffreddamento

### Condizioni interne (norma UNI 10339):

	invernali	estive
- temperatura dell'aria	Ti = 20 °C	Ti = 26 °C

- umidità relativa  $UR = 60 \pm 5\%$   $UR = 50 \pm 5\%$

Velocità residua aria (\*)  $< 0,15 \text{ m/s}$

(\*) zone interessate da presenza di persone, secondo art. 4.8 e appendice C della UNI 10339.

### **Rinnovi d'aria**

Per la scelta delle portate d'aria di rinnovo si è tenuto conto, oltre a quanto disposto da UNI 10339 “impianti aeraulici ai fini di benessere”, per quanto riguarda i ricambi d’aria, di quanto segue:

- numero massimo delle persone presenti;
- carico termico per l'illuminazione;
- velocità residue dell'aria assunte basse e comunque in conformità all’art. 4.8 e all’appendice C della suddetta norma UNI 10339.

Si considera un affollamento come da UNI 10339 (appendice A prospetto VIII) con portate d’aria esterna come da prospetto III.

	<b>affollamenti</b>	<b>portate d’aria</b>
Biglietteria	$0,06 \text{ n}_s \cdot \text{m}^2$	$39,6 \text{ m}^3/\text{h persona}$
Uffici	$0,06 \text{ n}_s \cdot \text{m}^2$	$39,6 \text{ m}^3/\text{h persona}$

Al fine di ottenere il miglio confort possibile oltre ai disposti della UNI 10339 si è valutato, per ogni ambiente ufficio, un rinnovo d’aria pari a  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  per ogni persona effettivamente presente; tra i due valori si è sempre scelto il maggiore dei due.

### **Estrazioni**

	<b>portate d’aria</b>
Servizi igienici (WC)	$8 \text{ vol/h}$
Spogliatoi	$2,5 \text{ vol/h}$

### **Funzionamento dell'impianto di climatizzazione**

Il funzionamento giornaliero dell'impianto sarà vincolato agli orari di stazione, comunque intermittente con funzionamento giornaliero di  $12 \div 16$  ore

Velocità aria in transito nelle zone occupate dalle persone:

. zone non influenzate da bocchette di mandata, ripresa, ecc.	0,15 m/sec
. velocità max dell'aria nelle canalizzazioni principali	5,00 m/sec

### **Prescrizioni acustiche:**

Il livello sonoro, in assenza di persone e con tutti gli impianti termotecnici in funzione, è progettato per non superare i valori prescritti dagli standards ministeriali, nonché dalla Norma UNI di riferimento.

## **3.2. Impianti di climatizzazione**

Per l'edificio di stazione si è scelta la tecnologia dei sistemi a volume di refrigerante variabile "VRF" (Variable Refrigerant Flow) di ultima generazione "quinta" con tecnologia dual sensing control, sbrinamento parziale e Smart Oil Management che aumentano la capacità del Riscaldamento e raffreddamento continuo al fine di migliorare il comfort climatico. Le tecnologie dello sbrinamento ritardato e parziale minimizzano i consumi operativi e assicurano la continuità del riscaldamento anche a basse temperature. Il Dual Sensing rileva l'umidità esterna e raggiunte le condizioni di sbrinamento modifica la temperatura di evaporazione agendo sul target di alta pressione, questa regolazione permette al sistema di prolungare il funzionamento in riscaldamento.

Il carico termico in raffreddamento dipende principalmente da calore sensibile e calore latente; inoltre esso è particolarmente influenzato dall'umidità esterna, piuttosto che dalla temperatura esterna; la tecnologia Dual Sensing Control misura sia la temperatura che l'umidità esterne, calcolando con le informazioni raccolte il valore del calore sensibile e del calore latente. Questa funzione mantiene un livello di raffreddamento moderato attorno al set point, senza interruzioni per massimizzare il comfort degli utenti evitando raffreddamenti eccessivi; evitando le correnti fredde ed i ripetuti cicli di accensione e spegnimento richiesti dai sistemi tradizionali per mantenere la temperatura impostata. Contestualmente si raggiungono efficienze più alte rispetto a quelle delle precedenti generazioni.

Il sistema VRF, con refrigerante R410a in pompa di calore, consiste in una unità esterna con scambio termico Refrigerante-Aria collegata mediante tubazioni frigorifere a unità interne per la climatizzazione dell'aria, che possono funzionare sia in raffreddamento che in riscaldamento

alternativamente (in inversione automatica in funzione delle temperature esterne o di set point liberamente programmabili).

**Scambiatore compartimentato:** il riscaldamento, anche alle basse temperature, è garantito in maniera continuativa grazie ad uno scambiatore di calore suddiviso in due parti, che consente l'esecuzione di cicli di sbrinamento alternati, ciò al fine di non interrompere mai l'erogazione di calore negli ambienti e garantire comfort costante agli utenti.

**Scambiatore di calore con circuito variabile:** Lo scambiatore di calore, con circuito variabile, seleziona in modo intelligente il percorso ottimale del refrigerante per il funzionamento in modalità riscaldamento o raffrescamento. Il numero di percorsi e la velocità dei circuiti sono regolati in funzione delle temperature e delle modalità operative per massimizzare l'efficienza.

**Compressore:** il sistema di erogazione della capacità composto da un compressore ermetico, di tipologia Scroll inverter ad avviamento diretto, con controllo lineare della capacità e con campo di frequenza 10Hz-165Hz. Il compressore ad iniezione di vapore è in grado di ricevere refrigerante in fase vapore nella zona di compressione per incrementare la temperatura di mandata del refrigerante in condizioni di lavoro a basse temperature esterne.

**High Pressure Oil Return:** l'olio raccolto dal separatore viene immesso ad alta pressione direttamente nel compressore senza perdite di energia, contrariamente ai compressori tradizionali, nei quali l'olio viene reimpresso attraverso il tubo di aspirazione del refrigerante, con conseguente perdita di energia.

**Controllo attivo del refrigerante:** Il controllo attivo del refrigerante regola il volume di refrigerante in circolo per massimizzare l'efficienza in tempo reale, sia in riscaldamento che in raffrescamento e con carichi parziali. Il controllo ha 5 livelli di portata che variano in funzione delle condizioni di funzionamento: carichi parziali, raffreddamento, riscaldamento. Questo controllo permette un miglioramento in termini di efficienza energetica.

**Smart Oil Management:** il compressore è dotato di sensore olio che rileva costantemente la presenza di olio, questa misurazione in tempo reale permette di ottimizzare i cicli di recupero garantendo il riscaldamento costante degli ambienti interni.

**Ventilatore:** il ventilatore di scambio termico di tipo elicoidale con mandata verticale, con di motore DC inverter, a bassa rumorosità, con prevalenza statica massima di 80 Pa, viene controllato in velocità tramite microprocessore, tecnologia Esp Control in grado di variare la velocità massima del ventilatore per poterlo adattare alle migliori condizioni di lavoro. Le pale hanno superficie corrugata ad elevata portata e bassa rumorosità progettate con tecnologia biomimetica, condotto di espulsione maggiorato per ottenere prevalenze superiori.

**Modularità:** Ogni locale di ciascuna zona (unità interne) può avere libertà di funzionamento, indipendentemente dagli altri, ed autonomia di scelta per i parametri di temperatura e portata d'aria impostati. Ciò si traduce nella massima libertà di utilizzo dell'impianto da parte degli utenti e in risparmio energetico poiché la marcia e l'arresto delle unità terminali è dettata dall'uso dei locali.

**Semplicità di installazione e gestione:** l'utilizzo di tubazioni in rame per la distribuzione del refrigerante e l'assenza di sistemi accessori (sistemi di pompaggio, collettori, valvole, rampe di adduzione gas, canne fumarie) rende l'installazione più semplice e veloce rispetto ad un sistema tradizionale. La architettura semplice del sistema rende più agevoli ed economiche anche le operazioni di manutenzione, riducendo i costi totali di gestione.

### 3.3. Architettura dell'impianto

L'edificio è stato suddiviso, così come ben evidenziato negli elaborati grafici, in aree omogenee così identificate: zona Polfer; zona DCO; zone addetti stazione; zona servizi sanitari pubblici, zone servizi commerciali; locali tecnologici piano mezzanino; locali tecnologici piano banchina. Per ogni zona è stato predisposto un impianto dedicato così che risultino autonomi rispetto agli altri.

Per la climatizzazione degli ambienti, sono state utilizzate tre tipologie di terminali interni: a cassetta (inserite nel controsoffitto) a parete e canalizzate. Le unità interne canalizzate sono state previste per i locali a destinazione commerciale; ciò consentirà ai concessionari di sviluppare la distribuzione aeraulico in funzione dei propri lay-out commerciali (oggi non noti)

Unità interne canalizzate sono state adottate nelle aree di maggior affluenza ovvero per la sala

Ogni unità interna è provvista di singolo comando a filo; il comando a filo è caratterizzato da un'interfaccia user friendly e schermo digitale per la massima facilità di utilizzo. Il sensore di temperatura è posizionato in basso, per evitare, durante la lettura della temperatura ambiente, l'influenza di fonti di calore generate dal sistema elettronico del comando stesso.

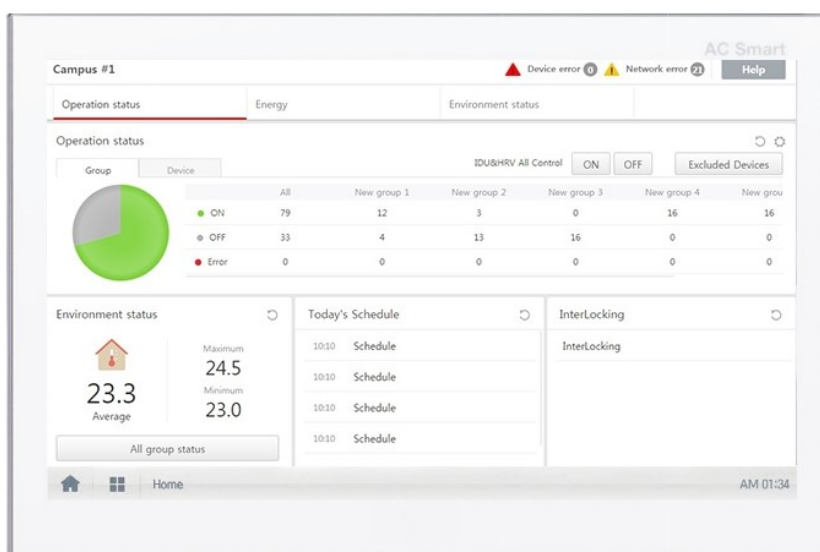


Per le aree aperte al pubblico, al fine di evitare l'utilizzo improprio dei comandi, sono state previste in sito delle sole sonde di temperatura ambiente, mentre i comandi sono stati previsti remotizzati nella sala controllo.

Caratteristica propria dei sistemi VRF è la possibilità di integrare la regolazione base (comando locale) con un sistema di gestione centralizzata e supervisione. Per quanto riguarda il progetto in oggetto, per le aree Polfer e DCO che hanno più unità interne collegate è prevista l'installazione di una unità per il controllo e il monitoraggio di tutte le unità interne. L'interfaccia grafica utente con Visual Navigation consente l'importazione di immagini o piante di edificio e collocazione di icone rappresentative delle unità interne. L'unità consente la programmazione con impostazione ad eventi: funzione Holiday per esclusione programma in caso di festività; varie possibilità di implementare logiche di funzionamento con contatti esterni o creazione di gruppi virtuali di unità interne; impostazione della temperatura, della velocità del ventilatore, della modalità operativa; impostazione limiti di temperatura e blocchi selettivi; controllo automatico della commutazione stagionale a doppio valore di impostazione e delle temperature limite (protezione gelo e surriscaldamento sistema); salvataggio dello storico del funzionamento impianto e di eventuali codici di errore con possibilità di invio E-mail a destinatari; funzione di invio automatico E-mail in caso di malfunzionamento impianto.

L'utilizzo del comando centralizzato, permette inoltre, di impostare alcune restrizioni relative alle funzionalità di ciascuna unità interna, andando a selezionare, unità per unità le funzioni che si vogliono mantenere attive ad esempio limitare il campo di funzionamento, gestione on/off, modalità di funzionamento, ecc..





## Zona Polfer

Destinazione d'uso prevalente uffici.

Pompa di calore VRF con capacità di raffreddamento 44,8 kW e capacità di riscaldamento 50,4 kW; l'impianto prevede 15 unità interne e 3 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria con batteria integrativa.

## Zona DCO

Destinazione d'uso prevalente uffici e locali di servizio

Pompa di calore VRF con capacità di raffreddamento 50,4 kW e capacità di riscaldamento 56,7 kW; l'impianto prevede 17 unità interne e 3 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria con batteria integrativa.

## Zone addetti di stazione ( n.3)

### Zona A: Ufficio, archivio e servizi

Pompa di calore (multi split) con capacità di raffreddamento 6,15 kW e capacità di riscaldamento 7,0 kW; l'impianto prevede 3 unità interne a cassetta e 1 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria (senza batteria di scambio termico).

### Zona B e C: Biglietteria e servizi

Per ogni zona una pompa di calore (multi split) con capacità di raffreddamento 6,15 kW e capacità di riscaldamento 7,0 kW; per ogni zona l'impianto prevede 3 unità interne a parete e 1 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria (senza batteria di scambio termico)).

### **Zona servizi igienici aperti al pubblico**

Pompa di calore (VRF) con capacità di raffreddamento 14,0 kW e capacità di riscaldamento 16 kW; l'impianto prevede 4 unità interne a cassetta e 1 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria con batteria di scambio termico.

### **Esercizi commerciali (n. 6)**

Pompa di calore (VRF) con capacità di raffreddamento 14,0 kW e capacità di riscaldamento 16 kW; l'impianto prevede 2 unità interne canalizzabili e 1 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria con batteria di scambio termico. Ogni locale commerciale ha proprio impianto così da risultare totalmente indipendente

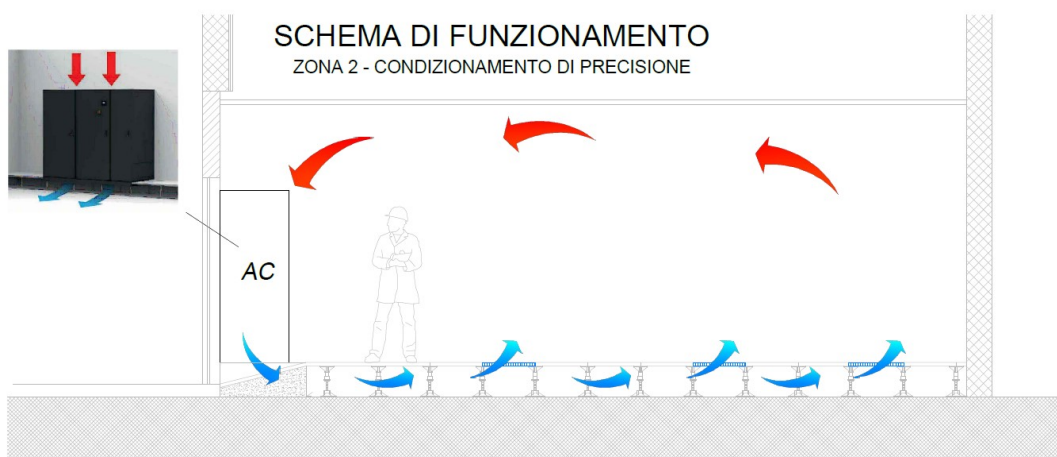
### **Locali tecnici (piano mezzanino)**

#### Locale SIAP (zona 1)

Per questo locale è prevista una unità in espansione diretta mono split con capacità di raffreddamento 7,8 kW e capacità di riscaldamento 8,4 kW; l'impianto prevede 1 unità interna parete

#### Centrale ACCM (zona 2)

Per tale locale tecnologico, di rilevante importanza, sono stati previsti due impianti di refrigerazione di precisione con condensatore remoto; l'unità interna immette aria dal basso nello spazio sotto pavimento flottante



La scelta di prevedere due unità di refrigerazione è dettata dalla necessità di avere un back-up almeno parziale in caso di guasto di una delle due unità. Il dimensionamento è fatto in funzione del calore da dissipare valutato nell'ordine di 8-10 kW; avendo ogni refrigeratore una potenza frigorifera di 7,7 kW (sensibile kW f 7,4), in caso di malfunzionamento di una delle due unità vi è comunque un back-up dell'80%.

#### Locali ITT (zona 3)

Per questi locali è prevista una unità in espansione diretta multi split con capacità di raffreddamento 6,15 kW e capacità di riscaldamento 7,03 kW; l'impianto prevede 3 unità interne parete (una per ogni locale).

#### **Locali tecnici (piano banchina)**

Per il locale quadri BT è prevista una unità in espansione diretta mono split con capacità di raffreddamento 3,5 kW e capacità di riscaldamento 4 kW; l'impianto prevede 1 unità interna parete. In questo caso non potendo remotare l'unità esterna sul coperto è stata prevista una installazione in nicchia così da occultare l'unità stessa.

Per i locali trasformatori è invece prevista una ventilazione forzata in estrazione con ripresa dell'aria dall'alto mediante canalizzazione e griglie di ripresa; l'aria di rinnovo fluirà da griglie di transito disposte sulla parete.

Per il dimensionamento dei ventilatori di estrazione si rimanda a successivo capitolo.

#### **4. IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA**

L'aria di rinnovo, così come determinata in funzione della UNI 10339, prevede l'utilizzo di recuperatori di calore entalpici. L'aria sarà immessa nei locali attraverso bocchette di mandata o, ove possibile, direttamente nell'unità terminale della climatizzazione, l'aria sarà estratta puntualmente per mezzo di griglie di ripresa.

Le portate d'aria del sistema di immissione e quelle dei sistemi di estrazione saranno correlate in modo da mantenere nei locali le seguenti condizioni rispetto agli ambienti circostanti:

- uffici: in sovra pressione
- servizi igienici, spogliatoi: in depressione

I recuperatori di calore previsti sono per lo più previsti con batteria termica integrata (connesso al sistema VRF); la batteria di scambio termico del recuperatore è parte integrante dell'architettura del sistema VRF così che il carico termico per il riscaldamento e raffreddamento dell'aria di rinnovo sia gestito direttamente dall'unità di recupero senza quindi gravare sulle unità terminali di condizionamento previste nei locali.



Per alcuni locali sono previsti recuperatore di calore, senza batteria termica, che provvederanno al rinnovo dell'aria delle biglietterie.

#### **5. IMPIANTO DI VENTILAZIONE AI FINI DELLA PREVENZIONI INCENDI**

L'attuale struttura architettonica dell'edificio fabbricato viaggiatori prevede un piano panchina, sostanzialmente al piano campagna, ed un piano ingresso-atrio sopraelevato che rappresenta la copertura del piano banchina. Tra i due livelli sono previste numerosi collegamenti (scale, scale mobili e ascensori), in particolare le scale sono aperte e quindi pongono in diretta comunicazione il piano banchine con il piano atrio.

Il piano banchine chiuso ai lati lunghi si configura come una galleria e quindi nell'ipotesi, seppur remota, che si generi un incendio del materiale rotabile fermo in stazione i prodotti della combustione potrebbero invadere i percorsi di collegamento tra i due piani, che peraltro rappresentano anche le vie di esodo, sino ad interessare il piano atrio.

Conseguentemente il progetto prevede opere atte a compartimentare i vani scale così da evitare che i prodotti della combustione possano raggiungere il piano ingresso/atricio. In particolare, oltre alla perimetrazione dei vani scala con muratura REI 120 e l'utilizzo di porte tagliafuoco vengono previsti degli spazi calmi atti ad accogliere temporaneamente i disabili.

Le porte tagliafuoco che fanno parte dei compartimenti, normalmente trattenute aperte da magneti, in caso di allarme incendi si chiuderanno automaticamente grazie al rilascio dei magneti.

Dal punto di vista impiantistico, una volta chiuse automaticamente le porte di compartimentazione, si vengono a configurare tre casistiche atte ad evitare che i prodotti della combustione possano invadere i vani scale al momento dell'apertura delle porte di esodo da parte degli utenti in fuga. Vengono quindi previsti i seguenti impianti:

1. Impianto di pressurizzazione dei filtri di accesso alle scale che dovrà prevedere il raggiungimento di prestazioni minime in esercizio secondo il D.M. 30/11/1983, cioè un valore di sovrappressione  $\geq 30$  Pa, e secondo il D.M. 21/10/2015; le norme tecniche prese a riferimento sono la UNI 12101-6 e UNI 12101-13. Il dimensionamento viene effettuato con 1 porta aperta con velocità di transito  $\geq 1$  m/s e comunque atto a garantire le funzioni delle porte REI (facile apertura e richiusura automatica dopo il passaggio delle persone in esodo).
2. Impianto di pressurizzazione del locale spazio calmo, al quale si accede esclusivamente dal vano scala, con  $\Delta P > 30$  Pa, tipicamente  $> 5$  Pa  $< 10$  Pa rispetto al filtro a prova di fumo. L'impianto prevede ventilatore dedicato ed in linea generale i due sistemi (pressurizzazione filtro e pressurizzazione spazio calmo) devono essere aeraulicamente compatibili tra loro in termini di prestazioni e utilizzo dei locali da parte dagli occupanti in esodo e/o in stazionamento.

3. Impianto a barriere d'aria (previsto dove non è presente il locale filtro di accesso alle scale) il cui dimensionamento e configurazione rispetta i requisiti minimi del D.M. 21/10/2015 (p.to V.3.3); il prelievo di aria di rinnovo, non potendo avvenire in loco, avviene dall'esterno mediante ventilatore dedicato posizionato in copertura e canalizzazioni EI 120.

Per i locali "filtro pressurizzato"

Per i filtri di accesso ai vani scale viene previsto un ventilatore assiale completo di un canale EI 120 dimensione 800 x 500 mm (portata calcolata 14.000 mc/h - Velocità 9,7 m/s) per la ripresa dell'aria di pressurizzazione (aria esterna); il canale aeraulico, con percorso dal piano coperto sino al filtro da pressurizzare, è ubicato in appositi cavedi verticali.

Secondo i calcoli allegati è prevista l'installazione di un ventilatore assiale con portata da 14.000 m<sup>3</sup>/h assoggettato ad inverter, fissato a soffitto all'interno del filtro

Il ventilatore per il filtro pressurizzato (calcolato a porta chiusa per una sovrappressione di 40 Pa ed a porta aperta con velocità di transito  $\geq 1$  m/s) sarà installato al di sopra del controsoffitto del locale stesso; il controsoffitto sarà realizzato con quadrotte in grigliato metallico aperto (tipo carabottino) per cui non sono previste bocchette di distribuzione in ambiente.

Il ventilatore si attiverà automaticamente in concomitanza con l'allarme antincendio e/o con il rilascio dei magneti porta.

A porte chiuse il ventilatore modulerà la portata (inverter) in funzione dello status porta inseguendo un Delta P di 40 Pa (sensore di pressione differenziale) tra locale filtro ed il piano banchina. A porta aperta il ventilatore si porterà automaticamente alla massima velocità così da ottenere una portata d'aria sufficiente ad ottenere una velocità in uscita dalla porta  $\geq 1$  m/s; tale controcorrente impedirà l'ingresso dei prodotti della combustione all'interno del filtro.

Per quanto concerne il calcolo di funzionamento con una porta aperta, rispetto ai calcoli di minima portata necessaria, il ventilatore è stato dimensionato con un coefficiente correttivo prudenziale di K 1,1 per cui, pur essendo sufficiente una portata di 13.440 m<sup>3</sup>/h, il ventilatore dovrà consentire una portata di 16.100 m<sup>3</sup>/h

Per quanto concerne il calcolo di funzionamento a porte chiuse il dimensionamento è stato fatto per i locali filtro che hanno due porte da 1,80 x 2,10.

STAZIONE DI BOVISA (N. 2 porte da 180) - FILTRO PRESURIZZATO			
<b>DATI DIMENSIONALI</b>		<b>SCELTA COEFFICIENTI</b>	
Dimensione locale filtro		Superficie di fuga per metro lineare di perimetro porta	
Larghezza	2,80 m	$S_F =$	0,0034 m <sup>2</sup> /m
Lunghezza	8,00 m		
Altezza	5,40 m	Superficie di passaggio attraverso le pareti	
		$S_M =$	0,000010 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Porta Ingresso		Coefficiente di flusso del trafilamento porta	
Larghezza	1,80 m	$C_{FP} =$	0,675
Altezza	2,10 m		
no. di porte	2	Coefficiente di flusso attraverso la muratura	
no. porte aperte	1	$C_{FM} =$	0,675
Spinta sulla porta	152 N	Coefficiente di flusso attraverso la porta aperta	
Porta scala		$C_{PA} =$	0,47
Larghezza	1,80 m		
Altezza	2,10 m	Coefficiente di sicurezza generale	
no. di porte	1	$K =$	1,10
no. porte aperte	0		
Spinta sulla porta	152 N		
Porta		ΔP da mantenere nel filtro a porte chiuse	
Larghezza	0,00 m	$\Delta P :$	40,00 Pa
Altezza	,00 m	Velocità dell'aria attraverso la porta con i Pa impostati	
no. di porte	0	$V_a =$	1,00 m/s
no. porte aperte	0	ΔP da mantenere nel filtro con una o più porte aperte	
		$\Delta P :$	2,716 Pa
<b>PORTATA NECESSARIA A PORTE CHIUSE</b>			
$Q =$ 1.780 m <sup>3</sup> /h			
<b>PORTATA DI SELEZIONE DEL VENTILATORE</b>			
$Q =$ 16.750 m <sup>3</sup> /h		← PORTATA OTTENUTA CON UN COEFF. CORRETTIVO K=1.1	
<b>PORTATA MINIMA</b>			
$Q =$ 13.940 m <sup>3</sup> /h		← PORTATA OTTENUTA DAI CALCOLI	

STAZIONE DI BOVISA (porte da 180) - FILTRO PRESURIZZATO			
<b>DATI DIMENSIONALI</b>		<b>SCELTA COEFFICIENTI</b>	
Dimensione locale filtro		Superficie di fuga per metro lineare di perimetro porta	
Larghezza	2,20 m	$S_F =$	0,0034 m <sup>2</sup> /m
Lunghezza	7,80 m	Superficie di passaggio attraverso le pareti	
Altezza	5,40 m	$S_M =$	0,000010 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Porta Ingresso		Coefficiente di flusso del trafilemento porta	
Larghezza	1,80 m	$C_{FP} =$	0,675
Altezza	2,10 m	Coefficiente di flusso attraverso la muratura	
no. di porte	1	$C_{FM} =$	0,675
no. porte aperte	1	Coefficiente di flusso attraverso la porta aperta	
Spinta sulla porta	152 N	$C_{PA} =$	0,47
Porta scala		Coefficiente di sicurezza generale	
Larghezza	1,80 m	$K =$	1,10
Altezza	2,10 m	ΔP da mantenere nel filtro a porte chiuse	
no. di porte	1	ΔP :	40,00 Pa
no. porte aperte	0	Velocità dell'aria attraverso la porta con 1 Pa impostati	
Spinta sulla porta	152 N	$V_a =$	1,00 m/s
Porta		ΔP da mantenere nel filtro con una o più porte aperte	
Larghezza	0,00 m	ΔP :	2,80 Pa
Altezza	,00 m		
no. di porte	0		
no. porte aperte	0		
<b>PORTATA NECESSARIA A PORTE CHIUSE</b>		PORTATA OTTENUTA CON UN COEFF. CORRETTIVO K=1.1	
$Q = 1.190 \text{ m}^3/\text{h}$		PORTATA OTTENUTA DAI CALCOLI	
<b>PORTATA DI SELEZIONE DEL VENTILATORE</b>			
$Q = 16.160 \text{ m}^3/\text{h}$			
<b>PORTATA MINIMA</b>			
$Q = 13.440 \text{ m}^3/\text{h}$			

Il ventilatore assiale selezionato ha potenza installata di 2,64 kW – 400 V diametro 560 mm e soddisfa le portate calcolate in entrambe le condizioni di funzionamento calcolate; di seguito i punti di funzionamento:



### Selezione

Percentuale della potenza massima

Frequenza Hz

Numero di giri ventilatore rpm

Velocità m/s

Speed Ratio

Potenza effettiva m<sup>3</sup>/h / Pa (total)

Pressione dinamica in mandata Pa

Duty Shaft Power kW

SFP W (l/s)

### Duty 1

98 %

49,22 Hz

2865 rpm

18,2 m/s

98 %

16100 @ 199

198

1,37

0,37

### Duty 2

24 %

11,95 Hz

695 rpm

1,4 m/s

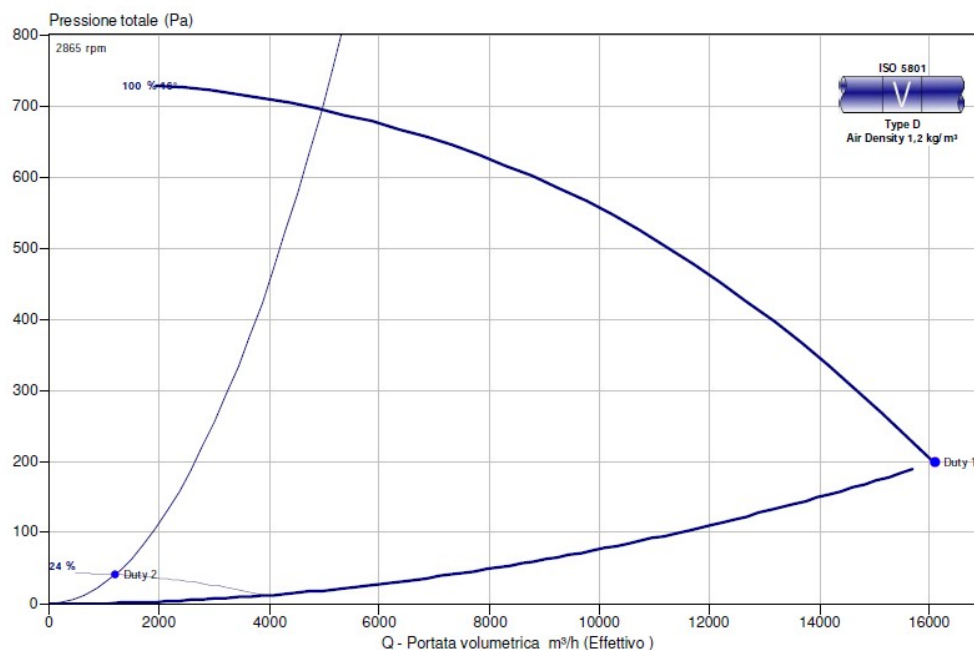
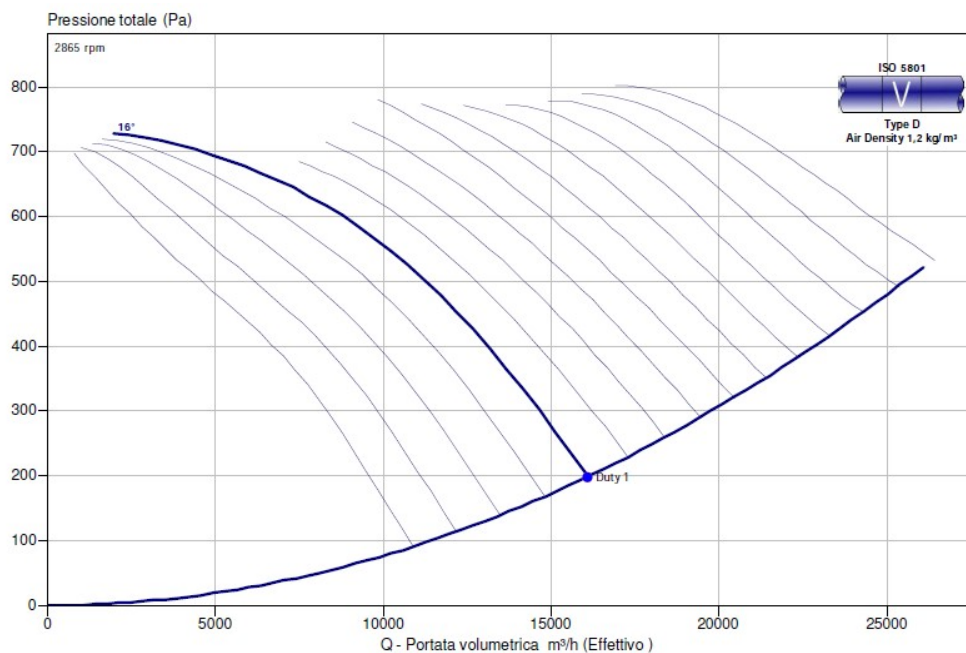
24 %

1203 @ 41

1

0,026

2,51



Per i locali spazio calmo (disabili)

Per i locali spazi calmi, il cui accesso è previsto sempre dal locale filtro, viene previsto un ventilatore assiale completo di un canale EI 120 dimensione 300 x 300 mm (portata calcolata 1.300 mc<sup>3</sup> - Velocità 1,3 m/s) per la ripresa dell'aria di pressurizzazione (aria esterna); il canale aeraulico, con percorso dal piano coperto sino al filtro da pressurizzare, è ubicato in appositi cavedi verticali.

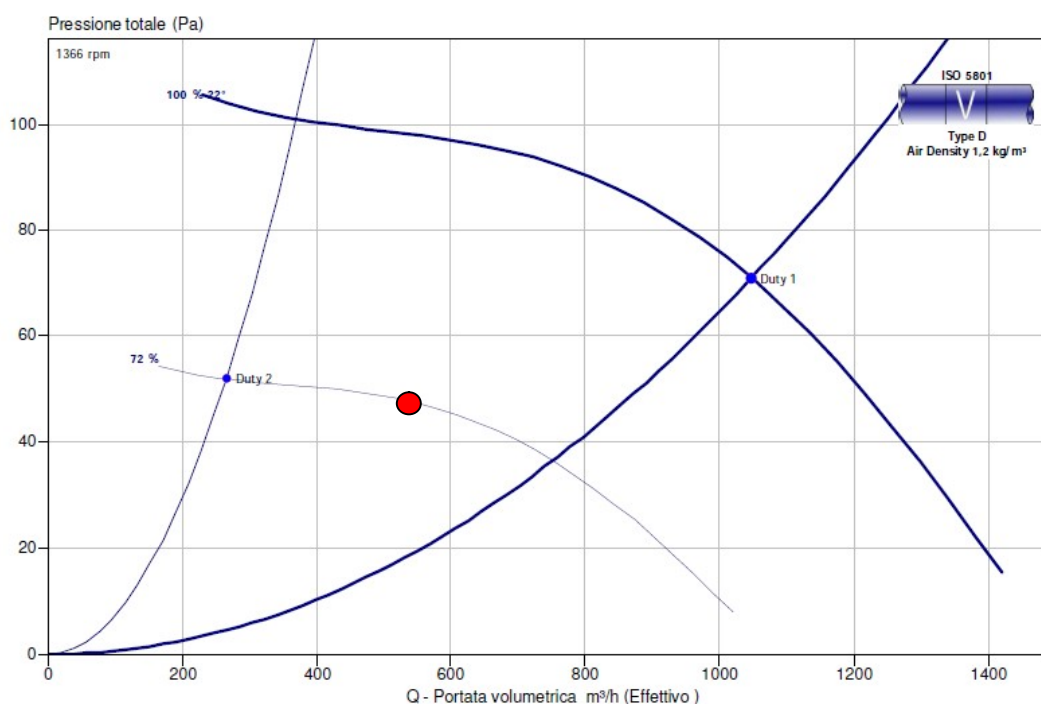
Il ventilatore per lo spazio calmo (calcolato a porta chiusa) sarà installato nel controsoffitto del locale stesso (sovrappressione 50 Pa); anche in questo caso il controsoffitto è realizzato con quadrotte in grigliato metallico aperto (tipo carabottino) per cui non servono griglie sul canale di mandata.

È prevista l'installazione di un ventilatore assiale assoggettato ad inverter all'interno del locale spazio calmo, fissato a soffitto.

Il ventilatore si dovrà attivare automaticamente in concomitanza con l'allarme antincendio e/o con il rilascio dei magneti porta.

Il ventilatore modulerà la portata (inverter) in funzione dello status porta inseguendo un Delta P di ~ 50 Pa (ovvero +10 Pa rispetto al filtro), tra locale spazio calmo e il piano banchina.

Il ventilatore ha potenza installata di 0,055 kW – 400 V, diametro 315 mm.



STAZIONE DI BOVISA - SPAZIO CALMO

DATI DIMENSIONALI	
Dimensione locale filtro	
Larghezza	2,30 m
Lunghezza	3,80 m
Altezza	5,00 m
Porta Ingresso	
Larghezza	1,20 m
Altezza	2,10 m
no. di porte	1
no. porte aperte	0
Spinta sulla porta	126 N
Porta scala	
Larghezza	1,80 m
Altezza	2,10 m
no. di porte	0
no. porte aperte	0
Porta	
Larghezza	0,00 m
Altezza	,00 m
no. di porte	0
no. porte aperte	0

PORTATA NECESSARIA A PORTE CHIUSE	
Q =	570 m <sup>3</sup> /h

PORTATA A PORTE APERTE	
Non sono previste porte aperte	

I.R. I dati riportati nel presente documento sono da intendersi come un supporto agli uffici tecnici e non sostituiscono la progettazione necessaria.	
---	--

SCELTA COEFFICIENTI		
Superficie di fuga per metro lineare di perimetro porta	S <sub>F</sub> =	0,0034 m <sup>2</sup> /m
Superficie di passaggio attraverso le pareti	S <sub>M</sub> =	0,000010 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Coefficiente di flusso del trafilemento porta	C <sub>FP</sub> =	0,675
Coefficiente di flusso attraverso la muratura	C <sub>FM</sub> =	0,675
Coefficiente di flusso attraverso la porta aperta	C <sub>PA</sub> =	0,47
Coefficiente di sicurezza generale	K =	1,10

ΔP da mantenere nel filtro a porte chiuse	ΔP :	50,00 Pa
ΔP da mantenere nel filtro con una o più porte aperte	ΔP :	2,70 Pa
Velocità dell'aria attraverso la porta con i Pa impostati	V <sub>a</sub> =	1,00 m/s

$$Q_{P,A} \left[ \frac{m^3}{h} \right] = 3.600 \left[ \frac{s}{h} \right] \times S_P \left[ m^2 \right] \times C_{P,A} \times \sqrt{\frac{2 \times g \times \Delta P [mmc.a.]}{\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]}}$$

$$Q_P \left[ \frac{m^3}{h \times m} \right] = 3.600 \left[ \frac{s}{h} \right] \times S_F \left[ \frac{m^2}{m} \right] \times C_{FP} \times \sqrt{\frac{2 \times g \times \Delta P [mmc.a.]}{\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]}}$$

$$Q_M \left[ \frac{m^3}{h \times m^2} \right] = 3.600 \left[ \frac{s}{h} \right] \times S_M \left[ \frac{m^2}{m^2} \right] \times C_{FM} \times \sqrt{\frac{2 \times g \times \Delta P [mmc.a.]}{\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]}}$$

Per i vani scala dotati di lame d'aria

Per i vani scala per i quali non è stato progettato un locale intermedio di protezione (locale filtro pressurizzato) viene previsto un impianto di ventilazione a barriere d'aria il cui dimensionamento e configurazione rispetta i requisiti minimi del D.M. 21/10/2015 (p.to V.3.3), per cui il prelievo di aria di rinnovo, non potendo avvenire in loco, avviene dall'esterno mediante ventilatore dedicato posizionato in copertura e canalizzazioni EI 120. Tale ventilatore si configura come booster del sistema dato che le lame d'aria non hanno caratteristiche tali da poter vincere le perdite di carico delle canalizzazioni.

L'impianto a lame d'aria sono quindi previste solo dove non è previsto il filtro pressurizzato ed è così sommariamente costituito:

- cassonetto ventilante booster sotteso ad inverter ubicato sul coperto;
- canale EI120 dal cassonetto di ventilazione sino al punto di aspirazione delle lame d'aria costituito da un plenum;
- lama d'aria da 2 m di lunghezza da prevedersi per ogni varco aperto; la portata d'aria caratteristica di ogni lama d'aria è di 10.000 m<sup>3</sup>/h. Nella configurazione con due porte la portata è quindi pari a 20.000 m<sup>3</sup>/h con un canale EI 120 con dimensione 1000 x 500 mm; nella configurazione con una lama d'aria la portata è di 10.000 m<sup>3</sup>/h ed è previsto un canale 700 x 400 mm.

Le lame d'aria saranno installate sopra porta, sul lato protetto, in alcuni casi è previsto un solo accesso al vano scale per cui vi è una sola lama d'aria; in tutti gli altri casi sono installate due lame d'aria (in questo caso le lame d'aria funzionano simultaneamente).

Il sistema prevede che le lame d'aria vengano alimentate da aria di rinnovo prelevata dall'esterno, pertanto, sul coperto sono previsti dei ventilatori cassonati assoggettati ad inverter che immetteranno aria in dei canali sino a raggiungere le lame d'aria, collegandosi sul lato aspirazione.

La lama d'aria svolge un effetto tenda che impedisce ai prodotti della combustione di oltrepassarla.

Test ed esperimenti pratici condotti in ambito nazionale ed internazionale hanno dimostrato che la velocità critica di propagazione dei fumi varia tra 1,0 e 3,0 m/s in assenza di fattori di depressione/sovrapressione.

Le velocità critiche orizzontali dei fumi possono essere raggruppate come di seguito, applicando la formula:

$$V_{\text{critica}} = K (g Q/W \rho C_p T)^{1/3}$$

Dove:

- K è una costante adimensionale di valore pressoché unitario
- g = accelerazione di gravità
- W = la larghezza della galleria
- Q è il valore della potenza termica rilasciata dall'incendio
- $\rho$  = densità dell'aria in galleria
- $C_p$  = calore specifico dell'aria in galleria
- T = temperatura dell'aria in galleria

Valori di Velocità critica:

- $V_x$  critica max = 3,0 m/s = 10,8 km/h in contesti estremi (incendi all'interno di tunnel e gallerie stradali)
- $V_x$  critica max = 2,0 m/s = 7,2 km/h in contesti di trasporto/ferroviario (incendi all'interno di aeroporti, stazioni ferroviarie sotterranee, metropolitane)
- $V_x$  critica max = 1,0-2,0 m/s = 3,6-7,2 km/h in contesti civili (centri commerciali, ospedali o luoghi con ridotta presenza di combustibili e comburenti)

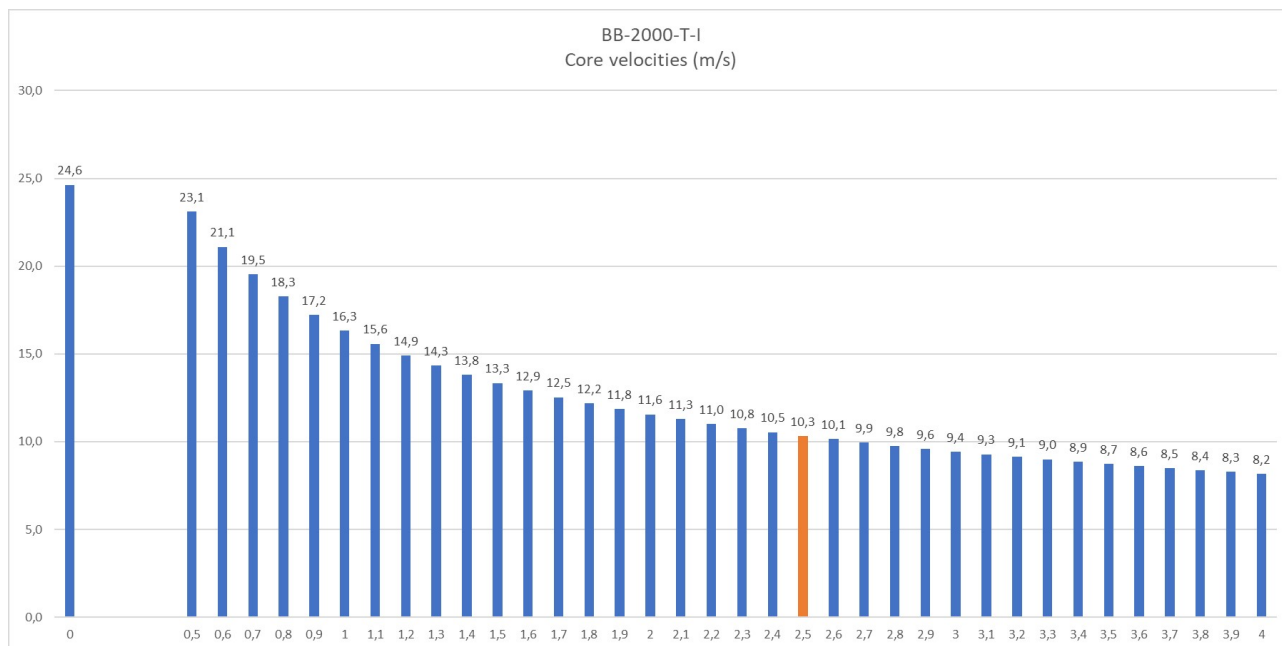
Nel nostro caso si assume:  $V_x$  critica max = 2,0 m/s = 7,2 km/h.

Per poter contrastare il flusso dei fumi con questa velocità, occorre che la lama d'aria abbia, in prossimità del pavimento (a circa 20-30 cm da esso, per evitare le turbolenze dovute all'effetto "superficie") un flusso con una componente orizzontale della velocità pari o superiore a 2,0 m/s.

Inclinando il flusso di 15° verso il compartimento a rischio incendio e considerando che  $\sin(15^\circ) = 0,2588$  si ottiene:

$$V_{or} = 2/0,2588 = 7,73 \text{ m/s}$$

La soluzione progettuale prevede quindi un dimensionamento della lama d'aria taglia fumo, di larghezza 2000 mm, che tenga conto delle suddette velocità da ottenere mediante le prestazioni dei ventilatori e le corrette dimensioni delle feritoie; di seguito grafico delle prestazioni della lama d'aria prescelta.

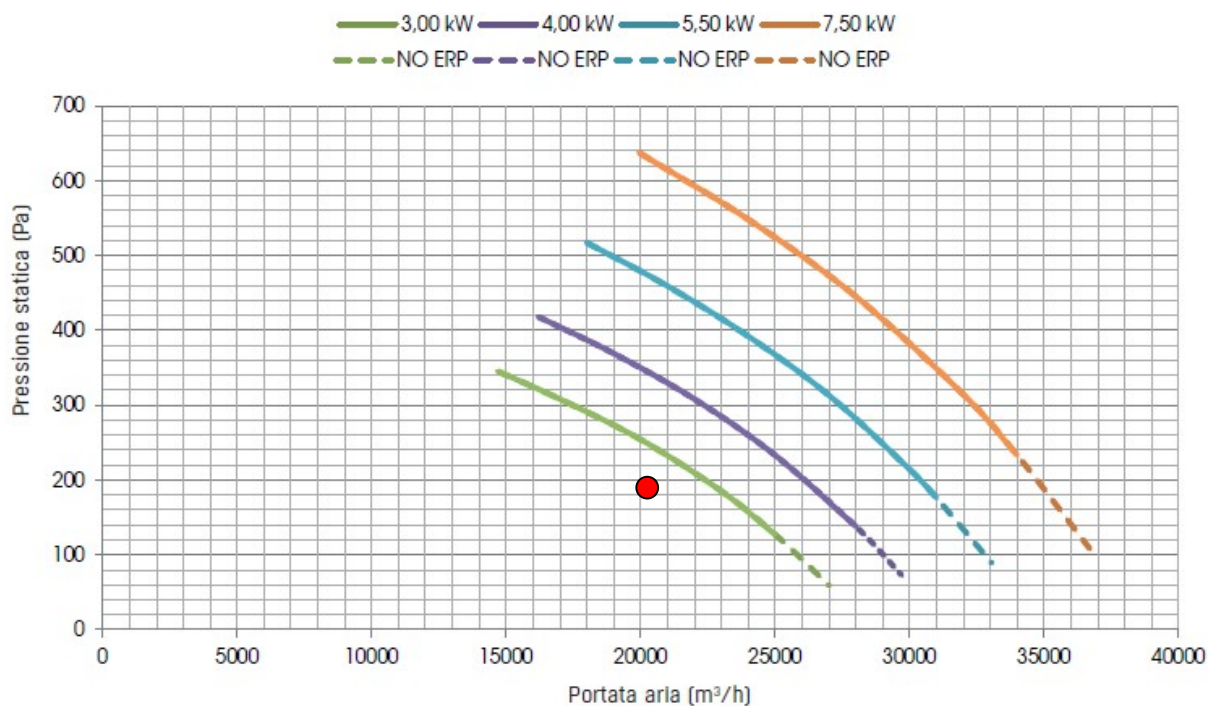
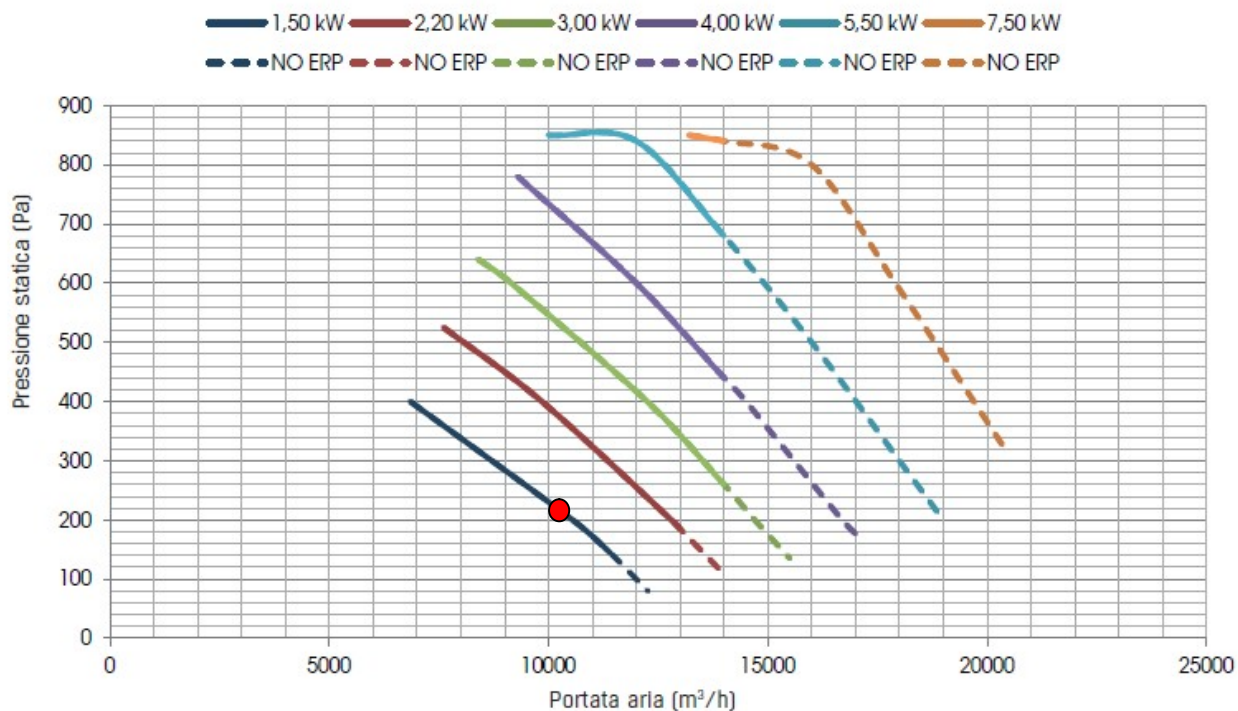


Il modello prescelto, in grado di fornire una velocità dell'aria a terra di circa 7 m/s, è il modello AC LINEA BB-2000EC-I della FlaktGroup avente larghezza 2000 mm; questo modello fornisce una portata aria di circa 10.000 mc/h.

Pertanto occorrerà dimensionare dei cassonati booster da esterno per immissione aria canalizzata con portata aria  $\geq$  di 20.000 mc/h (a servizio di nr.2 barriere) e di  $\geq$ 10.000 mc/h (a servizio di nr.1 barriera) con una prevalenza richiesta di circa 200-250 Pa, con regolazione da inverter.

Il ventilatore in copertura si dovrà attivare automaticamente in concomitanza con l'allarme antincendio e/o con il rilascio dei magneti porta contemporaneamente si dovranno avviare anche le lame d'aria (1 o 2 a seconda dei casi). L'inverter in questo caso ha funzione di mera regolazione della portata.

Di seguito curve caratteristiche dei ventilatori previsti sul coperto: uno per ogni vano scala dotato di una sola porta di accesso - portata 10.000 mc/h potenza 1,5 kW 400 V; uno per ogni vano scala dotato di due porta di accesso - portata 20.000 mc/h potenza 3 kW 400 V.





Si allega scheda tecnica della lama d'aria - potenza elettrica 3 kW 220 V;

Caratteristiche tecniche – serie Ambient con motori AC														
Modello	Lunghezza (mm)	Altezza installazione max consigliata (m)	Alimentazione elettrica motori (Volt/Hz/fase)	Potenza assorbita motori (W)	Corrente assorbita motori (A)	Numero velocità	Portata aria (m³/h)					LPS* (dB(A))		Peso (kg)
							Vel. 1	Vel. 2	Vel. 3	Vel. 4	Vel. 5	min.	max	
ACDFM10A-I	1000	3	230/50/1	460	2,1	5	877	1023	1.242	1.461	1.680	38	53	54
ACDFM15A-I	1500	3	230/50/1	690	3,15	5	1.315	1.534	1.863	2.191	2.520	39	54	83
ACDFM20A-I	2000	3	230/50/1	920	4,2	5	1.753	2.045	2.483	2.922	3.360	41	55	109
ACDFM25A-I	2500	3	230/50/1	1.150	5,25	5	2.191	2.557	3.104	3.652	4.200	42	56	140
ACDFM30A-I	3000	3	230/50/1	1.380	6,3	5	2.630	3.068	3.725	4.383	5.040	43	57	163
ACDFG10A-I	1000	3,5	230/50/1	690	3,15	5	1.315	1.534	1.863	2.191	2.520	41	54	57
ACDFG15A-I	1500	3,5	230/50/1	920	4,2	5	1.753	2.045	2.483	2.922	3.360	42	55	84
ACDFG20A-I	2000	3,5	230/50/1	1.380	6,3	5	2.630	3.068	3.725	4.383	5.040	43	56	113
ACDFG25A-I	2500	3,5	230/50/1	1.610	7,35	5	3.068	3.579	4.346	5.113	5.880	44	57	146
ACDFG30A-I	3000	3,5	230/50/1	1.840	8,4	5	3.506	4.090	4.967	5.843	6.720	45	58	170
ACDFB10A-I	1000	4	230/50/1	1.005	4,38	5	2.137	2.493	3.027	3.561	4.095	44	57	90
ACDFB15A-I	1500	4	230/50/1	1.340	5,84	5	2.849	3.323	4.036	4.748	5.460	45	58	103
ACDFB20A-I	2000	4	230/50/1	2.010	8,76	5	4.273	4.985	6.053	7.122	8.190	47	60	133
ACDFB25A-I	2500	4	230/50/1	2.680	11,68	5	5.697	6.647	8.071	9.496	10.920	49	62	180
ACDFB30A-I	3000	4	230/50/1	3.350	14,6	5	7.122	8.309	10.089	11.870	13.650	50	63	224
ACDFB10A-I	1000	5	230/50/1	1.340	5,84	5	2.849	3.323	4.036	4.748	5.460	48	58	100
ACDFB15A-I	1500	5	230/50/1	2.010	8,76	5	4.273	4.985	6.053	7.122	8.190	49	60	110
ACDFB20A-I	2000	5	230/50/1	2.680	11,68	5	5.697	6.647	8.071	9.496	10.920	51	61	140
ACDFB25A-I	2500	5	230/50/1	3.350	14,6	5	7.122	8.309	10.089	11.870	13.650	52	62	186
ACDFB30A-I	3000	5	230/50/1	4.020	17,52	5	8.546	9.970	12.107	14.243	16.380	53	64	243

## 6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LOCALI TRAFO

La particolare tipologia dei locali richiede la ventilazione meccanizzata per il controllo della temperatura interna. Infatti, per tipologia costruttiva del locale, non esiste la possibilità di smaltire il calore prodotto dai trasformatori attraverso la ventilazione naturale. Per determinare la portata d'aria necessaria allo smaltimento del calore esistono due modalità di cui normata dalle norme CEI 11-35. Abbiamo effettuato una doppia verifica al fine di adottare la più cautelativa delle due. Vista la dimensione dei trasformatori la potenza termica da smaltire è di circa 14,0 kW per ogni trasformatore; di seguito i risultati dei calcoli.

### Modalità 1

Secondo le norme CEI 11-35 " Guida all'esecuzione delle cabine elettriche" quando l'areazione naturale non è sufficiente a smaltire il calore in cabina, si dovrà ricorrere ad una ventilazione



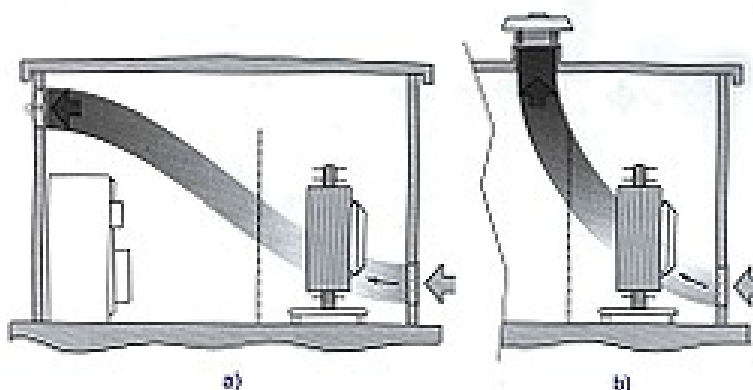
forzata. In genere la ventilazione forzata viene dimensionata per il 30/50 % della potenza termica da smaltire. La ventilazione forzata si attiva automaticamente attivata da un termometro ambiente tarato sui 30/35°C o dalle protezioni termiche del trasformatore.

La ventilazione forzata, estraendo l'aria dal locale, annulla di fatto l'effetto camino e dunque sostituisce completamente la ventilazione naturale. Per questo motivo nel dimensionamento dell'estrattore non si deve aggiungere alla portata dell'estrattore quella della ventilazione naturale.

La portata dell'estrattore  $qv$  (m<sup>3</sup>/h) necessaria per smaltire la potenza termica  $P_t$  (kW) si può ricavare dalla formula:

$$qv = 346 * P_t$$

In corrispondenza alle griglie di aerazione è opportuno che la velocità dell'aria in ingresso non superi i 3 m./sec. per evitare che si sollevi polvere all'interno del locale con conseguente sporco delle apparecchiature elettriche.



TRASFORATORE 1600 KVA per locale UTENTE 1 e 2

<u>Cabina elettrica</u>	<u>Trasformatore</u>	<u>Potenza ( KVA)</u>	Load losses at 75°C (W)	$qv$ (m <sup>3</sup> /h)	Portata aria ventilatore (m <sup>3</sup> /h)
UTENTE 1	TR1-1	1.600	14.000	4.844	5.000
UTENTE 2	TR2-1	1.600	14.000	4.844	5.000

Modalità 2

Secondo la seguente formula si determina la quantità di calore che deve essere estratto dall'ambiente.

$$Q = \frac{P * 3600}{\rho * c_p * \Delta T}$$

Q = portata d'aria in m<sup>3</sup>/h

P = calore che deve essere estratto in kW

$\rho$  = densità dell'aria in kg/m<sup>3</sup>

$\Delta T$  = differenza di temperatura tra aria immessa ed aria estratta in °C

$c_p$  = capacità calorifica specifica dell'aria

$$\frac{P * 3600}{1,225 * 1 * (30 - 40)}$$

<u>Cabina elettrica</u>	<u>Trasformatore</u>	<u>Potenza ( KVA)</u>	Load losses at 75°C (W)	qv (m <sup>3</sup> /h)	Portata aria ventilatore (m <sup>3</sup> /h)
UTENTE 1	TR1-1	1.600	14.000	4.114	4.200
UTENTE 2	TR2-1	1.600	14.000	4.114	4.200

Conclusione: tra le due modalità calcolate si è optato per la più cautelativa, ovvero quella risultante dalla modalità n. 1 (CEI 11-35).

## 7. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Per i servizi igienici di dimensioni importanti, la produzione dell'acqua calda sanitaria è prevista tramite bollitori autonomi in pompa di calore (completi di unità esterna) dimensionati per garantire piena flessibilità e maggior risparmio energetico sfruttando l'energia rinnovabile dell'aria; i bollitori sono collocati in locali tecnici del piano mezzanino. Uno dei bollitori, con capacità 300 litri, è dedicato ai servizi igienici pubblici ed uno, sempre con capacità da 300 litri, è dedicato alle aree PolFer.

Per i servizi igienici di minori dimensioni sono previsti bollitori di tipo idrido che sfrutta l'energia dell'aria, trasferendola all'acqua grazie ad un ciclo termodinamico; questi bollitori hanno capacità compresa tra 50 e 80 litri. Per i bagni singoli sono invece previsti semplici bollitori elettrici da 15 litri.

Il dimensionamento è stato eseguito secondo quanto prescritto dalle norme UNI 9182 (Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione). Considerando che è necessaria una produzione istantanea di acqua calda ad uso sanitario per un utilizzo a  $35\div40^{\circ}\text{C}$ , con possibilità di funzionamento contemporaneo del 60-70% di tutti gli utilizzatori, e disponendo di acqua di acquedotto a  $10^{\circ}\text{C}$ , si è scelto un sistema di produzione acqua calda con accumulo a  $60^{\circ}\text{C}$ .

Tenendo conto dell'effetto di miscelazione con l'acqua entrante, consentirà una elevata produzione di acqua, alle temperature di utilizzo, sufficiente a coprire i consumi dei servizi igienici. La temperatura di accumulo a  $60^{\circ}\text{C}$  è altresì dettata dalla necessità di effettuare una continua disinfezione termica al fine di evitare ogni rischio sanitario e in particolare lo sviluppo batterico della Legionella Pneumophila. La progettazione dell'impianto idrico-sanitario è stata realizzata secondo quanto prescritto dalle linee guida per la sorveglianza e il controllo della legionellosi.

Prima della distribuzione ai singoli servizi, l'acqua calda alla temperatura di  $60^{\circ}\text{C}$ , verrà miscelata per mezzo di un miscelatore termostatico, regolato in funzione della temperatura di mandata richiesta dall'utenza. In particolare, è prevista una regolazione della temperatura a circa  $38\div40^{\circ}\text{C}$ .

Il complesso valvole-collettori sarà dislocato in modo da consentire un facile accesso a tutti gli organi di comando e di controllo oltre a rendere agevoli le operazioni di manutenzione. Sono inoltre previsti tutti gli accorgimenti atti a rendere sicuro l'utilizzo e la manutenzione degli impianti.

## **8. IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

L'acqua di consumo sarà derivata dall'acquedotto pubblico dell'adiacente Via Lambruschini. Il punto di consegna dell'acqua avverrà all'interno di un apposito locale tecnico (adiacente al

locale gruppo elettrogeno) previsto al piano banchine nel piazzale esterno. La tubazione interrata, prevista nel tratto compreso tra il pozzetto di intercettazione e l'acquedotto pubblico, sarà in Pead PE 100 PN 16 Ø 90 mm. Prima dell'ingresso nel locale tecnico di misura è previsto un pozzetto interrato con valvola di intercettazione.

Dal lato opposto della stazione, dove è collocata la riserva idrica antincendio è previsto un secondo allaccio al pubblico acquedotto (utenza già esistente) esclusivamente dedicato agli scopi antincendio anche in questo caso è prevista una tubazione Pead PE 100 PN 16 Ø 90 mm che dovrà consentire la connessione di un idrante a colonna doppio DN 100 in grado di erogare 500 l/min..

Per ogni linea è previsto un contatore tipo Woltmann che dovrà essere installato dall'ente erogatore della risorsa idrica; al fine di consentire una agevole manutenzione sono previste intercettazioni anche a valle dei contatori.

All'interno del locale tecnico del piano banchina, esclusivamente dedicato agli impianti idrici, sulla tubazione di adduzione dell'acqua del circuito idrico potabile sarà posto un filtro a calza intercettabile. Dall'adduttore principale deriveranno le linee di distribuzione ai vari servizi, tutte saranno sottese a misuratore di portata tipo Woltmann, dotati di conta impulsi remotizzabili, così da consentire la contabilizzazione differenziata di ogni singola utenza.

Sulla linea di acqua fredda in ingresso ai bollitori di maggiore capacità (300 litri) sono previsti dei dosatori proporzionali di polifosfati.

La rete di distribuzione acqua fredda/calda sanitaria sarà realizzata con tubazioni in acciaio zincato per i tratti compresi tra la centrale idrica e i collettori di distribuzione ed in multistrato per i tratti compresi tra i collettori e le utenze finali.

L'impianto idrico sanitario è stato dimensionato in ottemperanza alla norma UNI EN 9182/2014 utilizzando le tavole D 3 (prospetto D2) per la determinazione delle unità di carico (UC) e la tavola D 4.1 (prospetto D3) per il calcolo della portata massima contemporanea. Il calcolo delle tubazioni è stato fatto come prescritto nell'Appendice I della sopracitata norma non superando le velocità riportate nelle tabella di seguito riportata.

Le rubinetterie con comando a leva, per il servizio disabili, ed i miscelatori monocomando saranno in ottone cromato di tipo pesante.

Per tutti i gruppi di servizi igienici si sono previsti apparecchi sanitari in porcellana dura (vitreous china) del tipo secondo le definizioni della norma UNI 4542 e UNI 4543; i vasi sono previsti del tipo sospeso con cassetta di alimentazione d'incasso tipo Geberit. Tutti gli apparecchi sanitari saranno fissati ad appositi telai in acciaio zincato integrati nella muratura.

Velocità max dell'acqua nelle tubazioni idrico ed igienico sanitario:

- da Ø ¾" a Ø 1"	1,10	m/sec
- per Ø 1"	1,30	m/sec
- per Ø 1"¼	1,60	m/sec
- per Ø 1"½	1,80	m/sec
- per Ø 2"	2,00	m/sec
- per Ø 2"½	2,20	m/sec

Caratteristiche alimentazione idrica:

- pressione minima acquedotto	3 bar
- temperatura acqua	10 °C

**Definizione delle Portate:**

Tubazione principale Ø 2"½ (ingresso edificio)

Unità di carico complessive UC 372 → **5,5 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,53 m/s < a 2,20 m/s

Tubazione principale Ø 2" (circuito servizi igienici lato Milano)

Unità di carico complessive UC 178 → **3,75 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,73 m/s < a 2,00 m/s

Tubazione principale Ø 2" (circuito servizi igienici lato Saranno)

Unità di carico complessive UC 194 → **3,95 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,80 m/s < a 2,00 m/s

Tubazione principale Ø 1"½ (circuito servizi igienici area Polfer)

Unità di carico complessive UC 53 → **1,90 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,42 m/s < a 1,80 m/s

Tubazione principale Ø 1"½ (circuito servizi igienici pubblici)

Unità di carico complessive UC 64 → **2,10 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,53 m/s < a 1,80 m/s

**TAB. 10 - TUBI IN ACCIAIO ZINCATO - ACQUA FREDDA (10°C)**

Portate ammissibili in relazione al carico unitario lineare disponibile

Dn	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	101,6	108
Di	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	94,4	100,8
J	Portate [l/s]								
mm c.a./m	velocità [m/s]								
10	0,12	0,23	0,48	0,72	1,34	2,68	4,11	6,27	7,48
	0,33	0,39	0,47	0,52	0,61	0,73	0,81	0,90	0,94
15	0,15	0,28	0,59	0,89	1,67	3,33	5,10	7,79	9,29
	0,41	0,48	0,58	0,65	0,76	0,90	1,01	1,12	1,17
20	0,18	0,33	0,69	1,04	1,95	3,88	5,95	9,09	10,83
	0,48	0,57	0,68	0,76	0,89	1,06	1,18	1,31	1,37
25	0,20	0,37	0,78	1,17	2,19	4,37	6,70	10,24	12,21
	0,54	0,64	0,77	0,85	1,00	1,19	1,33	1,48	1,54
30	0,22	0,41	0,86	1,29	2,42	4,82	7,39	11,29	13,46
	0,60	0,70	0,85	0,94	1,10	1,31	1,46	1,63	1,70
35	0,24	0,45	0,93	1,40	2,62	5,23	8,03	12,26	14,61
	0,65	0,76	0,92	1,02	1,19	1,42	1,59	1,77	1,85
40	0,26	0,48	1,00	1,50	2,82	5,62	8,62	13,16	15,69
	0,70	0,82	0,99	1,09	1,28	1,53	1,70	1,90	1,98
45	0,27	0,51	1,07	1,60	3,00	5,98	9,18	14,02	16,71
	0,74	0,87	1,05	1,17	1,37	1,63	1,81	2,02	2,11
50	0,29	0,54	1,13	1,69	3,17	6,33	9,71	14,83	17,68
	0,79	0,92	1,11	1,23	1,45	1,72	1,92	2,14	2,23
55	0,30	0,57	1,19	1,78	3,34	6,66	10,22	15,61	18,61
	0,83	0,97	1,17	1,30	1,52	1,81	2,02	2,25	2,35
60	0,32	0,59	1,24	1,87	3,50	6,98	10,71	16,35	19,49
	0,87	1,02	1,23	1,36	1,59	1,90	2,12	2,36	2,46
65	0,33	0,62	1,30	1,95	3,65	7,28	11,17	17,07	20,34
	0,91	1,06	1,28	1,42	1,66	1,98	2,21	2,46	2,57
70	0,35	0,65	1,35	2,03	3,80	7,58	11,63	17,76	21,17
	0,94	1,10	1,33	1,48	1,73	2,06	2,30	2,56	2,68
75	0,36	0,67	1,40	2,10	3,94	7,86	12,06	18,42	21,96
	0,98	1,15	1,38	1,53	1,80	2,14	2,38	2,65	2,78
80	0,37	0,69	1,45	2,18	4,08	8,14	12,49	19,07	22,73
	1,01	1,19	1,43	1,59	1,86	2,21	2,47	2,75	2,87
85	0,38	0,72	1,50	2,25	4,22	8,41	12,90	19,70	23,48
	1,05	1,23	1,48	1,64	1,92	2,29	2,55	2,84	2,97
90	0,40	0,74	1,55	2,32	4,35	8,67	13,30	20,31	24,21
	1,08	1,26	1,52	1,69	1,98	2,36	2,63	2,93	3,06
95	0,41	0,76	1,59	2,39	4,48	8,92	13,69	20,91	24,92
	1,11	1,30	1,57	1,74	2,04	2,43	2,71	3,01	3,15
100	0,42	0,78	1,64	2,45	4,60	9,17	14,07	21,49	25,62
	1,14	1,34	1,61	1,79	2,09	2,50	2,78	3,10	3,24
110	0,44	0,82	1,72	2,58	4,84	9,65	14,81	22,61	26,95
	1,20	1,41	1,70	1,88	2,20	2,63	2,93	3,26	3,41
120	0,46	0,86	1,80	2,71	5,07	10,11	15,51	23,69	28,24
	1,26	1,47	1,78	1,97	2,31	2,75	3,07	3,41	3,57

## 9. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE

La rete fognaria dovrà essere conforme alle disposizioni del Regolamento di Fognatura Comunale vigente e delle norme UNI.

L'impianto di scarico acque nere e grigie è stato dimensionato in ottemperanza alla norma UNI EN 12056-2 utilizzando come sistema di scarico il Sistema I che prevede diramazioni di scarico riempite parzialmente e precisamente pari al 50% e configurato con una ventilazione primaria.

Per la progettazione dell'impianto sono state utilizzati il prospetto 2 ( art. 6.2.2) per la definizione delle unità di scarico e la formula riportata al punto 6.3.1 per il calcolo delle portate acque reflue utilizzando come coefficiente di frequenza  $K=0,7$ , per uso frequente.

I collettori di scarico avranno diametro non inferiore a 110 mm e saranno prolungati fin oltre la copertura dell'edificio e termineranno con esalatori.

L'intera rete di scarico delle acque usate, interna all'edificio, 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.

Per la valutazione degli AE, le linee guida ARPA prevedono:

- uffici, esercizi commerciali: 1 AE ogni 3 dipendenti
- bar, circoli e club: 1 AE ogni 7 persone

Valori desunti dalla seguente tabella ARPA sede Centrale:

Casa di civile abitazione	1 AE per camera da letto con superficie $\leq 14 \text{ m}^2$ 2 AE. per camera da letto con superficie $> 14 \text{ m}^2$
Albergo o complesso ricettivo	come per le case di civili abitazione + 1 AE ogni qualvolta la superficie di una stanza aumenta di $6 \text{ m}^2$ oltre i $14 \text{ m}^2$
Fabbriche e laboratori artigianali	1 AE. ogni 2 dipendenti, fissi o stagionali, durante la massima attività
Ditte e uffici commerciali	1 AE ogni 3 dipendenti fissi o stagionali, durante la massima attività
Ristoranti e trattorie:	1 AE. ogni 3 posti (massima capacità ricettiva delle sale da pranzo $1,20 \text{ m}^2$ per persona)
Bar, Circoli e Club	1 AE ogni 7 persone
Scuole	1 AE ogni 10 posti banco
Cinema, Stadi e Teatri	1 AE. ogni 30 posti



Le acque reflue convergeranno al piano banchina su specifici cavedi tecnici (non si prevedono tubazioni di scarico che attraversino i binari) per cui, ove necessario, l'andamento dei collettori è parallelo agli stessi con proiezione sulla banchina. I collettori verticali che raggiungono la banchina si immettono poi nei due collettori principali orizzontali esistenti che attraversano i binari al di sotto delle strutture di fondazione delle banchine. Detti collettori saranno prolungati sino all'esterno della proiezione del nuovo edificio di stazione e confluiranno in una vasca di raccolta e sollevamento delle dimensioni 2,00 x 2,00 x 7,30.

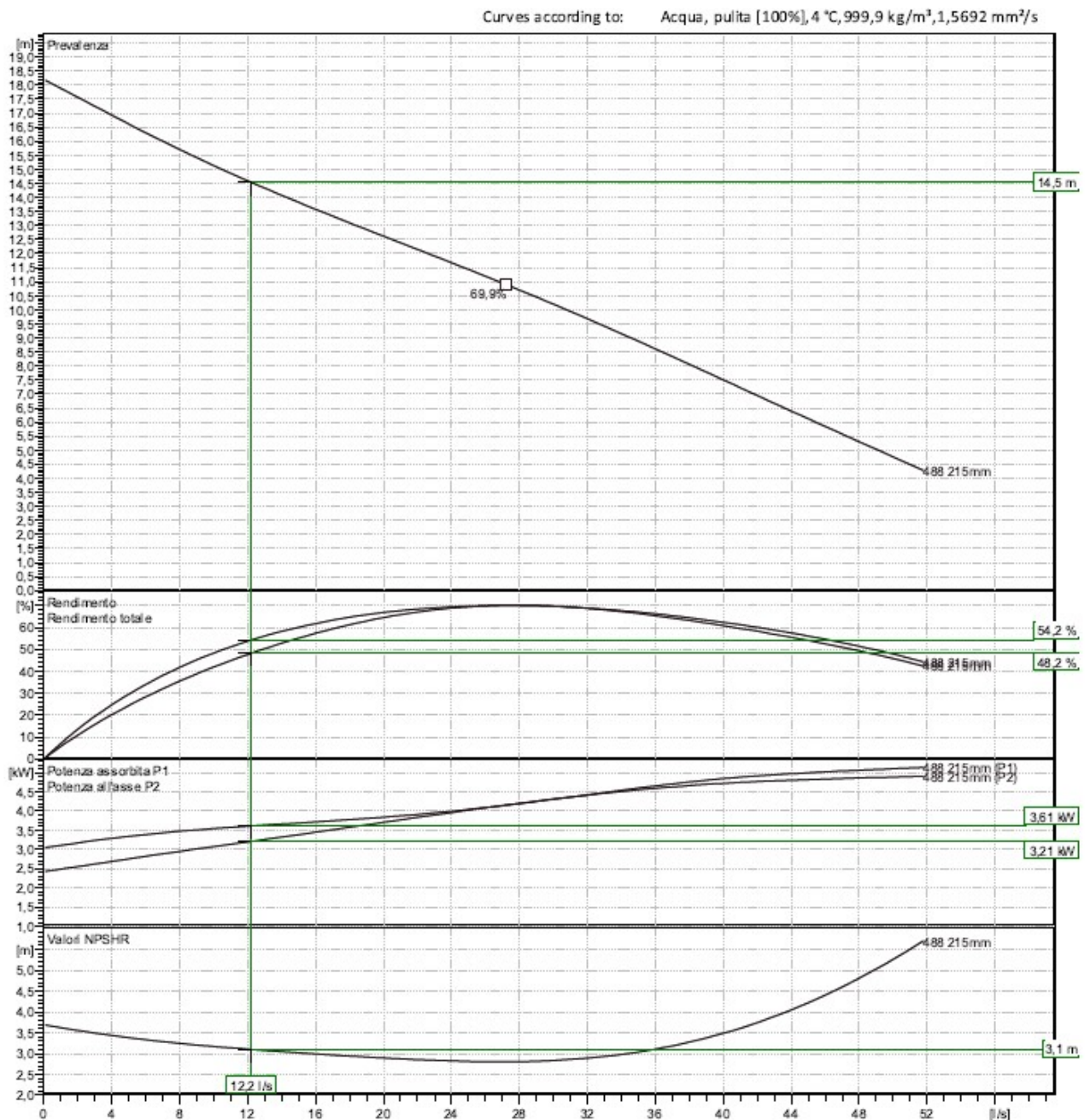
Le acque reflue avranno percorso sempre intubato con tappi di ispezione posizionati al piede delle colonne di scarico, sulle banchine e negli innesti con il collettore principale. I pozzetti di ispezione saranno quindi asciutti; costruiti in cemento di tipo prefabbricato, completi di chiusino in ghisa.

Così come si evince dalla schema funzionale al pozzetto di sollevamento potranno confluire reflui corrispondenti ad una portata di 11,31 l/s. Vengono quindi previsti due pompe sommergibili, di cui una di riserva, aventi portata di 12,2 l/s con prevalenza di 14,5 m.

La stazione di sollevamento sarà quindi costituita da due elettropompe (di cui una normalmente di riserva) del tipo con girante a canle autopulente semiaperto. Tutte le tubazioni metalliche, dalla pompa sommergibile al collettore di mandata, saranno in acciaio inox AISI 304; ogni pompa sarà intercettabile e provvista di valvola di ritegno a palla. L'avviamento sarà automatico in funzione di quattro regolatori livello del tipo a variazione di assetto senza parti in movimento, di massima affidabilità: uno asservito all'arresto pompe, uno asservito all'avvio pompe alternato, uno asservito ad allarme ed uno asservito ad avvio seconda pompa in emergenza.

Il quadro elettrico consentirà in sintesi le seguenti manovre, visualizzazioni ed automatismi:

- possibilità di selezionare manualmente la pompa in esercizio mediante un commutatore "pompa 1 - 0 - pompa 2";
- possibilità di verificare il numero di ore in funzionamento mediante contatore su ogni pompa;
- possibilità di verificare lo stato delle pompe;
- sistema di relè combinati con i regolatori di livello per determinare l'avviamento e l'arresto automatico delle pompe e l'avvio in sequenza delle pompe in funzione dell'innalzamento del battente della vasca.



La condotta premente raggiungerà il collettore fognario pubblico di via Lambruschini previa interposizione di un pozzetto di calma e di un pozzetto di confluenza gravitazionale, entrambi sifonati.

La rete per lo scarico della condensa dei ventilconvettori, completamente indipendente da quella dei servizi igienici, sarà realizzata con tubazioni in polipropilene. Le acque di condensa saranno immesse nel collettore delle acque meteoriche.

## **10. IMPIANTO ANTINCENDIO AD IDRANTI**

### STATO DI FATTO

Allo stato attuale, secondo la documentazione progettuale disponibile, che risale al 1990, gli impianti di spegnimento esistenti consistono essenzialmente di una rete idranti a parete di tipo UNI 45, ubicati sia nell'area stazione che nell'area banchine, apparentemente dimensionata secondo il criterio della distanza geometrica massima da ciascun idrante pari a 20 m. L'impianto è completo di un attacco di mandata per autopompa installato in prossimità della centrale termica, in posizione decisamente inaccessibile, inoltre la rete idranti risulta fuori uso. L'impianto dovrebbe essere alimentato dalla rete pubblica (acquedotto). Non sono presenti impianti sprinkler.

### PROGETTO

Anche in funzione di quanto sopra esposto, l'edificio fabbricato viaggiatori della stazione Bovisa, così come sarà ammodernato e potenziato, sarà servito da un nuovo impianto idrico antincendio costituito da:

- Protezione interna realizzata mediante impianto ad idranti UNI 45, classe di rischio 3: l'impianto è suddiviso in due circuiti ad anello: uno dedicato al piano banchine ed uno dedicato al piano primo (atrio stazione).

Ogni circuito idranti è dotato di una idrovalvola a sicurezza positiva. L'idrovalvola è normalmente chiusa e le tubazioni allagate ma non in pressione; in caso di allarme incendi il presidio valuterà o meno la possibilità di togliere la tensione di contatto. Solo al disinserimento della tensione di contatto si potrà attivare la valvola a solenoide che aprirà l'idrovalvola e renderà attivo l'impianto ad idranti.

- All'ingresso della stazione, nell'area parcheggio, in posizione segnalata e protetta, è previsto un idrante soprasuolo DN 100, conforme alla norma UNI 14384, allacciato alla rete idrica comunale, in grado di assicurare una erogazione minima di 500 l/min.
- Impianto automatico sprinkler a umido prevede:
  - predisposizione per le 6 unità commerciali presenti al piano primo; la predisposizione consiste nella realizzazione dell'impianto sino al margine del perimetro dell'attività

commerciale e prevede una valvola di allarme per ogni singola attività; alle unità commerciali è quindi demandata la realizzazione della distribuzione degli sprinkler; l'impianto per dette unità si dovrà estendere per una ulteriore fascia di profondità pari a 4 m, contenente file di due erogatori per tutto il fronte del locale, al di fuori del perimetro dell'attività che si affaccia sull'atrio.

- Impianto automatico sprinkler a umido a protezione delle 10 unità commerciali temporanee presenti al piano primo (atrio stazione); l'impianto prevede una sola valvola di allarme per tutte le attività temporanee; l'impianto è previsto esteso anche all'esterno delle attività temporanee per una fascia di profondità pari a 4 m, contenente file di due erogatori per tutto il perimetro dell'area delle singole attività commerciali temporanee.
- Riserva idrica antincendio, sia per impianto idranti che per impianto sprinkler, con 4 vasche prefabbricate in c.a. interrate collegate tra loro della capacità complessiva utile maggiore di 150 m<sup>3</sup>. Si è optato per una riserva idrica dedicata per criterio di sicurezza in quanto difficilmente l'acquedotto pubblico può assicurare portate così elevate "in ogni tempo".
- Gruppo di pressurizzazione idrica a norme UNI 12845, sotto battente con pompe ad asse verticale, a servizio delle reti idranti e sprinkler installato all'interno dell'apposito locale tecnico previsto al di sopra della riserva idrica.
- Estintori a polvere chimica e a CO<sub>2</sub> distribuiti all'interno dell'edificio.
- Attacchi motopompa per impianto sprinkler (una per ogni valvola idraulica) e per impianto idranti.

L'impianto antincendio a idranti è dimensionato, in analogia con il D.M. 21 ottobre 2015 *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane*, secondo quanto indicato dalla norma UNI 10779, per un livello di pericolo 3 ma considerando attiva la sola protezione interna con una contemporaneità di n°4 idranti UNI 45 posti nella posizione idraulicamente più sfavorita con una portata di 120 l/min ed una pressione residua di 0,2 MPa per ogni idrante.

L'impianto sprinkler è stato dimensionato secondo quanto indicato nella norma UNI EN 12845, considerando un impianto di tipo OH3. Le prestazioni richieste sono quindi le seguenti:

- Massima area specifica protetta da ogni erogatore: 12 m<sup>2</sup>

- Minima pressione residua all'erogatore più sfavorito: 0,35 bar
- Densità di scarica minima: 5 mm/min
- Dimensione minima area operativa: 216 m<sup>2</sup>
- Durata di scarica 60 min

Per le valutazioni inerenti il dimensionamento del sistema antincendio si rimanda alla specifica relazione di calcolo *“019 - Relazione tecnica impianti antincendio”*.

Ad integrazione degli impianti antincendio ad idranti è prevista l'installazione di estintori portatili, del tipo a polvere omologati, con carica di prodotto estinguente pari a Kg. 6.

Inoltre è prevista l'installazione di idonei estintori CO<sub>2</sub> portatili a protezione dei locali quadri elettrici.