



COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO (Provincia di Salerno)

SETTORE LAVORI PUBBLICI INFRASTRUTTURE PATRIMONIO
IGIENE URBANA E S.A.D. "PICENTINI E BATTIPAGLIA"

PROGETTO ESECUTIVO *ai sensi dell'art. 41 del D. Lgs. n. 36 del 31 Marzo 2023*

OGGETTO

LAVORI DI " "REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO
VIA ABATE CONFORTI-VIA SANDRO PERTINI
LOCALITA' SAN ANTONIO

TAVOLA

17

ELABORATO

Calcoli impianto termotecnico

Data:

Ottobre 2025

Scala

Progettista architettonico:

Ing. Rosario Antonini



Responsabile del Settore e RUP:

Arch. Giovanni Landi

Revisione del

Revisione del

Revisione del

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	2
3. LEGGI E REGOLAMENTI	3
4. NORME	5
5. CRITERI DI PROGETTO	7
6. CONTROLLO DEL BENESSERE AMBIENTALE	8
7. ACCORGIMENTI PER IL RISPARMIO ENERGETICO	9
8. SCELTA DEL TIPO DI IMPIANTO	9
9. DATI DI PROGETTO.....	10
10. DETERMINAZIONE DEI CARICHI TERMICI INVERNALI ED ESTIVI	10
11. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE VRF.....	11
12. IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA (VMC)	12

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'esecuzione dei lavori occorrenti per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione ad alta efficienza con pompe di calore ad espansione diretta a volume di refrigerante variabile del tipo VRF.

Gli impianti a fluido, proposti e di cui qui di seguito se ne espongono le caratteristiche, rappresentano una soluzione alle molteplici esigenze oggi richieste alla parte impiantistica di un edificio come quello scolastica, con locali di differente destinazione d'uso e con diverse esigenze, che vuole comunque mantenere alto il livello di qualità degli ambienti interni ed il benessere degli occupanti. In particolare grande importanza riveste la flessibilità e la adattabilità che debbono avere gli impianti proposti, vista la notevole evoluzione tecnologica in atto. Pertanto proporre, come è stato fatto nel presente progetto una soluzione modulare e totalmente flessibile rappresenta indubbiamente una scelta intelligente ed in linea con gli standard europei. La descrizione tecnica, di seguito riportata, ha lo scopo di indicare la soluzione impiantistica proposta, soluzione che sarà appaltata successivamente al finanziamento attraverso procedura pubblica come previsto dalla legge vigente.

La posizione, il tipo e le quantità dei componenti dell'impianto da realizzare sono validi e coordinati con le altre opere, rimarrà tuttavia l'obbligo di verificare in sede esecutiva una verifica delle opere da eseguire prima dell'inizio lavori per adeguare al dettaglio tali componenti.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

L'impianto dovrà essere realizzato in modo compiuto ed in conformità di leggi, norme, prescrizioni, regolamenti e raccomandazioni emanati da tutti gli Enti e Autorità riconosciuti, agenti in campo nazionale e locale, preposti al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della sua esecuzione, direttamente o indirettamente interessata dai lavori:

Normative ISPESL, ASL e ARPA;

Leggi e decreti;

Disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;

Norme CEI;

Norme UNI

3. LEGGI E REGOLAMENTI

Si intendono applicate, a titolo esemplificativo e non limitativo, le seguenti leggi e regolamenti:

- L. n° 10 del 09/01/1991: “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. n° 412 del 26/08/1993: “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici”;
- DPR n. 551 del 1999 “Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia”;
- L. n° 46 del 05/03/1990: “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- D.L. n° 626 del 19/09/1994: “Attuazioni delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”;
- D.Lgs. n. 494 del 14/08/1996: “Attuazione della Direttiva CEE 92/57, concernente le prescrizioni minime di sicurezza e salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili”;
- DMICA 02 aprile 1998. Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi.
- D.P.R. n. 551/99 “Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26/08/1993, n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia”.
- D.Leg.vo del 25/02/2000 n.93. Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione (PED)
- D.M. 31 maggio 2001. Elenco di norme armonizzate concernente l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- Circ. 02 Aprile 2002 n.17. Applicazione del DPR 22 Ottobre 2001 n.462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra e di impianti elettrici pericolosi".
- D.M. 30 settembre 2002. Secondo elenco riepilogativo di norme armonizzate, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126, concernente l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- Direttiva 2002/91/CE – Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16.12.2002 sul rendimento energetico nell’edilizia.
- Legge Regionale n° 39 del 21/12/2004 - Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti.

- D.Lgs. n° 192 del 19/08/2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”
 - D.Lgs. n° 311 del 29/12/2006 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”
 - D.P.R. n. 59 del 2 aprile 2009 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
 - D.M. 26 giugno 2009 – Linee Guida nazionali per la Certificazione Energetica degli edifici
 - Legge 29 gennaio 2009 – Conversione in legge Decreto anti-crisi
 - LEGGE n. 447 del 26/10/1995: “Legge quadro sull'inquinamento acustico”;
 - DPCM del 01/03/1991: “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;
 - DPCM 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
 - LEGGE n. 47 del 1985 Art. 26 “Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico edilizia, sanzioni, recupero e sanatoria delle opere edilizie”;
 - LEGGE n. 13 del 1989 “Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”;
 - DPR n. 547 del 1955 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro” aggiornato con le modifiche apportate dalla Legge 2 maggio 1983, n. 128; dalla Legge 5 novembre 1990, n. 320; dal D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626; dal D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242; dal D.Lgs 14 agosto 1996, n. 493; dal D.Lgs 4 agosto 1999, n. 359 e dal DPR 22 ottobre 2001, n. 462;
 - R.D. 12-5-1927 n°824 Approvazione del Regolamento per l'esecuzione del R.D. del 09-07-1926 n°133;
- Decreto 13/12/93 Approvazione modelli relazioni tecniche di cui art. 28 Legge n.° 10 del 9/01/91;
- C.M.I n°. 231/F 13/12/93 Chiarimenti e indicazioni interpretative su art. 28 del D.P.R. n.412 del 26/08/93;
 - C.M.I n°. 233/F 12/04/94 Chiarimenti e indicazioni interpretative su art. 11 del D.P.R. n. 412 del 26/08/93
 - DPR 14/01/1997 Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici, ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private;
 - D.M. 10-3-1977 Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica;

- D.M. 12/04/96 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.
- D.P.C.M. 01/03/91 Limiti di esposizione a rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- D.M. 23-9-1957 Capitolato-programma tipo per impianti di riscaldamento e di condizionamento
- C.M. sanità 1/2/62 n.13 Erogazione di acqua potabile negli edifici;
- C.M. sanità 16/10/64 n.183 Erogazione d'acqua potabile negli edifici;
- D.L.15-8-91 n°277 Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro.

4. NORME

Si intendono applicate, a titolo esemplificativo e non limitativo, le seguenti norme UNI:

- UNI 5364 del settembre 1976. Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.
- UNI 8854 del 1986 Impianti termici ad acqua calda e/o surriscaldata per il riscaldamento degli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo.
- UNI 8852 del gennaio 1987. Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo.
- UNI 8065 del 1989 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 9953 del 1993 Recuperatori di calore aria-aria negli impianti di condizionamento dell'aria. Definizioni, classificazione, requisiti e prove.
- UNI 10348 del 1993 Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
- UNI 10349 del 1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
- UNI 10351 del 1994 - Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355 del 1994 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI 10339 del giugno 1995. Impianti aeraulici ai fini del benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta. l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10347 del 1995 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante - Metodo di calcolo
- UNI 8884 del febbraio 1998. Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione.
- UNI EN ISO 10211-1 del 1998 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo.
- UNI ENV 12097 del 1999 – Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte

- UNI EN ISO 6946 del 1999 Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 6946 del 1999 Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 7345 del 1999 Isolamento termico – Grandezze e definizioni
- UNI EN 410 del 2000 Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate
- UNI EN 1886 del giugno 2000. Ventilazione degli edifici. Unità di trattamento dell'aria. Prestazioni meccaniche.
- UNI EN 1507 luglio 2008 – Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta
- UNI EN 12237 giugno 2004 – Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- UNI ENV 12599 settembre 2001 – Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 832 del 2001 Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento Edifici residenziali.
- UNI EN ISO 13370 del 2001 – Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno Metodi di calcolo.
- UNI EN 13789 del 2001 – Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 14683 del 2001 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN 12524 del 2001 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto.
- UNI EN ISO 10077-1 del 2002 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica -Metodo semplificato;
- UNI EN ISO 10077-2 del 2002 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai
- UNI EN 378 emessa in 4 parti tra il 2002 e il 2003 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed ambientali
- UNI EN ISO 10211-2 del 2003 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali – Ponti termici lineari.

- Raccomandazioni CTI 03/3 limitatamente al calcolo del fabbisogno di energia termica utile per la produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari.
- UNI EN 13788 del 2003 – 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 ISO 16484 del 2004 – Automazione degli edifici e sistemi di controllo (BACS) – Parti 2-3-6.
- UNI EN 14511 del 2004 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento – Parti 1-2-3-4.
- UNI EN 13053 del 2004 Ventilazione degli edifici - Unità di trattamento dell'aria - Classificazioni e prestazioni per le unità, i componenti e le sezioni.
- UNI EN 15927-1 del 2004 Prestazione termoigrometrica degli edifici – Calcolo e presentazione dei dati climatici. Medie mensili dei singoli elementi meteorologici.
- UNI EN 779 del 2005 Filtri d'aria antipolvere per ventilazione generale.
- UNI EN ISO 13791 del 2005 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione - Criteri generali e procedure di validazione.
- UNI EN ISO 13792 del 2005 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione – Metodi semplificati.
- UNI 10379 del 2005 – Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato.

5. CRITERI DI PROGETTO

Nell'osservanza dei criteri guida fissati, i criteri progettuali, adottati per ciascuno degli impianti, sono stati quelli di far corrispondere, ogni impianto, alle effettive esigenze del servizio, offrendo soluzioni nel rispetto delle garanzie:

di progetto, a scopo dimostrativo, che garantisca le migliori condizioni operative, del comfort ambientale, e della sicurezza attiva e passiva agli occupanti;

di risparmio energetico, considerando gli impianti integrati con le strutture dell'edificio, ed utilizzando tecniche di distribuzione dei fluidi moderne, in accordo con la tendenza della attuale tecnologia;

- di continuo ed ottimale funzionamento, perché gli impianti sono concepiti con ottimi materiali, con protezione e riserve opportune, con le aggiornate norme tecniche, ben sezionati per la manutenzione ordinaria e straordinaria;

- di durata nel tempo e di affidabilità, perché le apparecchiature sono state individuate e selezionate tra quelle dei migliori costruttori utilizzando schemi semplici e sicuri e protezioni a prova di deterioramento;

- di economia d'esercizio, sia per le spese di gestione che per quelle di manutenzione.

La struttura in questione sarà dotata di un impianto di climatizzazione in grado di ottenere, in qualsiasi stagione ed in qualsiasi condizione climatica esterna, le condizioni di "comfort" ambientali.

Tali condizioni dipendono da una serie di fattori, alcuni dei quali sono funzione delle persone presenti negli ambienti (tipo di attività svolta, grado di isolamento del vestiario, etc.), altri sono dipendenti dalla progettazione dell'impianto (temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria, purezza dell'aria, etc.)

L'architettura degli edifici e l'orientamento planimetrico, che determinano rientrate di calore (specie per irraggiamento) differenziate, per l'esposizione alle varie ore del giorno, sia in inverno (recupero del calore solare) che in estate, e l'accurato studio delle rientrate di calore e delle dispersioni, unito al calcolo dell'irraggiamento effettivo alle diverse ore del giorno per le varie stagioni, e non ultima la grande inerzia termica dell'edificio caratterizzato da murature portanti del tipo a sacco molto spesse, hanno fornito interessanti indicazioni per la redazione della progettazione degli impianti di climatizzazione. In particolare visto il lento mutare delle condizioni termiche della struttura che avrebbe caratterizzato lunghi tempi per la messa a regime dell'impianto ci interessava sviluppare un sistema che riuscisse a portare velocemente a regime almeno il microclima interno, quello legato allo spazio occupato, sfruttando comunque la capacità di accumulo dell'energia solare da parte dell'edificio sia d'inverno sia d'estate nel primo caso per fornire apporti gratuiti in regime di riscaldamento e nel secondo per attenuare i picchi di carico dovuti all'irraggiamento nelle ore centrali del giorno.

In ragione di queste considerazioni si è pensato ad un impianto modulare con facili tempi di messa a regime e che garantisse un livello di climatizzazione differenziato per ciascun ambiente a diversa esposizione.

Gli edifici saranno provvisti di impianto di climatizzazione suddiviso in zone impiantistiche omogenee, tale da assicurare nei rispettivi locali le condizioni termoigrometriche di massimo comfort, le condizioni di massima igienicità dell'aria nel rispetto della normativa vigente. Di seguito sono riassunte le scelte progettuali più significative ai fini del benessere ambientale e del risparmio energetico adottate nella progettazione degli impianti al fine di rendere gli stessi impianti tecnologicamente ed energeticamente avanzati e con una grande flessibilità d'uso, come meglio descritto nel prosieguo della relazione.

6. CONTROLLO DEL BENESSERE AMBIENTALE

La corsa alla migliore offerta, con ribassi spesso esasperati, alla quale è tipico assistere negli ultimi anni, l'aumento dei costi dell'energia, e la necessaria diminuzione dei consumi energetici richiesta dai committenti, hanno frenato l'introduzione degli accorgimenti più idonei al raggiungimento delle condizioni di massimo benessere per i fruitori degli ambienti condizionati.

In particolare, se da un lato si legifera sull'isolamento termico ed acustico degli edifici per ottenere risparmi energetici e bassi inquinamenti acustici dall'altro ci si preoccupa della salute degli occupanti di un edificio (DPR 246/93) evitando formazione di gas nocivi, presenza di particelle e gas pericolosi, emissione di radiazioni pericolose, formazione di umidità.

E' stato questo l'obiettivo che ci siamo prefissi per quel che riguarda il benessere ambientale che dipende tra gli altri da due parametri climatici temperatura e velocità terminale dell'aria in ambiente che influenzano in modo determinante la percezione di comfort degli occupanti.

In tal senso nella redazione del progetto dell'impianto di condizionamento abbiamo posto l'attenzione sui seguenti principali parametri: controllo della temperatura in ogni ambiente (tra 18 e 26 °C), con possibilità di taratura locale nel campo ± 1 °C;

contenimento della velocità terminale dell'aria ambiente al valore massimo di 0,10 m/s (diffusio dell'aria a bassa velocità terminale V_t);

contenimento massimo dell'inquinamento acustico dovuto all'impianto (minima velocità di funzionamento delle apparecchiature ventilanti e diffusione di aria primaria a bassa V_t);

7. ACCORGIMENTI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

A seguito della specifica richiesta della Committenza di porre la massima attenzione al contenimento dei consumi energetici, per ottenere minori costi di gestione in termini d'energia e di manutenzione, abbiamo indirizzato la progettazione dell'impianto dell'intero edificio intendendolo come un "sistema" non dissipatore d'energia ma in grado di "autoregolarsi" in funzione delle condizioni climatiche esterne per mantenere le migliori condizioni di comfort senza sprechi energetici.

Le principali soluzioni tecniche utilizzate per raggiungere questo obiettivo sono state:

utilizzo di **sistemi ad volume di refrigerante variabile** per la produzione dell'energia frigorifera ad elevati COP

invernale ed EER estiva

sistema di regolazione e gestione del tipo a microprocessore, centralizzato, per la regolazione della temperatura dei locali condizionati, entro i limiti stabiliti, per evitare sprechi energetici.

8. SCELTA DEL TIPO DI IMPIANTO

L'impianto previsto per il riscaldamento e raffrescamento dell'edificio utilizzerà un nuovo sistema centralizzato di climatizzazione in grado di assicurare, all'interno degli ambienti, ottimali condizioni di comfort in qualunque periodo dell'anno.

In particolare per venire incontro alla necessità di avere un impianto di climatizzazione in grado di soddisfare contemporaneamente diverse esigenze quali la gestione centralizzata, la flessibilità, la versatilità di applicazioni, la possibilità di suddividere l'impianto in zone con controllo modulare e non ultimo il risparmio energetico. Il sistema utilizzato del tipo ad espansione diretta a volume di refrigerante variabile, denominato VRF, funzionante con gas refrigerante ecologico R410A, servirà per abbattere il carico termico estivo ed invernale dell'edificio. Le macchine interne di climatizzazione sono state scelte in funzione di una ottimale distribuzione dell'aria. Si è scelto di utilizzare macchine interne del tipo a controsoffitto prevedendo la realizzazione di quest'ultimo per il mascheramento impiantistico. Le macchine interne di climatizzazione sono state scelte in funzione di una ottimale distribuzione dell'aria. I componenti scelti per gli impianti sono stati integrati con il contesto architettonico. Per consentire un basso impatto acustico oltre che visivo, è stata posta particolare attenzione anche sulla localizzazione delle unità poste all'esterno, in genere più rumorose, studiando nello specifico una sistemazione in area ad esse dedicate.

9. DATI DI PROGETTO

Il progetto dell'impianto, descritto nel paragrafo precedente e riportato nei disegni allegati, è stato eseguito sulla base dei dati e delle prescrizioni di seguito specificati.

10. DETERMINAZIONE DEI CARICHI TERMICI INVERNALI ED ESTIVI

Il calcolo del carico termico invernale è stato condotto secondo le raccomandazioni contenute nelle norme UNI CTI 7357/74.

Si è pertanto tenuto conto degli apporti di calore dovuti alla presenza di persone o alla dissipazione di potenza all'interno dei locali. L'orientamento dei vari elementi costruttivi è stato valutato introducendo i seguenti coefficienti di maggiorazione delle dispersioni termiche:

NORD 1,20

EST 1,15

OVEST 1,10

SUD 1,00

Per orientamenti intermedi, si è proceduto con un'interpolazione lineare.

Nel calcolo del carico termico estivo si è tenuto conto degli apporti di calore sensibile e latente dovuti, nelle condizioni di progetto, a:

radiazione solare;

trasmissione di calore attraverso i vari materiali costituenti l'edificio a causa della differenza di temperatura esistente tra aria esterna e aria interna;

presenza di persone all'interno dei locali condizionati (ai fini del calcolo, gli apporti di calore pro capite sono stati considerati pari a 60 W/persona di calore sensibile e a 70 W/persona di calore latente);

dissipazione di potenza elettrica da apparecchiature elettriche e per illuminazione;

11. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE VRF

I sistemi VRF sono idonei a rispondere alle esigenze di comfort a livello individuale e di funzionalità impiantistica in modo da far fronte alle continue necessità di flessibilità che derivano dall'evoluzione nel tempo degli ambienti di lavoro.

Questo tipo di impianto rappresenta un sistema di climatizzazione estremamente evoluto che permette la climatizzazione con controllo individuale delle condizioni ambientali e che risulta in grado di adattarsi all'espansione delle esigenze, tipiche degli edifici più sofisticati, offrendo la possibilità di apportare successive modifiche nella disposizione dei locali o di aggiungere unità interne supplementari (fino al limite massimo proprio dell'unità esterna), adattandosi perfettamente ad applicazioni tipiche degli interventi di ristrutturazioni specie se trattasi di edifici storici, come nel nostro caso. L'impianto VRF servirà per riscaldare e raffrescare tutti gli ambienti che sono occupati da persone, uffici, corridoi principali e sale riunioni. Come consuetudine non è previsto la climatizzazione estiva dei servizi igienici.

Nel caso specifico l'impianto di climatizzazione sarà del tipo ad espansione diretta ad inverter per la variazione di velocità dei compressori, a pompa di calore e volume di refrigerante variabile, denominato VRF funzionante con gas refrigerante ecologico R410A. Il fluido refrigerante R-410A. è una miscela quasi azeotropica di due refrigeranti idrofluorocarburi, pertanto esenti da cloro. I due refrigeranti che compongono la miscela sono R32 e R125 chimicamente stabili. Il fluido R-410A, contrariamente ai clorofluorocarburi (CFC), ormai non più consentiti dalle leggi 549/91 e 179/97, e agli idroclorofluorocarburi (HCFC) quali l'R22, la cui produzione è destinata ad essere interrotta nei prossimi anni, presenta caratteristiche tali da non arrecare danni allo strato di ozono e, nello stesso tempo, assicura rendimenti pari a quelli ottenibili in precedenza con i CFC o HCFC.

Per effetto di un ciclo termodinamico particolare in inverno l'unità esterna sottrae calore all'aria e l'unità interna lo trasferisce agli ambienti da riscaldare. In estate il ciclo è inverso: l'unità interna sottrae calore all'ambiente e l'unità esterna lo trasferisce all'aria. L'energia primaria utilizzata dal sistema è quella elettrica, il fluido che fa da vettore per il calore è denominato gas refrigerante. In generale il sistema è composto da una unità posta all'esterno e da una o più unità poste all'interno dell'ambiente distribuite nei vari locali, collegate fra di loro mediante una coppia di tubazioni in rame.

Le unità interne saranno quasi tutte del tipo in vista, ad esclusione di alcune unità di tipo canalizzato poste in alcune stanze, di taglie diverse a seconda delle differenti esigenze termiche dei locali serviti.

Il sistema di collegamento frigorifero presenta caratteristiche di semplicità e flessibilità tali da permettere la riconfigurabilità impiantistica con spostamento, aggiunta, distacco di unità terminali.

Il sistema di regolazione della temperatura ambiente è particolarmente curato, infatti ogni unità interna è dotata di un regolatore di temperatura a microprocessore che agisce su una valvola elettronica d'espansione che varia il volume di refrigerante in risposta alle variazioni di temperatura dell'ambiente. In questo modo il sistema mantiene le temperature confortevoli ad un livello costante senza gli sbalzi tipici dei sistemi on/off. L'utente, operando sul comando a bordo macchina può variare l'impostazione della temperatura entro i limiti che sono imposti dal comando centralizzato. La precisione del controllo della temperatura interna è assicurata nella misura di $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Caratteristica fondamentale dell'impianto sarà la capacità di mantenere in funzione i diversi anche in caso di avaria o arresto di una singola unità interna consentendone le operazioni di manutenzione senza disattivare l'intero impianto. Attraverso la linea bus le unità riusciranno ad alimentare la valvola LEV permettendo in caso di non alimentazione elettrica di posizionarsi in posizione OFF senza compromettere il funzionamento del sistema e consentirne il funzionamento. Questa caratteristica intrinseca del sistema è una particolarità delle scheda elettronica dell'unità interna.

Le unità esterne sono anch'esse dotate di controllo a microprocessore che abbinato alla variazione di capacità dei compressori, assicura un funzionamento efficiente in tutte le fasi del ciclo operativo del sistema adeguando il volume di gas refrigerante alle effettive esigenze dell'ambiente, anche con temperature esterne critiche. In particolare il funzionamento dell'intero impianto proposto è assicurato anche in condizioni climatiche estreme quali:

- Temperatura esterna a bulbo secco = da -5 a $+43^{\circ}\text{C}$ (funzionamento in raffreddamento);
- Temperatura esterna a bulbo umido = da -20°C a $+16^{\circ}\text{C}$ (funzionamento in riscaldamento).

12. IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA (VMC)

L'impianto di ventilazione meccanica controllata sarà realizzato mediante unità di trattamento aria del tipo a recupero di calore per ciascuna zona da trattare. Per garantire il ricambio d'aria richiesto (4 vol/h per persona) saranno installate n. 3 recuperatori di calore ciascuno dedicato alla zona di interesse. Ogni recuperatore sarà dotato di serranda di aria esterna ed espulsione ON-OFF chiusa a macchina spenta e di sistema di bypass ON-OFF per sfruttare le condizioni di free-cooling. Per le zone trattate vedere l'elaborato grafico TAV. IM-02 parte integrante della progettazione. Ciascun recuperatore preleverà l'aria esterna mediante sezione aspirazione con condotto e a seguito di trattamento la immetterà in ambiente mediante l'installazione di canale di mandata in lamiera di

acciaio zincato spessore minimo lamiera 8/10 rivestiti esternamente con polietilene autoadesivo con finitura in lamina di alluminio. Spess. isolamento 20 mm. Ciascun recuperatore inoltre fornirà anche una canalizzazione di ripresa aria per l'estrazione dell'aria ambiente che, prima di essere espulsa all'esterno, fornirà energia per il tramite della sezione di scambio all'aria da immettere di nuovo in ambiente.

Sarà previsto una gestione per ciascun recuperatore mediante un comando cablato per regolazione della temperatura e della portata d'aria mediante pannello di comando. Una rete di scarico condensa consentirà lo smaltimento dell'umidità sottratta nell'ambiente da ciascuna macchina. Inoltre saranno garantiti i ricambi/ora richiesti come riportato in premessa, ossia 4 vol/h in relazione agli affollamenti per gli asili nido.

Per quanto riguarda gli ambienti da trattare delle condotte aerauliche di forma rettangolare saranno distribuite adeguatamente all'interno degli ambienti. Alle condotte saranno collegate mediante collarini e plenum di connessione, delle bocchette di mandata per la diffusione e ripresa dell'aria.

Tutte le canalizzazioni di aria di mandata e di ripresa da collegare all'alimentazione delle macchine saranno costruiti in lamiera di acciaio zincato a sezione rettangolare in modo conforme alle norme ASHRAE e saranno coibentati con materiale anticondensa.

L'impianto di trattamento aria sarà del tipo aria-aria con unità di climatizzazione che, mediante scambiatore, trattamento l'aria termicamente e la spingerà tramite canalizzazioni negli ambienti da climatizzare e da ventilare. L'espulsione all'esterno dell'aria viziata avverrà previa miscelazione con l'aria di mandata.

Per il dimensionamento dei canali si sono imposte velocità dell'aria non troppo elevate e decrescenti dalle unità ai tratti terminali; precisamente:

- tronchi principali	4.0 - 5.0 m/s
- diramazioni secondarie	2.7 - 3 m/s
- tronchi terminali	2.0 m/s

Come già accennato la diffusione dell'aria in ambiente avverrà tramite canali e bocchette (Vedi elaborati grafici).

La ripresa dell'aria di ricircolo sarà realizzata mediante l'utilizzo di griglie di ripresa ubicate a parete (Vedi elaborati grafici).

Una rete di tubazioni in PVC effettuerà il drenaggio della condensa prodotta dai recuperatori di calore. L'ubicazione delle macchine di climatizzazione, nonché i percorsi delle canalizzazioni sono desumibili dai grafici di progetto.

CANALI DI MANDATA E RIPRESA ARIA AMBIENTE

Canali in lamiera zincata a sezione rettangolari con giunzioni a flangia o innesto o baionetta, eseguiti secondo le norme ASHRAE, completi di pezzi speciali, guarnizioni di tenuta in guaina siliconica, e bulloneria di accoppiamento zincata. Spessore minimo della lamiera 8/10 di mm per misure del lato maggiore fino a 750 mm, 10/10 di mm per misure del lato maggiore da 760 mm a 1000 mm, 12/10 per misure del lato maggiore oltre i 1000 mm.

Rivestimento canalizzazioni in polietilene reticolato autoadesivo con le seguenti caratteristiche:

- Densità 28-35 Kg/mc
- Coefficiente di conducibilità termica a 50 °C $\lambda = 0,0329 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$
- Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo $\mu=2400\div3700$, con alluminio 50 micron $\mu>65000$
- Classe di reazione al fuoco 1
- Spessore 8 mm.