



# 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 8

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 - SSE ed ACS

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>2</b>
Leggi, decreti e norme tecniche .....	2
Risparmio energetico, isolamento termico, impianti fluido meccanici.....	3
Impianti aeraulici .....	5
Impianto idrico .....	6
Impianto di fognatura.....	6
Autorità competenti.....	7
<b>3. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE.....</b>	<b>7</b>
3.1. Dati e condizioni di progetto.....	7
3.2. Impianti di climatizzazione .....	10
3.3. Architettura dell'impianto .....	12
<b>4. IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA.....</b>	<b>14</b>
<b>5. CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI.....</b>	<b>14</b>
5.1. Locale ITT e Sala controllo.....	14
5.2. Locale quadri.....	15
<b>6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LOCALI TRAFI.....</b>	<b>15</b>
<b>7. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....</b>	<b>18</b>
<b>8. IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....</b>	<b>19</b>
<b>9. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE .....</b>	<b>22</b>
<b>10. LOCALI PERIFERICI ACS .....</b>	<b>23</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". Per consentire l'ampliamento della stazione è necessaria la demolizione e la costruzione di una nuova Sottostazione Elettrica di Conversione (SSE) destinata all'alimentazione dei convogli che transitano per il nodo.

Gli impianti a servizio del fabbricato SSE 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 locali trafo;
- impianto idrico sanitario;
- impianto di scarico delle acque reflue.

Vengono inoltre previsti due fondamentali edifici denominati: locale periferico ACS NORD e locale periferico ACS SUD.

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.
- 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.

## **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 per l'area uffici 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 - Fabbricato 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>	16625,1	15	7	7826
<b>Ventilazione[*]</b>	0	0	0	0
<b>Tot. massimo contemporaneo[**]</b>	16625,1	15	7	7826

[\*] = 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 <b>riscaldamento</b>
Estate	Corrisponde al periodo di <b>raffreddamento</b>

**Condizioni interne (norma UNI 10339):**

	<b>invernali</b>	<b>estive</b>
- temperatura dell'aria	Ti = 20 °C	Ti = 26 °C
- umidità relativa	UR = 60 ± 5%	UR = 50 ± 5%
Velocità residua aria (*)	< 0,15 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>
Uffici	0,06 n <sub>s</sub> *m <sup>2</sup>	39,6 m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/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 vol/h
Spogliatoi	2,5 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÷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 raffrescamento 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 raffrescamento 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 raffrescamento 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).

Gli elementi caratteristici del sistema sono:

**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 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

Per l'area uffici è prevista una pompa di calore VRF con capacità di raffreddamento 33,6 kW e capacità di riscaldamento 37,8 kW; l'impianto prevede 11 unità interne e 2 unità di ventilazione a recupero di calore per il rinnovo dell'aria con batteria integrativa.

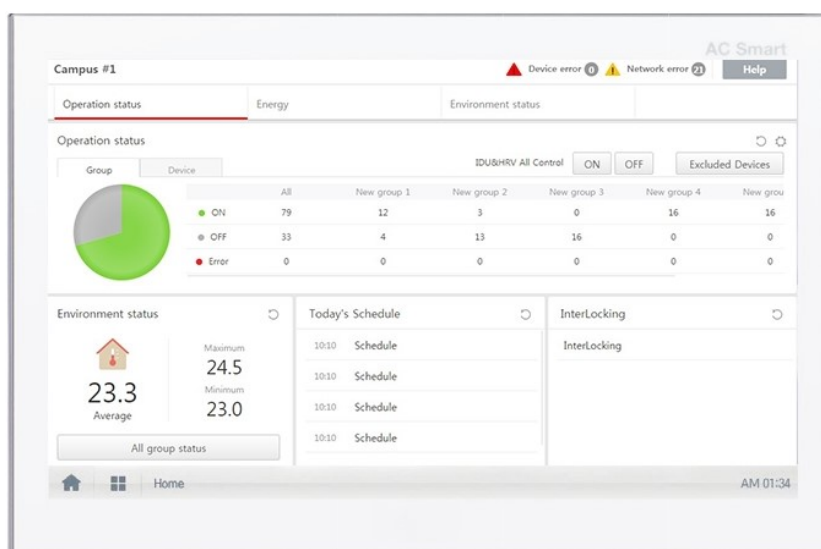
Per la climatizzazione degli ambienti sono previste unità del tipo cassetta (inserite nel controsoffitto).

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.



Caratteristica propria dei sistemi VRF è la possibilità di integrare la regolazione base (comando locale) con un sistema di gestione centralizzata e supervisione. Per l'impianto in oggetto che ha n. 13 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..



#### **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 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 raffrescamento dell'aria di rinnovo sia gestito direttamente dall'unità di recupero senza quindi gravare sulle unità terminali di condizionamento previste nei locali.



#### **5. CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI**

##### **5.1. Locale ITT e Sala controllo**

Per il locale ITT e per la sala controllo 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 due unità interna parete. L'unità esterna è stata prevista per installazione su coperto.

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

## 5.2. Locale quadri

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 prelevandola dall'alto.



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 15-18 kW; avendo ogni refrigeratore una potenza frigorifera di 14,5 kW (sensibile kWf 12,8), in caso di malfunzionamento di una delle due unità vi è comunque un back-up dell'80%.

## 6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LOCALI TRAF0

Per i locali trasformatori è invece prevista una ventilazione forzata canalizzata in estrazione con ripresa dell'aria dall'alto mediante canalizzazione e griglie di ripresa; l'aria di rinnovo fluirà da canalizzazioni che convoglieranno l'aria di rinnovo nella parte bassa dei locali.

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 un 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'aerazione 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  $q_v$  (m<sup>3</sup>/h) necessaria per smaltire la potenza termica  $P_t$  (kW) si può ricavare dalla formula:

$$q_v = 346 * P_t$$

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 sporcamento delle apparecchiature elettriche.

<u>Cabina elettrica</u>	<u>Trasformatore</u>	<u>Potenza ( KVA)</u>	Load losses at 75°C (W)	$q_v$ (m <sup>3</sup> /h)	Portata aria ventilatore (m <sup>3</sup> /h)
TR -GR	TRGR-1	5.400	27.000	9.342	9.500
TR -GR	TRGR-2	5.400	27.000	9.342	9.500
TR -GR	TRGR-3	5.400	27.000	9.342	9.500
TSA	TSA-1,2	630	6.800	2.352	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)
TR -GR	TRGR-1	5.400	27.000	7.934	8.000
TR -GR	TRGR-2	5.400	27.000	7.934	8.000
TR -GR	TRGR-3	5.400	27.000	7.934	8.000
TSA	TSA-1,2	630	6.800	1.998	4.000

### Conclusione

Tra le due modalità di calcolate abbiamo potato per la più cautelativa, ovvero quella risultante dalla modalità n. 1 (CEI 11-35).

Vengono quindi previsti ventilatori assiali in linea aventi le seguenti caratteristiche:

- N. 3 ventilatori con portata da Q = 9.500 m<sup>3</sup>/h e prevalenza di 150 Pa per TR-GR
- N. 1 ventilatore con portata da Q = 5.000 m<sup>3</sup>/h e prevalenza di 150 Pa per TSA

## 7. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Per i servizi igienici, la produzione dell'acqua calda sanitaria è prevista tramite un bollitore autonomo in pompa di calore (completo di unità esterna posizionata sul coperto) dimensionato per garantire piena flessibilità e maggior risparmio energetico sfruttando l'energia rinnovabile dell'aria; il bollitore, con capacità da 300 litri, è collocato in locale tecnico dedicato.

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  $35\div 40^{\circ}\text{C}$ , 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  $38\div 40^{\circ}\text{C}$ .

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 Mario Negri. Il punto di consegna dell'acqua avverrà all'interno di un apposito locale tecnico. La tubazione interrata, prevista nel tratto compreso tra il pozzetto di intercettazione e l'acquedotto pubblico, sarà in Pead PE 100 PN 16 Ø 50 mm. Prima dell'ingresso nel locale tecnico di misura è previsto un pozzetto interrato con valvola di intercettazione.

E' previsto un contatore tipo Woltmann che dovrà essere installato dall'ente erogatore della risorsa idrica; al fine di consentire una agevola manutenzione sono previste intercettazioni anche a valle del contatore.

All'interno del locale tecnico, esclusivamente dedicato agli impianti idrici, sulla tubazione di adduzione dell'acqua del circuito idrico potabile sarà posto un filtro a calza intercettabile.

Sulla linea di acqua fredda in ingresso al bollitore è previsto un dosatore 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 Ø1"      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

Caratteristiche alimentazione idrica:

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

**Definizione delle Portate:**

Tubazione principale Ø 1"½

Unità di carico complessive UC 56 → **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"¼ (circuito ACS)

Unità di carico complessive UC 18 → **0,82 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 0,85 m/s < a 1,60 m/s

Tubazione principale Ø 1"¼ (distribuzione)

Unità di carico complessive UC 38 → **1,45 l/s**

Come si evince dalla tabella allegata la tubazione ha velocità di 1,43 m/s < a 1,60 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

Valori desunti dalla seguente tabella ARPA sede Centrale:

Casa di civile abitazione	1 AE per camera da letto con superficie $\leq$ a $14 \text{ m}^2$ 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 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.

La condotta raggiungerà il collettore fognario pubblico di via Mario Negri previa interposizione di un pozzetto ISB e di un pozzetto di confluenza gravitazionale.

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. LOCALI PERIFERICI ACS

Per ognuno dei locali periferici ACS, di rilevante importanza, per necessità di aver un back-up, sono stati previsti due impianti di refrigerazione di precisione con condensatore remoto; l'unità interna immette aria dal basso prelevandola dall'alto.



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 15 kW; avendo ogni refrigeratore una potenza frigorifera di 14,5 kW (sensibile kWf 12,8), in caso di malfunzionamento di una delle due unità è previsto un back-up del 100%.