

COMMITTENTE:

# COMUNE DI SAONARA

Piazza Maria Soti Borgato, 11 - 35020 Saonara (PD)



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Pierantonio Segato

**NGEU - PNRR Missione 4 Componente 1 Investimento 1.1 Piano per asili nido e scuole materne e servizi di educazione e cura per la prima infanzia:  
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO ASILO NIDO IN VIA VITTORIO EMANUELE II - 35020 COMUNE DI SAONARA (PD)  
CIG: B33993351C  
CUP: D75E24000050002**



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione  
e del Merito

## PROGETTO ESECUTIVO

**IMPIANTI MECCANICI  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DEGLI IMPIANTI TERMOMECCANICI**

| REVISIONE | DATA          | MOTIVO                                | CALCOLATO | ESEGUITO | VERIFICATO |
|-----------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|------------|
| 01        | Gennaio 2025  | Modifiche richieste dalla committenza | NDL       | DLC      | VAL        |
| 00        | Novembre 2024 | Prima emissione                       | NDL       | DLC      | VAL        |

REDAZIONE PROGETTO:



**ESSE TI ESSE INGEGNERIA s.r.l.**

Sede legale: via P. Bronzetti, 30 - 35138 PADOVA  
Sede operativa: via Armistizio, 135 - 35142 PADOVA  
Tel. 049 8808237  
e-mail: progettazione@essetiesso.it



Sistema di Gestione per la Qualità certificato in accordo alla norma UNI EN ISO 9001

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Pierangelo Valerio

Impresa:



**RUFFATO MARIO**  
IMPRESA EDILE E FALEGNAMERIA

Via Tergola, 19 - 35011, Campodarsego (PD).  
Tel. 049 579 8044/Fax. 049 933 5330  
ruffato@ruffatomariosnc.it/ruffato@pec.it  
S.r.l. - C.F. e P.IVA 02005120288 - R.E.A. 195987

SCALA:

-

DATA:

Novembre 2024

ALLEGATO N.

**4.1.1**



## SOMMARIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sommario .....</b>                                      | <b>1</b>  |
| <b>1 Premessa.....</b>                                     | <b>2</b>  |
| <b>2 Rispondenza a norme e leggi e regolamenti.....</b>    | <b>4</b>  |
| <b>3 Impianti previsti.....</b>                            | <b>8</b>  |
| <b>4 Dati climatici .....</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>5 Stato di progetto.....</b>                            | <b>12</b> |
| 5.1 Impianto di climatizzazione asilo .....                | 12        |
| 5.1.1 Generatore di calore climatizzazione invernale ..... | 12        |
| 5.1.2 Rete di distribuzione fluidi .....                   | 14        |
| 5.2 Impianto a pannelli radianti in regime invernale ..... | 17        |
| 5.3 Impianto rinnovo aria .....                            | 18        |
| 5.4 Impianto produzione acqua calda sanitaria .....        | 21        |
| 5.5 Impianto idricosanitario .....                         | 22        |
| 5.5.1 Rete acqua fredda e calda .....                      | 22        |
| 5.5.2 Rete di scarico.....                                 | 22        |
| 5.5.3 Rete di ricircolo.....                               | 24        |
| 5.5.4 Sistema di trattamento acque.....                    | 24        |
| 5.6 BMS – BUILDING MANAGEMENT SISTEM .....                 | 24        |
| 5.7 Criteri cam .....                                      | 26        |
| 5.8 Staffaggio sismico impianti.....                       | 27        |
| 5.9 Ripristino compartimenti antincendio .....             | 28        |
| <b>6 Calcoli e dimensionamenti .....</b>                   | <b>29</b> |

## 1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo di fornire tutti gli elementi necessari alla realizzazione degli impianti termomeccanici del Progetto esecutivo dei lavori di realizzazione di un nuovo edificio pubblico adibito ad uso scolastico Asilo Nido sita a Saonara (PD).nell'ambito del PNRR Finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU.

L'edificio a seguito degli interventi di progetto sarà dotato di impianti ad elevata efficienza energetica nel rispetto delle normative vigenti in materia, con particolare riferimento ai:

- D.M. 26/06/2015 “Requisiti minimi”
- Principio del DNSH (Do Not Significant Harm) previsto dal Piano nazionale per la ripresa e resilienza (PNRR), come stabilito dal Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021), con riferimento alla Scheda 1 – Costruzione di nuovi edifici residenziali e non residenziali – Regime 2, come previsto dalla Missione M4 – Componente C1 – Investimento 1.1 “Piano asili nido e scuole dell’infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia”



Area oggetto di intervento

Nel dettaglio il progetto dell'asilo nido calibrato su un'utenza di 36 bambini suddivisi in: n.12 Lattanti, n.12 Semi-divezzi e n.12 Divezzi.. La superficie utile interna per bambino per gli asili nido deve essere maggiore o uguale a 6,00 mq. secondo la normativa regionale e interamente distribuita al piano terra. Il progetto prevede 374,27 mq netti.

L'asilo nido è strutturato attorno ad un atrio, che funge da centro per le stanze dedicate ai bambini e ai servizi generali del personale educatore ed ATA. Nella porzione verso sud si affacciano le tre sezioni lattanti (0-12 mesi), semi-divezzi (13-24 mesi) e la sezione divezzi (25-36 mesi).

L'intervento sull'impianto meccanico sarà di nuova installazione e garantirà il servizio di climatizzazione invernale rinnovo aria degli ambienti .

La produzione di Acs avverrà mediante pompa di calore dedicata.

Le considerazioni e le scelte progettuali fatte, si basano sulle esigenze e le dichiarazioni rilasciate dall'utilizzatore degli impianti, la quale accettando questo documento, condivide ed approva le scelte progettuali.

## **2 Rispondenza a norme e leggi e regolamenti**

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della Legge n. 186 e del D.M. n. 37/08.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta e in particolare essere conformi:

- alle disposizioni di legge in materia antinfortunistica;
- alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- alle prescrizioni delle Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione);
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco e delle Autorità Locali.
- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 - "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - "Norme generali per l'igiene del lavoro"
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 - "Norme per la sicurezza degli impianti interni agli edifici"
- Legge 30 aprile 1962, n. 283 - "Modifica del testo unico delle leggi sanitarie"
- D. Lgs 11 maggio 1999, n° 152 - "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento";
- D. Lgs 18 agosto 2000, n° 258 - "Disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs 11 maggio 1999, n° 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento";
- D. Lgs 2 febbraio 2001, n° 31 - "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano";
- Circolare 21 luglio 1993, riguardante la sospensione dell'Atto d'intesa, in attesa di revisione dello stesso
- Provv. Conf. Perm. Stato Regioni 5 ottobre 2006, n.2636: "Linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione".
- Provv. Conf. Perm. Stato Regioni 4 aprile 2000: "Documento di linee-guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi."
- D.M. 1 dicembre 1975 e smi: "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione" - Fascicolo R.O. A.N.C.C.
- Norme UNI 10779: "Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio".
- Norme CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua";
- Norme CEI 64-2, "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione";
- Norme CEI 64-2/A, "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione - Appendici".
- Legge 10/91, D.P.R. 412 e successivi. Norme per il contenimento dei consumi energetici
- D.Lgs n. 192 del 19/08/05 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e successive modifiche ed integrazioni con il D.Lgs 311 del 29/12/2006 e relativi Decreti applicativi
- D.M. 26/06/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.Lgs n. 28 del 03/03/2011 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e suo Allegato 3 come modificato dall'Art. 12 c.2 del D.L. 244 del 30/12/2016
- D.Lgs n. 199 del 08/11/2021 Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e suo Allegato III

- D.M. 18/12/1975 Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica
- D.P.C.M. 05/12/1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.M. 23/06/2022 Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi
- Norme Tecniche
- UNI 10349:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- UNI/TS 11300-1:2014 Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI/TS 11300-2:2019 Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI/TS 11300-3:2010 Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI/TS 11300-4:2016 Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI/TS 11300-5:2016 Prestazione energetica degli edifici – Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- UNI/TS 11300-6:2016 Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
- UNI EN 15316:2018 Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto.
- UNI EN ISO 6946:2018 Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI EN 1745:2020 Muratura e prodotti per muratura – Metodi per valutare la resistenza termica di progetto.
- UNI EN 12831-1:2018 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN ISO 10077-1:2018 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato.
- UNI EN ISO 10077-2:2018 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai.
- UNI EN ISO 52022-3:2018 Prestazione energetica degli edifici - Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi - Parte 3: Metodo di calcolo dettagliato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate
- UNI 10339:1995 Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 13779:2008 Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e climatizzazione

- UNI EN 15251:2008 Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica
- UNI EN 16798-1:2019 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6
- UNI EN 15242:2015 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni
- UNI 10351:2021 Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355:2013 Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 14683:2018 Ponti termici in edilizia – Coefficienti di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 13370:2018 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 13788:2013 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo.
- UNI EN 13789:2018 Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo.
- UNI EN 15193:2021 Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione.
- UNI EN 12464-1:2021 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.
- UNI EN 12309-2:2015 Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW Utilizzazione razionale dell'energia
- UNI EN 14511-2:2018 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova
- UNI EN 14511-3:2018 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova
- UNI EN 14511-4:2018 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni
- Raccomandazione CTI 14/2013 Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione dell'energia primaria e della
- Legge 10/91, D.P.R. 412 e successivi. Norme per il contenimento dei consumi energetici
- D.Lgs n. 192 del 19/08/05 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e successive modifiche ed integrazioni con il D.Lgs 311 del 29/12/2006.
- D.M. 26/06/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.Lgs n. 28 del 03/03/2011 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e suo Allegato 3 come modificato dall'Art. 12 c.2 del D.L. 244 del 30/12/2016
- D.Lgs n. 199 del 08/11/2021 Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e suo Allegato III
- D.M. 18/12/1975 Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica
- D.P.C.M. 05/12/1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

- D.M. 23/06/2022 Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi
- UNI 9182:2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
- UNI EN 806:2008 Parte1/2/3 - UNI EN 806:2010 Parte 4 - UNI EN 806:2012 Parte 5 Specifiche relative agli impianti all'interno degli edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano
- D.P.C.M. 05/12/1997 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- UNI EN 12056:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici

### **3 Impianti previsti**

Gli impianti sono progettati in modo tale da permettere un corretto funzionamento delle apparecchiature, una manutenzione più semplice possibile ed una gestione economica.

Si è operato in modo tale da rispettare i requisiti e l'efficienza energetica dell'edificio in conformità a quanto stabilito dal DLgs 192/2005, Dlgs 311/2006, Dlgs 28/2011 DL 63/2013 L. 90/2013 e DM 26/06/2015 e da quanto dettato dalla buona tecnica di esecuzione, e da una equilibrata distribuzione del calore.

Sono stati previsti all'interno dei locali i seguenti impianti:

- Pompa di calore idronica per climatizzazione invernale ambienti asilo
- Impianto per il rinnovo aria Asilo dotato di unità di recupero di calore a flussi incrociati ;
- Pompa di calore per l'acqua calda sanitaria da 400 litri;
- Impianto di distribuzione acqua fredda e calda sanitaria;
- Impianto di trattamento acqua
- Impianto rete scarico acque grigie e nere in materiale plastico antirumore;
- Sistema di emissione radiante a pavimento per tutti gli ambienti eccetto il vano tecnico

## 4 Dati climatici

**COMUNE: Saonara (PD)**

### Parametri geografici

Comune: **Saonara (PD)**  
 Altitudine: **10 m**  
 Latitudine: **45°22'**  
 Longitudine: **11°59'**



### Dati termici

Temperatura esterna di progetto: **-5,0 °C**  
 Gradi giorno: **2423**  
 Temp. media stagione di riscaldamento: **7,0 °C**

#### Stagione di riscaldamento

Durata stagione di riscaldamento: **183 giorni**  
 Inizio stagione di riscaldamento: **15/10**  
 Stazione di riferimento: **Valle Averno**  
 Altitudine: **0 m**

#### Vento

Zona vento: **1**  
 Velocità del vento media giornaliera: **2,2 m/s**

#### Dati estivi

Mese di massima insolazione: **giugno**  
 Temperatura massima estiva: **33,7 °C**  
 Irr. piano orizz. mese massima insolazione: **284,72 W/m²**

Zona climatica: **E**

Irr. orizz. media stagione riscaldamento: **7,43 MJ/m²**

Fine stagione di riscaldamento: **15/4**

Latitudine: **45°20'**

Longitudine: **12°8'**

Direzione prevalente del vento: **NE**

Temp. media mese massima insolazione: **22,3 °C**

Escursione termica nel giorno più caldo: **15,6 °C**

### Temperature e irradiazioni giornaliere medie mensili

| Mese      | Temperatura Esterna [°C] | Irradiazione orizzontale diretta [MJ/m²] | Irradiazione orizzontale diffusa [MJ/m²] | Pressione Esterna [Pa] |
|-----------|--------------------------|--|--|------------------------|
| gennaio   | 3,0                      | 2,8                                      | 2,0                                      | 632,6                  |
| febbraio  | 3,6                      | 4,8                                      | 3,0                                      | 648,6                  |
| marzo     | 8,6                      | 6,3                                      | 4,9                                      | 945,8                  |
| aprile    | 12,8                     | 10,2                                     | 6,3                                      | 1.176,7                |
| maggio    | 18,9                     | 13,0                                     | 8,3                                      | 1.668,3                |
| giugno    | 22,3                     | 15,9                                     | 8,7                                      | 1.914,5                |
| luglio    | 23,7                     | 15,7                                     | 8,4                                      | 2.174,6                |
| agosto    | 23,7                     | 13,3                                     | 7,3                                      | 2.200,6                |
| settembre | 18,6                     | 10,3                                     | 5,7                                      | 1.623,3                |
| ottobre   | 13,9                     | 3,6                                      | 3,7                                      | 1.435,9                |
| novembre  | 8,3                      | 2,4                                      | 2,2                                      | 1.010,2                |
| dicembre  | 4,8                      | 2,7                                      | 1,7                                      | 722,9                  |

## CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE

acqua potabile

Pressione a valle del contatore acqua

massima 3,5 bar

minima 3 bar

temperatura acqua 10°C

Condizioni Termoigrometriche interne:

- Inverno 20°C ± 2 °C;

- Estate max 26°C ± 2 °C; 50% U.R.

## VENTILAZIONE DEGLI AMBIENTI

Così come previsto dalla norma UNI-EN 16789-1:2019 per gli spazi chiusi viene previsto un adeguato ricambio d'aria onde consentire idonee condizioni igieniche e di comfort per gli utenti.

Il calcolo dei ricambi aria minimi nei vari ambienti viene condotto con le modalità previste dalla norma

- Locali dotati di impianto di ventilazione meccanica controllata:
- UNI EN 16798-1:2019 in applicazione del P.to 2.4.5 dei CAM di cui al D.M. 23/06/2022.

Le portate minime di ricambio aria utilizzate nei calcoli progettuali in applicazione delle succitate normative sono qui sotto riportate

### Metodo 1

Circa il **Metodo 1**, l'Appendice B suggerisce due importanti tabelle, ossia:

- la **tabella B.6** che indica la  $q_p$  (portata d'aria per persona ad ambiente considerato quando occupato [l/s]), sulla base delle 4 Categorie corrispondenti a diverse percentuali di insoddisfatti.

**Tabella B.6 – UNI EN 16798-1:2019**

| Categoria | Percentuale insoddisfatti prevista [%] | Portata d'aria per persona $q_p$ [l/s per persona] |
|-----------|--|--|
| I         | 15                                     | 10   |
| II        | 20                                     | 7  |
| III       | 30                                     | 4  |
| IV        | 40                                     | 2,5  |

- la **tabella B.7**, che indica il valore  $q_B$  (portata d'aria per l'emissione di inquinanti indoor, per superficie dell'ambiente considerato [l/s]) sulla base dei 3 Livelli di edificio e delle 4 Categorie:

**Tabella B.7 – UNI EN 16798-1:2019**

| Categoria | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor molto bassa - LPB-1 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor bassa LPB-2 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor non bassa LPB-3 |
|-----------|--|--|--|
| I         | 0,50   | 1,00   | 2,00   |
| II        | 0,35   | 0,70   | 1,40   |
| III       | 0,20   | 0,40   | 0,80   |
| IV        | 0,15   | 0,30   | 0,60   |

Tramite i valori indicati nelle 2 tabelle è quindi possibile calcolare, nei diversi locali, l'equazione

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A_r \cdot q_b$$

L'appendice B, nell'applicazione del metodo 1, indica in ogni caso di non selezionare mai una  $q_{tot}$  inferiore ai 4l/s per persona.

Tali considerazioni sono riassunte nel calcolo delle portate di ventilazione.

La rumorosità degli impianti in funzionamento continuo e discontinuo sarà tale da non superare i limiti di dBA nelle modalità previste dal DPCM 05/12/1997. In particolare:

Categoria E – Locali ad uso scolastico

35 dBA LAmax con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;

25 dBA LAeq per i servizi a funzionamento continuo.

## 5 Stato di progetto

### 5.1 Impianto di climatizzazione asilo

#### 5.1.1 Generatore di calore climatizzazione invernale

L'impianto di climatizzazione invernale dell'Asilo verrà realizzato con un sistema idronico a pompa di calore reversibile tipo WISAN-YME1S 9.1 di marca Clivet o similare posizionato all'esterno.

I carichi termici sono stati estrapolati dalla relazione tecnica sui consumi energetici allegata al progetto realizzata mediante il software Termlog.

La pompa di calore è di tipo reversibile anche se il sistema di climatizzazione estiva non sarà utilizzato.

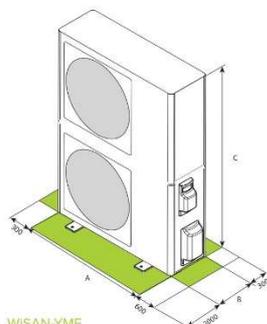
Di seguito si riportano i dati tecnici del generatore premettendo che possono essere utilizzati componenti similari e che la marca e modello utilizzata è a scopo indicativo.

| Grandezze                                       |   |                            |                    | 6.1T              | 7.1T        | 8.1T        | 9.1         | 10.1        | 12.1        | 14.1        |             |         |         |
|---|---|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Riscaldamento                                   | Capacità  | Acqua 35/30 °C             | Nominale / Massima | kW                | 12,1 / 14,6 | 14,5 / 15,5 | 15,9 / 16,8 | 18,0 / 20,7 | 22,0 / 24,9 | 26,0 / 29,1 | 30,1 / 31,8 |         |         |
|   | COP   | Aria esterna 7 °C          | Nominale           | -                 | 4,95        | 4,60        | 4,50        | 4,70        | 4,40        | 4,08        | 3,91        |         |         |
|   | Capacità  | Acqua 35/30 °C             | Nominale / Massima | kW                | 10,0 / 11,0 | 12,0 / 12,7 | 13,1 / 13,9 | 18,0 / 19,9 | 21,0 / 21,3 | 22,0 / 23,5 | 23,0 / 23,3 |         |         |
|   | COP   | Aria esterna -7 °C         | Nominale           | -                 | 3,00        | 2,85        | 2,70        | 2,70        | 2,60        | 2,50        | 2,45        |         |         |
| Raffrescamento                                  | Capacità  | Acqua 45/40 °C             | Nominale / Massima | kW                | 12,3 / 14,5 | 14,1 / 15,7 | 16,0 / 16,6 | 18,0 / 18,5 | 22,0 / 22,7 | 26,0 / 27,4 | 30,0 / 31,0 |         |         |
|   | COP   | Aria esterna 7 °C          | Nominale           | -                 | 3,70        | 3,60        | 3,50        | 3,50        | 3,40        | 3,10        | 2,90        |         |         |
|   | Capacità  | Acqua 18/23 °C             | Nominale / Massima | kW                | 12,0 / 15,0 | 13,5 / 15,3 | 14,2 / 16,4 | 18,5 / 21,7 | 23,0 / 26,6 | 27,0 / 29,2 | 31,0 / 31,9 |         |         |
|   | EER   | Aria esterna 35 °C         | Nominale           | -                 | 3,95        | 3,61        | 3,61        | 4,75        | 4,60        | 4,30        | 4,00        |         |         |
| Potenza elettrica per dimensionamento contatore | Capacità  | Acqua 7/12 °C              | Nominale / Massima | kW                | 11,5 / 11,5 | 12,4 / 12,4 | 14,0 / 14,0 | 17,0 / 17,1 | 21,0 / 21,0 | 26,0 / 26,0 | 29,5 / 29,7 |         |         |
|   | EER   | Aria esterna 35 °C         | Nominale           | -                 | 2,75        | 2,50        | 2,50        | 3,05        | 2,95        | 2,70        | 2,55        |         |         |
| Eff. stagionale<br>Clima medio                  | Potenza elettrica per dimensionamento contatore |                            |                    | kW                | 5,50        | 5,80        | 6,20        | 10,6        | 12,5        | 13,8        | 14,5        |         |         |
|   | Riscaldamento                                   | Energia assorbita annua    |                    | kWh/anno          | 7.214       | 7.894       | 7.895       | 11.396      | 14.363      | 17.116      | 19.552      |         |         |
|   |   | Acqua 55 °C                | SCOP               | -                 | 3,45        | 3,47        | 3,41        | 3,20        | 3,23        | 3,15        | 3,15        |         |         |
|   | Clima medio                                     | ηs (rendimento stagionale) |                    | %                 | 135         | 135         | 133         | 125         | 126         | 123         | 123         |         |         |
|   |   | Classe energetica          |                    | -                 | A+++        | A+++        | A+++        | A+++        | A+++        | A+++        | A++         |         |         |
| Riscaldamento                                   |   | Energia assorbita annua    |                    | kWh/anno          | 6.012       | 6.803       | 6.805       | 8.077       | 10.167      | 11.513      | 14.372      |         |         |
| Clima medio                                     | Acqua 35 °C                                     | SCOP                       |                    | -                 | 4,81        | 4,72        | 4,62        | 4,60        | 4,53        | 4,50        | 4,20        |         |         |
|   |   | ηs (rendimento stagionale) |                    | %                 | 189         | 186         | 182         | 181         | 179         | 177         | 165         |         |         |
| <b>Caratteristiche tecniche</b>                 |   |                            |                    |                   |             |             |             |             |             |             |             |         |         |
| Alimentazione                                   |   | Tensione/Frequenza/Fasi    |                    | V/Hz/n°           | 400/50/3+N  |             |             |             |             |             |             |         |         |
| Portata acqua                                   |   | Acqua 35/30 °C             |                    | Nominale          | l/s         | 0,58        | 0,69        | 0,76        | 0,86        | 1,05        | 1,25        | 1,44    |         |
| Prevalenza utile della pompa                    |   | Aria esterna 7 °C          |                    | Nominale          | kPa         | 88          | 87          | 87          | 112         | 111         | 111         | 110     |         |
| Minimo contenuto d'acqua impianto               |   |                            |                    | l                 | 70          |             |             |             |             |             |             |         |         |
| Capacità vaso di espansione                     |   |                            |                    | l                 | 4,8         |             |             |             |             |             |             |         |         |
| Potenza sonora                                  |   |                            |                    | Minima / Nominale | dB(A)       |             | 59 / 65     | 59 / 65     | 59 / 68     | 63 / 70     | 62 / 72     | 70 / 74 | 73 / 77 |
| Pressione sonora @1m                            |   |                            |                    | Minima / Nominale | dB(A)       |             | 44 / 50     | 44 / 50     | 44 / 53     | 48 / 55     | 46 / 56     | 54 / 58 | 57 / 61 |
| <b>Campo operativo</b>                          |   |                            |                    |                   |             |             |             |             |             |             |             |         |         |
| Temperatura di mandata acqua                    | Riscaldamento / ACS                             | Full electric              |                    | Minimo / Massimo  | °C          |             | 25 / 65     |             | 25 / 60     |             |             |         |         |
|   |   | Hybrid                     |                    | Minimo / Massimo  | °C          |             | 25 / 75     |             | 25 / 70     |             |             |         |         |
| Campo di funzionamento (Aria esterna)           | Raffrescamento                                  | -                          |                    | Minimo / Massimo  | °C          |             | 5 / 25      |             | -25 / 70    |             |             |         |         |
|   |   | -                          |                    | Minimo / Massimo  | °C          |             | -25 / 35    |             | -25 / 43    |             |             |         |         |
| Campo di funzionamento (Aria esterna)           | Raffrescamento                                  | -                          |                    | Minimo / Massimo  | °C          |             | -5 / 43     |             | -5 / 46     |             |             |         |         |

DG24L5011--01

Dati secondo EN 14511:2018 e EN 14825:2016  
Il Prodotto rispetta la Direttiva Europea ErP (regolamenti UE 811/2013 - 813/2013 - 2016/2281)

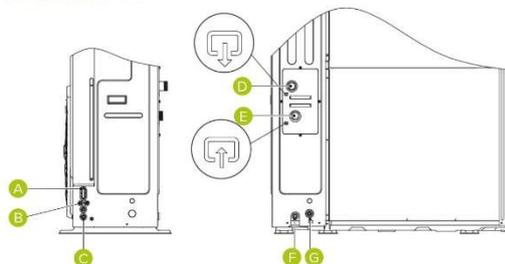
| Grandezze           |       |                      | 6.1T | 7.1T          | 8.1T | 9.1        | 10.1            | 12.1 | 14.1 |
|---------------------|-------|----------------------|------|---------------|------|------------|-----------------|------|------|
| Dimensioni          | AxCxB | mm                   |      | 1.385x864x445 |      |            | 1.120x1.557x445 |      |      |
| Peso                |       | kg                   |      | 144           |      |            | 177             |      |      |
|                     |       | tipo/GWP             |      |               |      | R-32 / 675 |                 |      |      |
| Carica refrigerante |       | kg                   |      | 1,75          |      |            | 5,00            |      |      |
|                     |       | CO <sub>2</sub> tons |      | 1,18          |      |            | 3,38            |      |      |
| Diametri esterni    | Acqua | inch                 |      |               |      | 1" 1/4     |                 |      |      |



**WISAN-YME**  
Unità esterna (ODU)

Per un buon funzionamento dell'unità è fondamentale che vengano mantenute le distanze di rispetto indicate dalle aree verdi.

GRANDEZZE 9.1 = 14.1



**A.** Foro per cavo alta tensione (alimentazione elettrica)

**B.** Foro per cavo bassa pressione (cavi di comando e segnale)

**C.** Foro per tubo di scarico

**D.** Uscita acqua

**E.** Ingresso acqua

**F.** Foro per tubo di scarico

**G.** Foro per tubo di scarico valvola di sicurezza

L'unità viene dotata di resistenza interna elettrica per garantire continuità di servizio.

La pompa di calore è collegata ad un serbatoio di accumulo inerziale da 200 litri posizionato all'interno del vano tecnico che permette di ottimizzare il funzionamento del generatore in conformità a quanto dichiarato dal costruttore.

Sul lato secondario è presente un circolatore che gestisce il sistema di emissione del piano terra.

### 5.1.2 Rete di distribuzione fluidi

La pompa di calore sarà settata con funzionamento in climatica mediante rilevazione della temperatura esterna, in ragione di ciò le temperature delle fluidi delle utenze potrebbero subire delle modifiche.

La funzione del serbatoio inerziale oltre a rendere il circuito utenze indipendente è quella di immagazzinare energia e renderla disponibile al circuito utenze evitando accensioni e spegnimenti continui della pompa di calore.

Sul ritorno verrà installato un filtro defangatore.

Le reti di idroniche saranno alimentate da pompe dotate di inverter, ciascuna pompa è prevista dotata di valvole di intercettazione, manometro e valvola di non ritorno.

L'accensione e lo spegnimento dei circolatori sarà gestito da sistema BMS dedicato.

Le tubazioni sono previste in acciaio nero con coibentazione di spessore secondo quanto riportato dalla tabella della appendice B del D.P.R. 412/93, di cui la tabella sotto.

| cond. term.<br>W/m °C | diametro esterno tubazione (mm) |            |            |            |            |      |
|-----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------|
|                       | <20                             | da 20 a 39 | da 40 a 59 | da 60 a 79 | da 80 a 99 | >100 |
| 0.030                 | 13                              | 19         | 26         | 33         | 37         | 40   |
| 0.032                 | 14                              | 21         | 29         | 36         | 40         | 44   |
| 0.034                 | 15                              | 23         | 31         | 39         | 44         | 48   |
| 0.036                 | 17                              | 25         | 34         | 43         | 47         | 52   |
| 0.038                 | 18                              | 28         | 37         | 46         | 51         | 56   |
| 0.040                 | 20                              | 30         | 40         | 50         | 55         | 60   |
| 0.042                 | 22                              | 32         | 43         | 54         | 59         | 64   |
| 0.044                 | 24                              | 35         | 46         | 58         | 63         | 69   |
| 0.046                 | 26                              | 38         | 50         | 62         | 68         | 74   |
| 0.048                 | 28                              | 41         | 54         | 66         | 72         | 79   |
| 0.050                 | 30                              | 44         | 58         | 71         | 77         | 84   |

L'isolamento verrà realizzato con guaine elastomeriche con caratteristica B-s2-d0

Il dimensionamento delle linee di distribuzione del fluido termovettore dell'impianto idronico è stato eseguito sulla base dell'assegnazione, per vari tronchi di rete attraversati da determinate portate di acqua, dei diametri delle tubazioni tali da determinare una perdita di carico costante per unità di lunghezza.

Le perdite di carico distribuite sono state determinate mediante l'utilizzo delle formule di Darcy in funzione della temperatura del fluido veicolato e della rugosità del materiale impiegato.

Le perdite di carico localizzate sono state valutate con il metodo dei metri di tubazione equivalente.

La perdita di carico unitaria di progetto, fissata nell'intervallo 100÷400 Pa, il secondo valore è stato utilizzato e limitato a piccole porzioni e lunghezze di tubazioni di centrale, tratti di raccordo etc laddove sono stati riscontrati vincoli o problematiche dovute a dimensioni / difficoltà di installazione

Tale perdita di carico unitaria è stata assegnata al fine di mantenere nelle tubazioni velocità medie tali da non indurre fastidiose rumorosità, sia per ottimizzare il rapporto tra i costi di realizzazione della rete di primo impianto e i costi di pompaggio di esercizio.

### 5.1.2.1 Dimensionamento circolatori

Le perdite di carico in un circuito idraulico saranno date dalla somma di due fattori: le perdite di carico distribuite e quelle concentrate. Per tubi di media rugosità ( $0,020 < \epsilon < 0,090$ ), quale è il tubo in acciaio nero o zincato, le perdite di carico continue unitarie si possono calcolare analiticamente attraverso la seguente formula di Darcy:

$$r = 3,30 \cdot v^{0,13} \cdot \rho \cdot \frac{G^{1,87}}{D^{5,01}}$$

dove:

r = perdita di carico continua unitaria, mm c.a./m

$\rho$  = densità dell'acqua, kg/m<sup>3</sup>

v = viscosità cinematica dell'acqua, m<sup>2</sup>/s

G = portata, l/h

D = diametro interno, mm

Le perdite di carico distribuite sono proporzionali alla lunghezza reale del circuito (L) ed alla perdita di carico specifica (r) secondo la relazione:

$$R = L \cdot r$$

Le perdite di carico localizzate sono calcolabili con il metodo diretto attraverso la relazione:

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

dove:

z = perdite di carico localizzate, mm c.a.

$\xi$  = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

$\rho$  = densità dell'acqua, kg/m<sup>3</sup>

v = velocità, m/s

Il dimensionamento dei gruppi di pompaggio è stato condotto per semplificazione di calcolo fissando le perdite di carico in linea pari a 300 Pa/m tenendo conto dell'incidenza dei pezzi speciali nella misura del 30% della lunghezza del circuito più sfavorito.

Le specifiche risultanze sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

Non si esclude che per il calcolo delle perdite di carico continue e localizzate si utilizzeranno anche le tabelle e i diagrammi messi a disposizione da Caleffi, che riportano le perdite di carico e la velocità dell'acqua in funzione del diametro delle tubazioni e delle portate, al variare del materiale delle tubazioni e della temperatura dell'acqua. Nel fare questo si porrà attenzione nel fare riferimento ai diagrammi relativi alla giusta temperatura dell'acqua e materiale tubazioni, in modo da tener conto delle variazioni di densità e viscosità del fluido termovettore con la temperatura e della rugosità della tubazione.

Applicando i concetti e la metodologia sopra descritti saranno ricavati i valori della perdita di carico complessiva del circuito primario e di conseguenza la prevalenza necessaria per la pompa di circolazione.

#### 5.1.2.1 Dimensionamento vasi di espansione

Il dimensionamento sarà eseguito secondo "Raccolta R" ISPESL (ex INAIL) - DM 1.12.75:

$$Vn \geq \frac{Ve}{\left(1 - \frac{P1}{P2}\right)}$$

Vn = volume nominale del vaso, in litri;

Ve = Va x n/100, volume di espansione in litri,

Va = volume totale dell'impianto, in litri;

n = 0,31 + 3,9 x10-4 x Tm2

P1 = pressione assoluta in bar, a cui è precaricato il cuscino di gas

P2 = pressione assoluta di taratura della valvola di sicurezza, in bar

Nota: Fare rif alla raccolta R per altri dati.

Le reti di distribuzione dell'acqua fredda e calda sanitaria all'interno dell'edificio, partiranno dai rispettivi collettori viaggiando all'interno del massetto della pavimentazione fino al collegamento alle rispettive utenze, l'utilizzo del collettore permette di realizzare una rete sotto il pavimento priva di giunzioni.

Tali considerazioni sono riassunte nel calcolo del volume dei vasi di espansione

## 5.2 Impianto a pannelli radianti in regime invernale

Il calcolo dei pannelli radianti a pavimento è stato sviluppato sulla base delle norme UNI-EN 1264 di cui riportiamo alcuni brevi cenni.

La scelta della temperatura di mandata viene effettuata in funzione del locale sfavorito per il quale le norme forniscono la seguente definizione:

- Ambiente in cui il rapporto tra la potenza richiesta e la superficie pannellabile è massimo. Questo rapporto è detto densità di flusso. L'ambiente sfavorito deve soddisfare due condizioni:

- La differenza tra la temperatura di mandata e quella di ritorno non può superare i 5°C.
- Non può essere un locale appartenente alla zona servizi. Per questi locali si assume una resistenza termica del materiale di rivestimento pari a 0,01 m<sup>2</sup>°C/W. Per tutti gli altri è consigliato un valore pari a 0,1 m<sup>2</sup>°C/W o peggiore se presente.

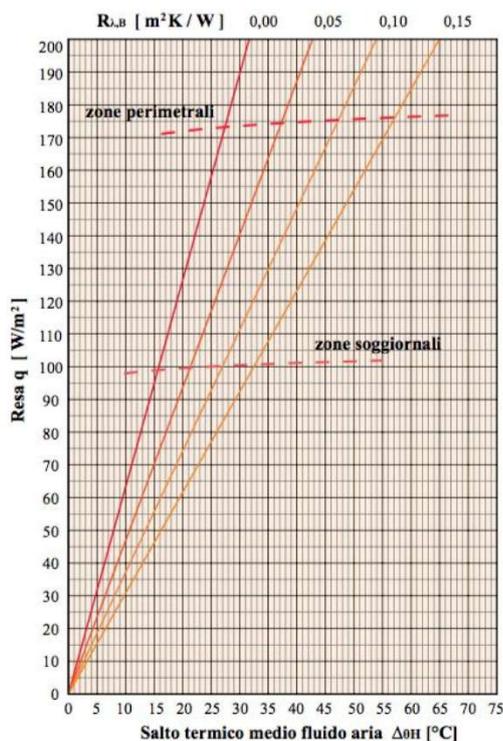
In tutti gli ambienti la temperatura superficiale del pavimento non può essere maggiore di 29°C (ipotizzando che la temperatura interna del locale sia 20°C).

Ciò naturalmente pone un vincolo alla densità di flusso prodotta dal pannello radiante che non può superare una certa soglia.

Per ovviare a questo vincolo è stato introdotto il concetto di superficie marginale definita come porzione di superficie ambiente compresa fino ad un metro dalle pareti esterne.

All'interno di tale superficie la temperatura del pavimento non deve superare di 35°C (ipotizzando che la temperatura interna del locale sia 20°C): ne consegue che, se necessario, in questa area i tubi possono infittirsi.

In fase di progettazione il dimensionamento dell'impianto radiante a pavimento è stato condotto utilizzando la tabella delle rese termiche fornite dai produttori dei sistemi radianti secondo le UNI EN 1264-2, qui sotto riportata prevedendo indipendentemente dalle richieste specifiche del locale di installazione la possibilità di avere una resa massima unitaria fino a 80 W/mq che riconduce nella globalità ad una potenzialità superiore a quella minima di progetto.



REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO A SAONARA - Comune di Saonara (PD)  
 RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTI TERMOMECCANICI

### 5.3 Impianto rinnovo aria

---

L'impianto di rinnovo aria dell'asilo è stato dimensionato secondo la UNI EN 16798-1:2019 in applicazione del P.to 2.4.5 dei CAM di cui al D.M. 23/06/2022 e verrà realizzato mediante unità di rinnovo decentralizzate ad aria con recupero di calore modello HRV-3 di marca Clivet o similare.

Il Funzionamento con recupero di calore fa sì che due flussi di espulsione e rinnovo si incrociano pur restando separati permettendo lo scambio di energia tra le due portate d'aria. Durante il periodo estivo, l'aria di rinnovo è raffreddata dall'aria in espulsione, d'inverno l'aria entrante per il rinnovo è riscaldata.

Con il funzionamento in by pass nelle medie stagioni dove temperatura e umidità sono molto simili tra aria in espulsione e di rinnovo, il sistema funziona come un ventilatore convenzionale evitando lo scambiatore. Nel funzionamento con bypass mandata ed espulsione hanno pari velocità.

L'unità decide automaticamente se recuperare calore o utilizzare il bypass confrontando la temperatura esterna con quella interna. Le velocità dei ventilatori in mandata e ripresa vengono regolate autonomamente.

La sonda di CO2 integrata permette di attivare un'apposita funzione che consente di gestire l'unità modulando la velocità di ventilazione in funzione della qualità dell'aria rilevata in ambiente, andando a fornire automaticamente il ricambio di aria esterna richiesto a seconda delle effettive esigenze.

Queste due modalità consentono di controllare la pressione ambiente. Nel funzionamento con pressione positiva il ventilatore di mandata opera ad una velocità maggiore rispetto al ventilatore di ripresa, nella modalità con pressione negativa è l'opposto

L'unità è dotata di:

- Ventilatori centrifughi a corrente continua
- Scambiatore di calore in carta pretrattata ad alta efficienza
- circuito di bypass per il free-cooling
- filtro F7 sulla mandata per massimizzare la qualità dell'aria ambiente

Di seguito si riportano i dati tecnici delle macchine premettendo che possono essere utilizzati componenti similari e che la marca e modello utilizzata è a scopo indicativo.

dati tecnici

HRV-3 D200÷D2000



HRV - RECUPERATORE DI CALORE

| Grandezze                                      | HRV-3             | D200          | D300         | D400          | D500          | D800          | D1000         | D1500         | D2000         |
|--|-------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Portata aria nominale                          | m <sup>3</sup> /h | 200           | 300          | 400           | 500           | 800           | 1000          | 1500          | 2000          |
| Prevalenza disponibile                         | Pa                | 100           | 90           | 100           | 90            | 140           | 160           | 180           | 200           |
| Potenza assorbita                              | W                 | 70            | 100          | 110           | 150           | 320           | 380           | 680           | 950           |
| Corrente assorbita                             | A                 | 0,64          | 0,84         | 0,97          | 1,2           | 2,4           | 2,9           | 3,8           | 5,7           |
| Efficienza di scambio sensibile <sup>(1)</sup> | %                 | 79,5          | 75,7         | 77,7          | 80,6          | 78,7          | 82,8          | 75,5          | 77,2          |
| Efficienza di scambio entalpica <sup>(1)</sup> | %                 | 75,0          | 72,1         | 73,5          | 74,0          | 72,3          | 76            | 69,4          | 74,7          |
| Dimensioni (Lunghezza x Altezza x Profondità)  | mm                | 1195x272x784  | 1195x272x898 | 1276x272x1185 | 1311x390x1090 | 1311x390x1270 | 1311x390x1510 | 1740x615x1340 | 1811x685x1545 |
| Diametro bocca del canale                      | mm                | Ø 144         | Ø 144        | Ø 198         | Ø 244         | Ø 244         | Ø 244         | 346x326       | 346x326       |
| Peso   | kg                | 51            | 57           | 72            | 62            | 77            | 85            | 168           | 195           |
| Livello di pressione sonora <sup>(2)</sup>     | dB(A)             | 33/29,5/25,5  | 36,5/33,5/30 | 36,5/32/28    | 36/30,5/24,5  | 42/39/34      | 44/39/33,5    | 51,5/46,5/41  | 53/48,5/42,5  |
| Livello di potenza sonora <sup>(2)(3)</sup>    | dB                | 45            | 48           | 48            | 50            | 55            | 54            | 69            | 70            |
| Campo di funzionamento <sup>(4)</sup>          | °C                | -7 ~ 43       | -7 ~ 43      | -7 ~ 43       | -7 ~ 43       | -7 ~ 43       | -7 ~ 43       | -7 ~ 43       | -7 ~ 43       |
| Alimentazione elettrica                        |                   | 220-240/1~/50 |              |               |               |               |               |               |               |

Per le grandezze HRV-3 D200÷D2000 sono disponibili tre velocità dell'aria (Hi, Med, Low).

Tutti i riferimenti in tabella sono determinati per portata aria alta e filtro standard G4, fare riferimento al manuale tecnico per dati nelle altre condizioni.

(1) Gr. D200: Temperatura aria interna 20°C DB/12°C WB; Temperatura aria esterna 7°C DB.  
Gr. D300-D2000: Temperatura aria interna 25°C DB/14°C WB; Temperatura aria esterna 5°C DB.

(2) I livelli sonori sono misurati a 1,5 m al di sotto del centro dell'unità in una camera anecoica.

(3) Valori riferiti alle 3 velocità di ventilazione, in ordine decrescente.

(4) Temperature DB con 80% UR o meno.

accessori

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| WDC3-86S2         | Controllo cablato     |
| HRV200(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D200)* |
| HRV300(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D300)* |
| HRV400(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D400)* |
| HRV500(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D500)* |

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| HRV800(B)-GLW(F7)  | Filtro F7 (gr. D800)*  |
| HRV1000(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D1000)* |
| HRV1500(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D1500)* |
| HRV2000(B)-GLW(F7) | Filtro F7 (gr. D2000)* |

\*prevedere 2 filtri F7 per la grandezza D200 e 4 filtri F7 per le grandezze D300-D2000

I dati contenuti nel presente documento non sono impegnativi e possono essere modificati dal Costruttore senza obbligo di preavviso

www.clivet.com

I canali dell'aria correranno all'interno dei controsoffitti, sia dei tratti principali che per i tratti terminali che porteranno ai diffusori

Il tratto terminale di collegamento al diffusore di mandata/ripresa verrà realizzato con tubazione flessibile isolata antimicrobica.

Il diametro dei tubi dei canali sarà effettuato in modo tale da garantire un moto turbolento, mantenendo la velocità nel tratto di ripresa e rilascio verso l'esterno inferiori a 5 m/s e nei tratti secondari inferiore ad 3 m/s, i diametri che si selezioneranno garantiranno una perdita di carico distribuita inferiore a 0,070 mm c.a./m.

Le perdite di carico localizzate, dovuta "alla presenza di pezzi speciali" sono state valutate con il metodo dei metri di canalizzazione equivalente.

I valori di progetto sopraindicati (perdita di carico unitaria di progetto pari a 0,070 mm c.a./m per metro lineare e la limitazione delle velocità dell'aria a 5 m/s per le canalizzazioni principali e 3 m/s per le secondarie) sono stati assunti sia per mantenere nelle canalizzazioni velocità medie dell'aria tali da non indurre fastidiose rumorosità, sia per ottimizzare il rapporto tra i costi di realizzazione della rete di primo impianto e i costi di ventilazione di esercizio

Verranno utilizzati diffusori a flusso elicoidale in mandata e ripresa, mentre l'estrazione dell'aria dei bagni avverrà tramite valvole di ventilazione circolari poste a soffitto.

Su tutti i tratti terminali sono state previsti dei regolatori di portata di tipo manuale, adatte per il tipo di canale circolare/rettangolare.

Le espulsioni verranno realizzate in copertura per i recuperatori 2 e 3 mentre per il recuperatore 1 verranno realizzare in facciata.

Le canalizzazioni saranno sistemate all'interno del sottotetto o nei controsoffitti e sfoceranno in copertura per realizzare espulsione e ripresa aria.

Le canalizzazioni saranno isolate con guaina elastomerica come indicato dalla tabella dell'allegato B al DPR 412/93 sotto riportata alla colonna da 20 a 39 mm.

| cond. term.<br>W/m °C | diametro esterno tubazione (mm) |            |            |            |            |      |
|-----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------|
|                       | <20                             | da 20 a 39 | da 40 a 59 | da 60 a 79 | da 80 a 99 | >100 |
| 0.030                 | 13                              | 19         | 26         | 33         | 37         | 40   |
| 0.032                 | 14                              | 21         | 29         | 36         | 40         | 44   |
| 0.034                 | 15                              | 23         | 31         | 39         | 44         | 48   |
| 0.036                 | 17                              | 25         | 34         | 43         | 47         | 52   |
| 0.038                 | 18                              | 28         | 37         | 46         | 51         | 56   |
| 0.040                 | 20                              | 30         | 40         | 50         | 55         | 60   |
| 0.042                 | 22                              | 32         | 43         | 54         | 59         | 64   |
| 0.044                 | 24                              | 35         | 46         | 58         | 63         | 69   |
| 0.046                 | 26                              | 38         | 50         | 62         | 68         | 74   |
| 0.048                 | 28                              | 41         | 54         | 66         | 72         | 79   |
| 0.050                 | 30                              | 44         | 58         | 71         | 77         | 84   |

Le canalizzazioni transitanti nelle vie di esodo dovranno avere caratteristica di reazione al fuoco di tipo B-s2-d0.

Non verrà isolata la canalizzazione di espulsione.

Tali considerazioni sono riassunte nel calcolo delle portate di ventilazione.

## 5.4 Impianto produzione acqua calda sanitaria

Al fine di migliorare l'efficienza del sistema di generazione di acqua calda sanitaria sono stati previsti generatori in pompa di calore dedicati al servizio di acqua calda sanitaria.

Gli accumuli previsti per i generatori sono stati dimensionati secondo i dettami della norma tecnica UNI 9182, considerando il consumo giornaliero di acqua calda ad uso sanitario a 40°C viene fissato con riferimento alle tabelle delle UNI-TS 11300-2 pari a 8 litri/gg per bambino.

Nella fattispecie viene prevista n°1 pompa di calore da 400 l per il servizio ACS dell'asilo con possibile integrazione con solare termico Modello TWMBS 4502 A di marca Termal o similare

Lo schema di produzione Acs è allegato alla presente.

Di seguito si riportano i dati tecnici del generatore premettendo che possono essere utilizzati componenti similari e che la marca e modello utilizzata è a scopo indicativo.

**Classe energetica**

TWMBS 2202 HEA **A**    TWMBS 2302 HEA **A**    TWMBS 2402 HEA **A**    TWMBS 4402 HEA **A**

**RT34A**    Serbatoio in acciaio Inox    FINO A 400L DI CAPACITÀ    CICLO ANTI LEGIONELLA

| Modello                                       |                                       | TWMBS 2202 HEA     | TWMBS 2302 HEA     | TWMBS 2402 HEA     | TWMBS 4402 HEA     |
|---|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Volume serbatoio                              | L                                     | 200                | 300                | 400                | 400                |
| Serpentina integrazione solare (INOX)         | m <sup>2</sup>                        | 1,0                | 1,0                | 1,0                | 1,0                |
| Potenza termica nominale <sup>1</sup>         | W                                     | 2040               | 2040               | 2060               | 3285               |
| Absorbimento elettrico nominale <sup>1</sup>  | W                                     | 465                | 460                | 477                | 895                |
| Capacità produzione acs nominale <sup>1</sup> | L/h                                   | 43,5               | 43,5               | 45,0               | 70,5               |
| COP nominale <sup>1</sup>                     | W/W                                   | 4,39               | 4,43               | 4,32               | 3,67               |
| COPDHW <sup>2</sup>                           | W/W                                   | 2,61               | 2,68               | 2,61               | 2,62               |
| Profilo ciclo di prova <sup>2</sup>           | -                                     | L                  | XL                 | XL                 | XL                 |
| Volume acqua calda a 40°C <sup>2</sup>        | L                                     | 250                | 390                | 434                | 434                |
| Classe di Efficienza Energetica <sup>3</sup>  | -                                     | A                  | A                  | A                  | A                  |
| Grado di protezione IP                        | -                                     | IPX1               | IPX1               | IPX1               | IPX1               |
| Intervallo regolazione T. acqua calda         | °C                                    | 10-70 (50 default) | 10-70 (50 default) | 10-70 (50 default) | 10-70 (50 default) |
| Massima T. acqua calda solo compressore       | °C                                    | 60                 | 60                 | 60                 | 60                 |
| Dati elettrici                                | Alimentazione                         | Ph-V-Hz            |                    |                    |                    |
|   | Resistenza elettrica integrativa      | W                  |                    |                    |                    |
|   | Corrente massima (inclusa resistenza) | A                  |                    |                    |                    |
| Dati circuito frigorifero                     | Refrigerante <sup>4</sup>             | tipo (GWP)         |                    |                    |                    |
|   | Quantità                              | kg                 |                    |                    |                    |
|   | Tonnellate di CO2 equivalenti         | t                  |                    |                    |                    |
|   | Compressore                           | tipo               |                    |                    |                    |
| Specifiche prodotto                           | Dimensioni (Diametro x Altezza)       | mm                 |                    |                    |                    |
|   | Peso netto                            | kg                 |                    |                    |                    |
|   | Livello potenza sonora                | dB(A)              |                    |                    |                    |
|   | Livello pressione sonora a 2 m        | dB(A)              |                    |                    |                    |
|   | Materiali serbatoio                   | -                  |                    |                    |                    |
| Serbatoio                                     | Connessioni ACS                       | pollici            |                    |                    |                    |
|   | Connessioni serpentina solare         | pollici            |                    |                    |                    |
|   | Tipo di anodo                         | -                  |                    |                    |                    |
|   | Pressione massima di esercizio        | bar                |                    |                    |                    |
| Aria aspirata                                 | Campo di lavoro                       | °C                 |                    |                    |                    |
|   | Portata aria (con canalizzazione)     | m <sup>3</sup> /h  |                    |                    |                    |
|   | Prevalenza ventilatore                | Pa                 |                    |                    |                    |
|   | Canalizzazione aria - Diametro        | mm                 |                    |                    |                    |
|   | Canalizzazione aria - Lunghezza Max   | m                  |                    |                    |                    |

1. Condizioni: aria aspirata 20°C (85 15°C (BU), acqua ingresso 15°C / uscita 55°C, 2. Test secondo EN16147; aria 7°C, 3. Direttiva 2009/125/CE - ErPEU n. 814/2013.  
 3. Direttiva 2009/125/CE - ErPEU n. 814/2013. 4. La perdita di refrigerante contribuisce al cambiamento climatico. In caso di rilascio nell'atmosfera, i refrigeranti con un potenziale di riscaldamento globale (GWP) più basso contribuiscono in misura minore al riscaldamento globale rispetto a quelli con un GWP più elevato. Questo apparecchio contiene un fluido refrigerante con un GWP di 1430. Se 1 kg di questo fluido refrigerante fosse rilasciato nell'atmosfera, quindi, l'impatto sul riscaldamento globale sarebbe 1430 volte più elevato rispetto a 1 kg di CO2, per un periodo di 100 anni. In nessun caso l'utente deve cercare di intervenire sul circuito refrigerante o di disassemblare il prodotto. In caso di necessità occorre sempre rivolgersi a personale qualificato.



## 5.5 Impianto idricosanitario

### 5.5.1 Rete acqua fredda e calda

Il dimensionamento della rete interna sarà eseguito secondo la UNI 9182, tenendo conto del numero di apparecchi singoli per la rete dell'acqua fredda e del numero di apparecchi per la rete dell'acqua calda, tramite le quali saranno calcolate le unità di carico e da cui sarà poi possibile determinare il diametro della rete fredda e il diametro per la rete della acqua calda.

Il dimensionamento del tronco di alimentazione verrà effettuato verificando la velocità dell'acqua (UNI9182:2014 - Appendice C), alla portata massima erogata:

Velocità massima ammessa nei circuiti aperti

| Tipo distribuzione  | Velocità<br>[m/s] |
|---|-------------------|
| Distribuzione primaria, colonne montanti, tubazioni di distribuzione al piano | 2,0               |
| Linea di adduzione alla singola utenza  | 4,0               |

Per i tratti singoli dell'unità al collettore saranno previsti tubazioni in multistrato diametro 16x2.25.

Le tubazioni utilizzate per l'impianto idrico sanitario saranno in multistrato reticolato del tipo PEX-b/Al/PEX-b (idoneo al trasporto di acqua potabile).

Tali considerazioni sono riassunte nel calcolo secondo UNI9182

### 5.5.2 Rete di scarico

Ciascun apparecchio igienico sanitario e/o gruppi di apparecchi dovranno essere allacciati alle colonne di scarico dell'edificio, l'evacuazione dei reflui avverrà per gravità. Gli allacci potranno essere realizzati attraverso l'utilizzo di tubazioni in polietilene ad alta densità con connessioni e giunzioni a saldatura realizzate mediante un processo di termofusione.

Verranno divise le acque nere dalle acque grigie della cucina e della lavanderia che verranno pretrattate con un processo di degrassamento atto a rimuovere oli, schiume, grassi e saponi dal resto tramite il processo di flottazione.

Il dimensionamento degli scarichi sarà effettuato secondo la EN 12056, sistema I, considerando che  $Q_{ww}$  è lo scarico di acque nere previsto in una sezione dell'intero impianto di scarico, considerando che all'impianto siano collegati solo apparecchi sanitari

$$Q_{ww} = k \sqrt{\sum DU}$$

dove  $Q_{ww}$ = portata acque reflue l/s;

k= coefficiente di scarico;

$\sum DU$ =totale valore di progetto (Design-Unit);

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

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

Fissando K=0,7

prospetto 2 **Unita di scarico (DU)**

| Apparecchio sanitario             | Sistema I | Sistema II | Sistema III     | Sistema IV |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------------|------------|
|                                   | DU l/s    | DU l/s     | DU l/s          | DU l/s     |
| Lavabo, bidè                      | 0,5       | 0,3        | 0,3             | 0,3        |
| Doccia senza tappo                | 0,6       | 0,4        | 0,4             | 0,4        |
| Doccia con tappo                  | 0,8       | 0,5        | 1,3             | 0,5        |
| Orinatoio con cassetta            | 0,8       | 0,5        | 0,4             | 0,5        |
| Orinatoio con valvola di cacciata | 0,5       | 0,3        | -               | 0,3        |
| Orinatoio a parete                | 0,2*      | 0,2*       | 0,2*            | 0,2*       |
| Vasca da bagno                    | 0,8       | 0,6        | 1,3             | 0,5        |
| Lavello da cucina                 | 0,8       | 0,6        | 1,3             | 0,5        |
| Lavastoviglie (domestica)         | 0,8       | 0,6        | 0,2             | 0,5        |
| Lavatrice, carico max. 6 kg       | 0,8       | 0,6        | 0,6             | 0,5        |
| Lavatrice, carico max. 12 kg      | 1,5       | 1,2        | 1,2             | 1,0        |
| WC, capacità cassetta 4,0 l       | **        | 1,8        | **              | **         |
| WC, capacità cassetta 6,0 l       | 2,0       | 1,8        | da 1,2 a 1,7*** | 2,0        |
| WC, capacità cassetta 7,5 l       | 2,0       | 1,8        | da 1,4 a 1,8*** | 2,0        |
| WC, capacità cassetta 9,0 l       | 2,5       | 2,0        | da 1,6 a 2,0*** | 2,5        |
| Pozzetto a terra DN 50            | 0,8       | 0,9        | -               | 0,6        |
| Pozzetto a terra DN 70            | 1,5       | 0,9        | -               | 1,0        |
| Pozzetto a terra DN 100           | 2,0       | 1,2        | -               | 1,3        |

\* Per persona.  
 \*\* Non ammesso.  
 \*\*\* A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone).  
 - Non utilizzata o dati mancanti.

prospetto 4 **Capacità idraulica (Q<sub>max</sub>) e diametro nominale (DN)**

| Q <sub>max</sub> l/s | Sistema I | Sistema II | Sistema III        | Sistema IV |
|----------------------|-----------|------------|--------------------|------------|
|                      | DN        | DN         | DN                 | DN         |
| 0,40                 | *         | 30         | Vedere prospetto 6 | 30         |
| 0,50                 | 40        | 40         |                    | 40         |
| 0,80                 | 50        | -          |                    | -          |
| 1,00                 | 60        | 50         |                    | 50         |
| 1,50                 | 70        | 60         |                    | 60         |
| 2,00                 | 80**      | 70**       |                    | 70**       |
| 2,25                 | 90***     | 80****     |                    | 80****     |
| 2,50                 | 100       | 90         |                    | 100        |

\* Non ammesso.  
 \*\* Senza WC.  
 \*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
 \*\*\*\* Massimo un WC.

In riferimento alla formula e ai prospetti 2 e 4 delle tabelle, sarà possibile determinare i vari diametri.

Le variazioni di pressione all'interno delle tubazioni sanitarie sarà garantita da valvole di aerazione che consentono l'ingresso di aria nel sistema fognario ma ne impedisce la fuoriuscita. Quando utilizzate per la ventilazione delle colonne di scarico, le valvole di aerazione devono essere conformi al prEN 12380 e devono essere dimensionati con  $Q_a \geq 8 \times Q_{tot}$ .

dove  $Q_a$  = Portata minima d'aria attraverso un condotto di ventilazione o una valvola di aerazione l/s

$Q_{tot}$  = portata totale è la somma della portata delle acque reflue ( $Q_{ww}$ ), della portata continua ( $Q_c$ ) e della portata di pompaggio ( $Q_p$ ) in litri al secondo (l/s);

I tratti orizzontali saranno realizzati con una pendenza tale da garantire una velocità minima di deflusso di 0,6 m/s, indicativamente la percentuale non deve essere inferiore al 1%.

In caso di strutture resistenti al fuoco, gli attraversamenti dovranno essere provvisti degli idonei collari tagliafuoco REI certificati per le modalità di installazione previste.

Tali considerazioni sono riassunte nel calcolo secondo UNI12056

### 5.5.3 Rete di ricircolo

Il dimensionamento della rete interna di ricircolo è stato eseguito secondo la UNI 9182.

Verrà predisposta su ogni collettore sanitaria una tubazione di collegamento alla rete di ricircolo che porterà in centrale alle stazioni di generazione.

Nelle centrali tecnologiche sono previste pompe di ricircolo ad attivazione oraria per il funzionamento di tale rete.

Le portate di ricircolo sono indicate nei calcoli allegati alla presente.

Per uniformità è stata prevista una rete di ricircolo DN 15 da realizzare in tubazione saranno in multistrato reticolato del tipo PEX-b/Al/PEX-b (idoneo al trasporto di acqua potabile).

### 5.5.4 Sistema di trattamento acque

E' prevista l'implementazione di un sistema di trattamento acqua costituito da:

- Filtrazione generale costituito da un Filtro dissabbiatore manuale;
- Addolcimento ACS costituito da un Addolcitore automatico biblocco a scambio di basi gestito da microprocessori con rigenerazione volumetrica per acque potabili, tecniche e di processo, con programma per rigenerazione spontanea max. ogni 96 ore attivabile.
- Dosaggio proporzionale con prodotto specifico antincrostante e anticorrosivo per ACS  
Stazione di dosaggio preassemblata completa di contatore lancia impulsi pompa dosatrice specifica e lancia d'aspirazione con sonda di livello e filtro di fondo incorporati.

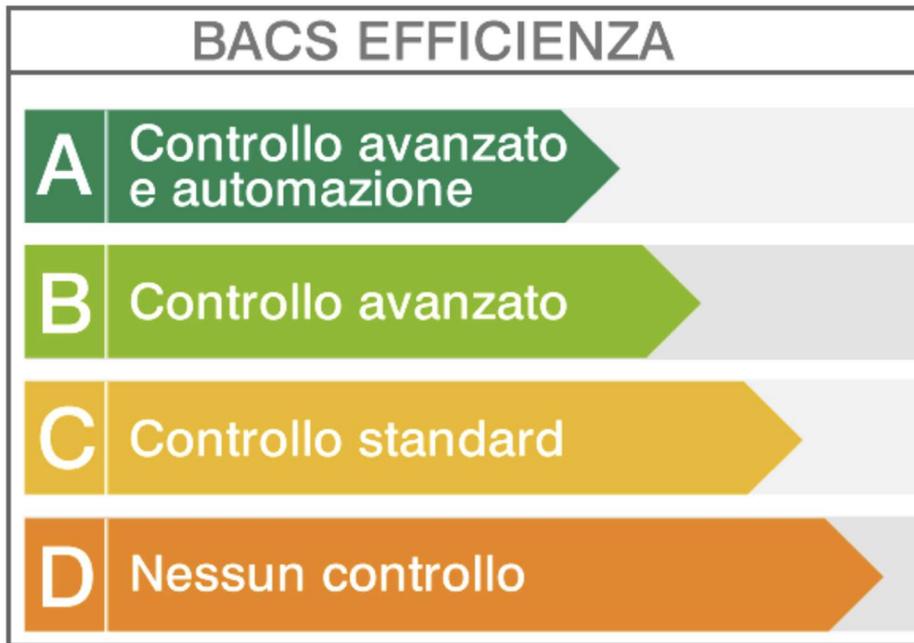
I sistemi sono stati dimensionati sulle massime portate calcolate con la norma UNI 9182

## 5.6 BMS – BUILDING MANAGEMENT SISTEM

---

I sistemi di automazione e di gestione degli impianti e altre tecnologie, denominati BACS, grazie alle tecnologie standard utilizzate, dovranno consentire il controllo integrato dell'edificio, cioè permettere il controllo, il comando e la gestione di tutti i sistemi impiantistici e architettonici previsti per l'ottimizzazione energetica e gestione del sistema edificio impianto nel suo complesso e dovrà assolvere ai compiti specificati nel paragrafo relativo alle prestazioni minime degli impianti. In sintesi, con i sistemi BACS previsti nel progetto si intendono tutti i prodotti e servizi tecnici per la regolazione automatica, il monitoraggio, l'ottimizzazione, il funzionamento, l'intervento umano e la gestione, al fine di perseguire l'efficienza energetica ed economica, nonché la sicurezza dei servizi degli edifici.

In accordo alla norma UNI EN 15232 – Energy Performance of buildings – Impact of Building Automation Controls and Building Management, sono definite quattro classi BACS di efficienza crescente per classificare i sistemi di automazione degli edifici:



Le classi vengono definite come riportato di seguito:

- classe D "NON ENERGY EFFICIENT": è il livello più basso: si tratta di impianti tecnici tradizionali che sono privi di sistemi di automazione
- classe C "STANDARD, RIFERIMENTO": è il livello di dotazione minima dei dispositivi BACS e corrisponde al requisito minimo richiesto dalla EPBD
- classe B "ADVANCED": è il livello di dotazione avanzata di sistemi BACS
- classe A "HIGH ENERGY PERFORMANCE": è il livello di dotazione avanzata di sistemi BACS analogo alla classe B, ma con livelli di precisione e completezza del controllo automatico che consentono all'impianto di raggiungere la massima prestazione.

I servizi energetici presenti negli edifici su cui è possibile agire sono i seguenti:

- Controllo del riscaldamento;
- Controllo dell'acqua calda sanitaria;
- Controllo della ventilazione;
- Controllo dell'illuminazione;
- Controllo sistemi TBM.

Per ciascun controllo sono selezionabili diversi livelli di performance a seconda della classe energetica (del dispositivo di automazione) che si vuole impostare o raggiungere.

L'edificio verrà dotato di sistema di BMS che per gli impianti meccanici descritto negli elaborati tecnici.

Il sistema garantirà il controllo della centrale termofrigorifera e l'integrazione dei sistemi di ventilazione tramite Modbus RTU.

Nella fattispecie tramite sonde di temperatura installate in ogni ambiente sarà possibile gestire il setpoint per ambiente.

Tramite regolatore climatico verrà gestita la temperatura di mandata dell'impianto di riscaldamento.

Tutti i generatori e unità di ventilazione saranno integrati nel bms tramite moduli Modbus in maniera da poter gestire setpoint ed allarmi.

Il livello di automazione garantito nel progetto di nuova costruzione dell'edificio in oggetto è la classe B.

## 5.7 Criteri cam

---

Il progetto è stato inoltre redatto in accordo al D.M. 23 giugno 2022, n.236. Il raggiungimento delle prestazioni minime o superiori rispetto alle prescrizioni CAM sarà garantito da:

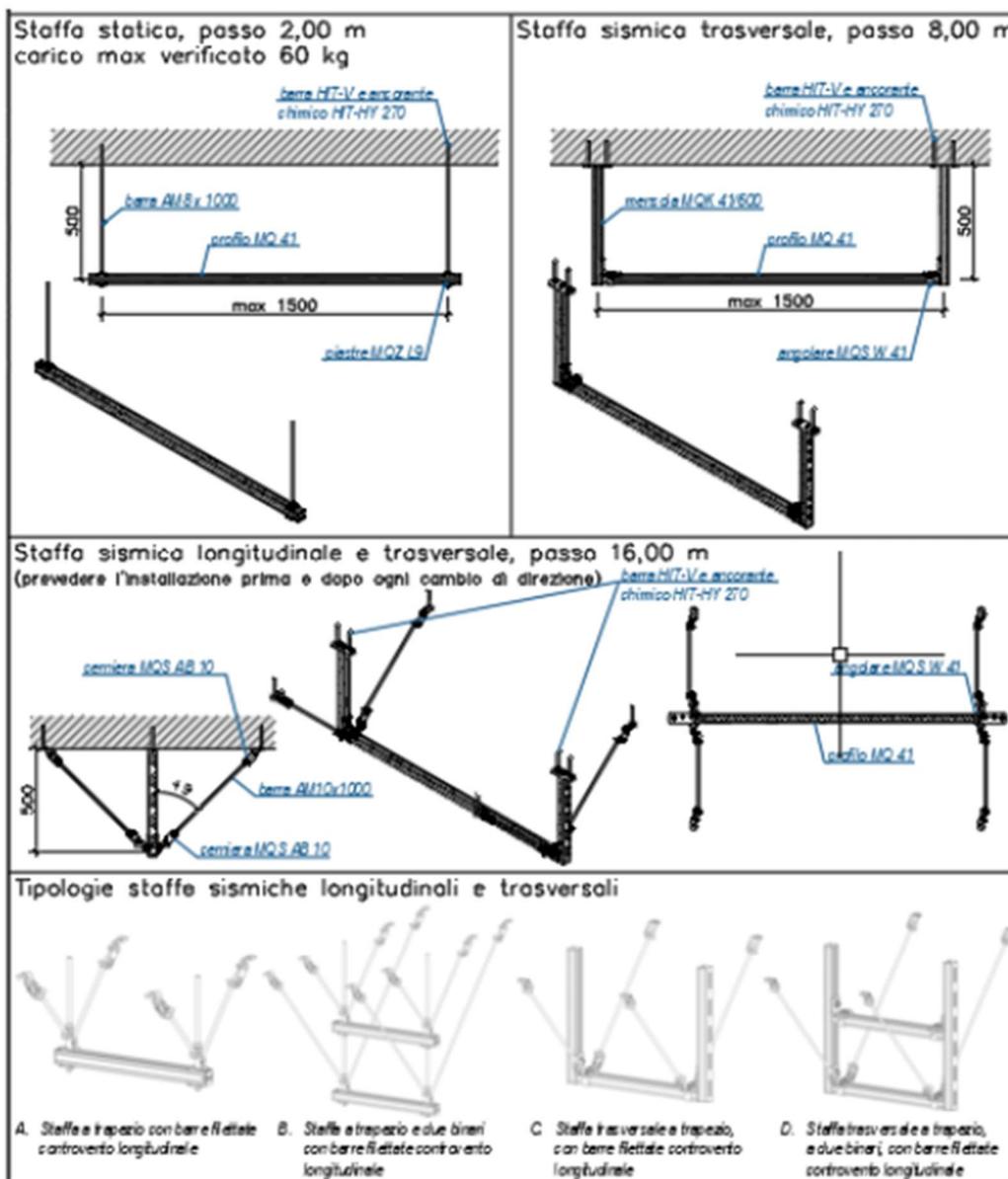
- scelte progettuali basate su una ricerca preliminare di materiali e componenti innovativi con specifiche caratteristiche di biocompatibilità e sostenibilità certificate;
- raggiungimento dei massimi livelli normativi in termini di prestazioni energetiche ed acustiche verificate da professionisti qualificati attraverso idonei programmi di calcolo;
- Saranno privilegiati perciò materiali e componenti con certificazioni di ecocompatibilità, e/o di cui la ditta produttrice potrà garantire, a fine vita, il ritiro per il loro riciclo e riutilizzo, e quindi dotati di specifiche certificazioni.

5.8 Staffaggio sismico impianti

I Canali aeraulici saranno ancorate all'intradosso del controsoffitto per mezzo di staffaggi metallici con caratteristiche antisismiche in accordo al testo unico costruzioni (NTC 2018).

Gli elementi fissati a sospensione, dovranno essere realizzati in conformità della NTC-2018, con particolare riferimento al dimensionamento ed alla messa in opera degli staffaggi sismici; a tal fine l'impresa è tenuta allo sviluppo ed alla redazione dei calcoli per il dimensionamento dei singoli elementi di fissaggio, compreso la produzione di una relazione di calcolo a firma di professionista abilitato da allegare alla documentazione AS-BUILT della documentazione finale degli impianti.

Di seguito si riporta estratto della tipologia di staffe da utilizzare



Tipologia di staffe sismiche impiegate

## 5.9 Ripristino compartimenti antincendio

---

Il progetto prevede l'attraversamento di compartimenti antincendio e al fine di ripristinare la corretta compartimentazione sono previsti collari tagliafuoco REI 30 e serrande tagliafuoco con comando sia termofusibile a 72°C che da attuatore elettrico comandato da impianto rivelazione fumi.

Al segnale di incendio manuale con una opportuna logica verranno azionate le serrande tagliafuoco installate in prossimità degli attraversamenti così che verrà ripristinato il livello di compartimentazione richiesto dal progetto di prevenzione incendi.

## 6 Calcoli e dimensionamenti

## CALCOLO DISCOMFORT LOCALIZZATO

### Elevata differenza verticale della temperatura dell'aria

|   |      |      |                      |
|---|------|------|----------------------|
| Differenza di temperatura tra testa e piedi | [°C] | PD   |                      |
|   | 1,5  | 1,13 | <input type="text"/> |

L'ambiente è classificato (se il PMV lo permette) in **CLASSE A**

### Pavimento troppo caldo o troppo freddo

|                           |      |      |                      |
|---------------------------|------|------|----------------------|
| Temperatura del pavimento | [°C] | PD   |                      |
|                           | 25,0 | 5,95 | <input type="text"/> |

L'ambiente è classificato (se il PMV lo permette) in **CLASSE A o B**

### Rischio da correnti d'aria

|                            |      |      |                      |
|----------------------------|------|------|----------------------|
| Temperatura dell'aria [°C] | 22,0 | DR   | <input type="text"/> |
| Velocità dell'aria [°C]    | 0,16 |      | <input type="text"/> |
| Intensità di turbolenza    | 40%  | 9,66 | <input type="text"/> |

NON Conosco l'intensità di turbolenza

L'ambiente è classificato (se il PMV lo permette) in **CLASSE A**

### Assimmetria radiante

|                                    |      |                |                      |
|------------------------------------|------|----------------|----------------------|
| T SUPERFICIALE persone [°C]        | 24,3 |                | <input type="text"/> |
| Temperatura parete FRONTALE [°C]   | 18,0 | Parete Fredda  | <input type="text"/> |
| Temperatura parete POSTERIORE [°C] | 20,0 |                | <input type="text"/> |
| Temperatura parete DESTRA [°C]     | 20,0 |                | <input type="text"/> |
| Temperatura parete SINISTRA [°C]   | 20,0 |                | <input type="text"/> |
| Temperatura SOFFITTO [°C]          | 24,8 | Soffitto Caldo | <input type="text"/> |
| Temperatura PAVIMENTO [°C]         | 24,3 |                | <input type="text"/> |

**VALORE PD MASSIMO 0,49**

L'ambiente è classificato (se il PMV lo permette) in **CLASSE A o B**

## CALCOLO PMV - PPD

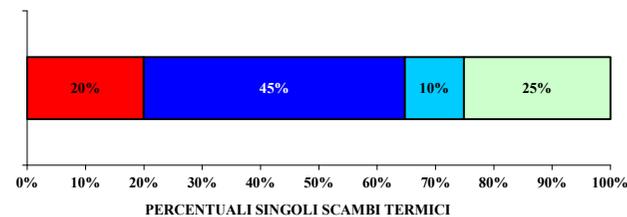
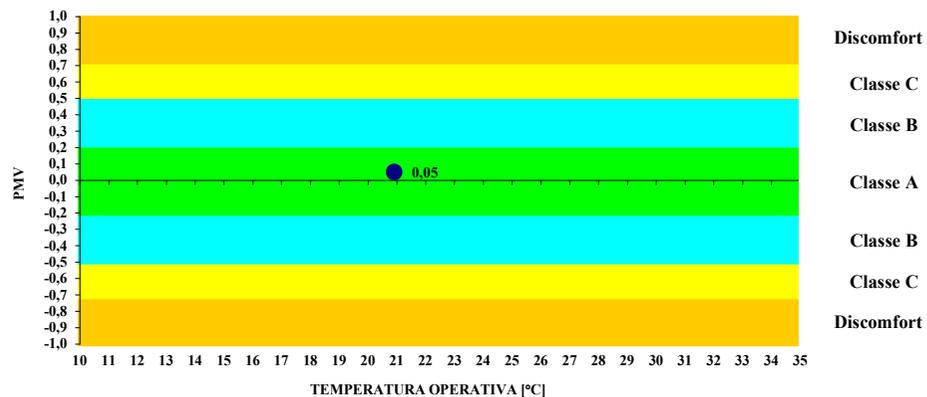
|  |       |                      |                      |
|--|-------|----------------------|----------------------|
| TEMPERATURA ARIA   | 20,0  | °C                   | <input type="text"/> |
| UMIDITA' RELATIVA  | 50%   |                      | <input type="text"/> |
| Temperatura radiante diversa da Temperatura dell'aria <input type="checkbox"/> |       |                      |                      |
| TEMPERATURA RADIANTE   | 22,0  | °C                   | <input type="text"/> |
| VELOCITA' ARIA   | 0,20  | m/s                  | <input type="text"/> |
| RESISTENZA ABBIGLIAMENTO   | 1,29  | clo                  | <input type="text"/> |
|  | 0,200 | (m <sup>2</sup> K)/W | <input type="text"/> |
| TEMPERATURA OPERATIVA  | 20,9  | °C                   |                      |
| TEMP. SUPERFICIALE T <sub>cl</sub>   | 24,8  | °C                   |                      |

**PMV** 0,05 **CLASSE A**

**PPD** 5,05 Sensazione di BENESSERE

|  |      |                  |                      |
|--|------|------------------|----------------------|
| METABOLISMO                                      | 1,20 | met              | <input type="text"/> |
|  | 69,8 | W/m <sup>2</sup> | <input type="text"/> |
| SEDUTO attività ufficio <input type="checkbox"/> |      |                  |                      |

|                               |      |                  |
|-------------------------------|------|------------------|
| SCAMBIO CALORE TOTALE         | 68,8 | W/m <sup>2</sup> |
| Irraggiamento                 | 13,7 | W/m <sup>2</sup> |
| Convezione                    | 30,8 | W/m <sup>2</sup> |
| Respirazione                  | 6,9  | W/m <sup>2</sup> |
| Sudorazione e Traspirazione   | 17,3 | W/m <sup>2</sup> |
| Cessione di calore scarsa per | 1,0  | W/m <sup>2</sup> |

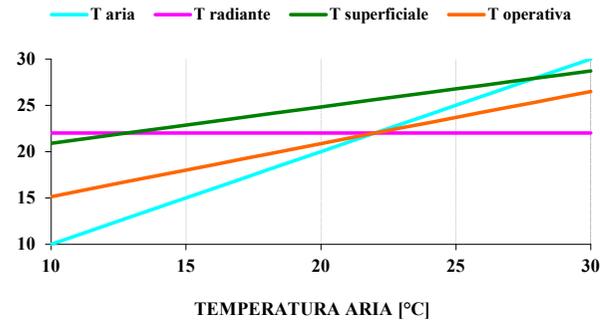


■ Irraggiamento ■ Convezione ■ Respirazione ■ Sudorazione e traspirazione

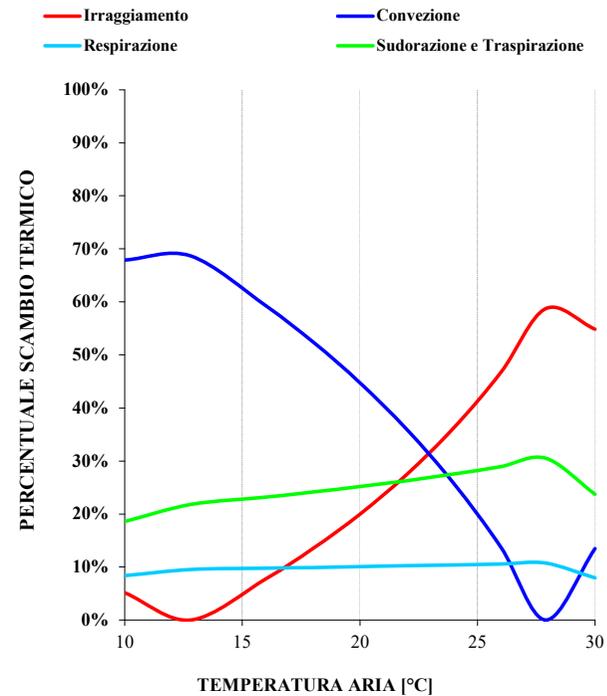
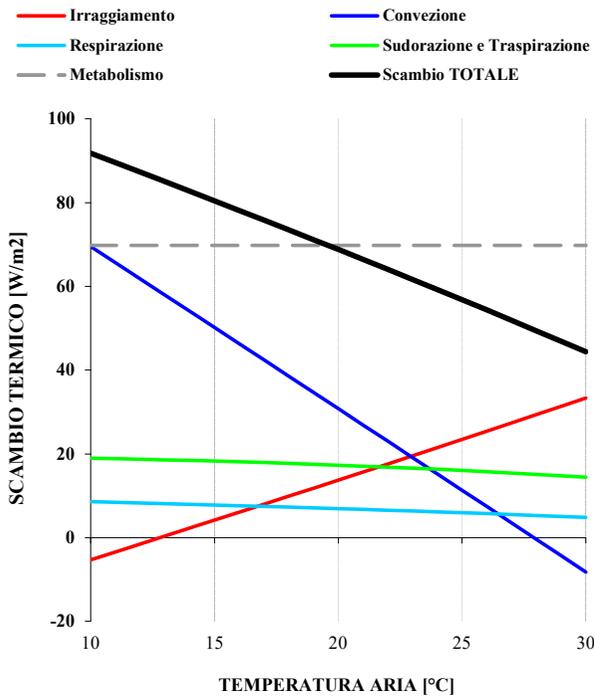
**Cosrtuisci curva di sensibilità in funzione di:**

TEMPERATURA ARIA (T radiante costante) ▼

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| <b>TEMPERATURA ARIA [°C]</b>   | <b>VARIABILE</b> |
| UMIDITA' RELATIVA              | 50%              |
| TEMPERATURA RADIANTE [°C]      | 22,0             |
| VELOCITA' ARIA [m/s]           | 0,20             |
| RESISTENZA ABBIGLIAMENTO [clo] | 1,29             |
| METABOLISMO [met]              | 1,20             |



**DINAMICA degli SCAMBI TERMICI**



**Costruisci curva di sensibilità in funzione di:**

TEMPERATURA ARIA (T radiante costante)

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| TEMPERATURA ARIA [°C]          | <b>VARIABILE</b> |
| UMIDITA' RELATIVA              | 50%              |
| TEMPERATURA RADIANTE [°C]      | 22,0             |
| VELOCITA' ARIA [m/s]           | 0,20             |
| RESISTENZA ABBIGLIAMENTO [clo] | 1,29             |
| METABOLISMO [met]              | 1,20             |

**CURVE DI SENSIBILITA'**

