

[illegible]



RELAZIONE TECNICA IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

Il sottoscritto Dott. Ing. Francesco D'Auria, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli al N. 16405, con studio tecnico in Santa Maria la Carità (NA) alla via Pontone n° 16, in seguito all'incarico ricevuto di redigere il **PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA BIBLIOTECA DELL'ISTITUTO PER GLI STUDI FILOSOFICI NEI LOCALI DI PIAZZA SANTA MARIA DEGLI ANGELI** – PROCEDURA NEGOZIATA N. 2855/N-T/19 AI SENSI DELL'ART. 36, COMMA 2, LETT.A) DEL D.LGS.18 APRILE 2016, N.50, PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA FINALIZZATO ALLA *"PROGETTAZIONE ESECUTIVA E VERIFICA DEGLI IMPIANTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA DELL'ISTITUTO ITALIANO AGLI STUDI FILOSOFICI DI NAPOLI ALLA PIAZZA SANTA MARIA DEGLI ANGELI"* – C.I.G.: ZAA27F0FC6 eseguiti gli accertamenti del caso, effettuato il sopralluogo, relaziona quanto segue.

Nella presente relazione tecnica sono esposti i criteri generali per la progettazione dell'impianto di condizionamento/climatizzazione da realizzare presso la struttura sita in Piazza S. Maria degli Angeli n° 1 a Napoli, da adibire a biblioteca, le principali motivazioni tecniche che hanno comportato tali scelte e la descrizione generale delle opere con le caratteristiche delle apparecchiature e delle modalità di montaggio.

Nella elaborazione del progetto si è tenuto conto in maniera basilare, delle caratteristiche dell'area, delle varie tipologie degli ambienti a livello operativo e della destinazione d'uso, nonché delle norme di sicurezza necessarie per l'incolumità delle persone e delle cose durante lo svolgimento delle normali attività.



Inoltre si è scelto di adottare materiali ed apparecchiature di ottimo standard qualitativo, sia a giustificazione dei calcoli effettuati, sia per fornire tutti i requisiti di affidabilità e garanzia al fine di ottenere una completa sicurezza di tutti gli impianti in fase di prima installazione ed in fase di esercizio.

PREMESSA

Tutte le apparecchiature degli impianti sono dimensionati, sia per il funzionamento estivo, sia per il funzionamento invernale, in relazione alle condizioni esterne più sfavorevoli e impostati sulla base dei risultati provenienti dall'impostazioni della legge n. 10 del 09/01/1991 e s.m.i.

La successione dei passaggi progettuali sono le seguenti, puntualizzando in particolare:

- Condizioni termo-igrometriche esterne;
- Condizioni termo-igrometriche invernali e ricambio d'aria;
- Fabbisogni termici invernali ed estivi e potenze termiche installate.

L'impianto di condizionamento e di ricambio d'aria dovranno essere realizzati da una ditta installatrice abilitata e regolarmente iscritta alla C.C.I.A.A. e avente al suo interno **personale** che sia qualificato per operare sui **gas refrigeranti** ai sensi del D.P.R. n. 43/2012 "*Regolamento recante attuazione del regolamento (CE) n. 842/2006 su taluni gas fluorurati ad effetto serra*", la quale dovrà attenersi strettamente e puntualmente alle prescrizioni contenute nella presente relazione tecnica, nei grafici e schemi di progetto allegati.

Ai sensi dell'art. 15 del D.P.R. n. 43/2012, a fine dei lavori verrà redatto il "**Registro dell'Apparecchiatura**" ad opera di un operatore abilitato ad operare sui gas refrigeranti, ai sensi dell'articolo 2 del regolamento (Ce) n. 1516/2007. Su richiesta degli Enti predisposti, il predetto registro sarà messo a disposizione per i controlli dovuti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dell'impianto di climatizzazione e di ricambio d'aria verrà eseguito in conformità al Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, per cui detti impianti devono rispondere alle regole di buona tecnica costruttiva.

Agli impianti di climatizzazione e ricambio d'aria si applicano le seguenti principali norme di buona tecnica:

- **Legge 9 gennaio 1991, n. 10** - *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;*
- **D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412** - *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10;*
- **Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192** - *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;*
- **D.M. 22.01.08 n. 37** *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*
- **D.P.R. n. 447** *Regolamento di attuazione della Legge n° 46 del 5/3/1990 in materia di sicurezza degli impianti.*
- **D.Lgs n. 81/08 e s.m.i.** *Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.*

Sono state considerate inoltre le seguenti norme tecniche emanate dall'UNI:

- **UNI 7357** - *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici;*
- **UNI 8477-1** - *Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;*
- **UNI 10339** - *Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;*
- **UNI 10345** - *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo;*



- **UNI 10346** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo;
- **UNI 10347** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo;
- **UNI 10348** - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo;
- **UNI 10355** - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- **UNI 10376** - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- **UNI 10379** - Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica;
- **UNI 10381-1** - Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera;
- **UNI 10381-2** - Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.
- **UNI 7939-1** - Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;
- **UNI 9577** - Termoregolatori d' ambiente a due posizioni (termostati d' ambiente). Requisiti e prove;
- **UNI EN 12098-1** - Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.
- **UNI 8065** - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- Inoltre sono state considerate e rispettate, le vigenti norme dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) e Norme Europee (EN) applicabili, in particolare:
- **UNI 10349-1:2016** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradiazione solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradiazione solare su di una superficie inclinata;
- **UNI 10349-2:2016** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto;
- **UNI 10349-3:2016** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- **UNI 10456 (2008)** - Materiali e prodotti per l'edilizia. Proprietà igrometriche;
- **UNI/TR 11328-1 (2009)** -Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;



- **UNI 12831 (2006)** - Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto;
- **UNI 11300-1 (2014)** - Prestazioni energetiche negli edifici. Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- **UNI 11300-2 (2014)** - Prestazioni energetiche degli edifici. Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- **UNI 11300-3 (2010)** - Prestazioni energetiche degli edifici. Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- **UNI 11300-4 (2016)** - Prestazioni energetiche degli edifici. Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- **UNI 11300-5 (2016)** - Prestazioni energetiche degli edifici. Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- **UNI 11300-2 (2016)** - Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili;
- **UNI 10351 (1994)** - Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- **UNI EN 13163 (2013)** – Isolanti termici per l'edilizia. Prodotti di polistirene espanso (ESP) ottenuti in fabbrica. Specificazione;
- **UNI EN 13164 (2009)** – Isolamenti termici in edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.
- **UNI EN 13499 (2005)** – Isolamenti termici per l'edilizia. Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di polistirene espanso;
- **UNI 11528 (2014)** – Impianti a gas di portata termica maggiore di 35kW - Progettazione, installazione e messa in servizio.
- **UNI 9182:2014** – Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Progettazione, installazione e collaudo.
- **UNI EN 12056-1:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali prestazionali;
- **UNI EN 12056-2:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;
- **UNI EN 12056-3:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo



- **UNI EN 12056-4:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- **UNI EN 12056-5:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- **UNI EN ISO 7396-1:2016** – Impianti di distribuzione gas medicali – Parte 1: Impianti di distribuzione dei gas medicali compressi e vuoto.
- **UNI 10779:2014** – Impianti estinzione incendi – Reti di idranti – Progettazione, installazione ed esercizio.
- **UNI EN ISO 6946:2008** - Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- **UNI 10339:1995** - Impianti aeraulici ai fini del benessere. Generalità classificazione e requisiti. Regole per la richiesta di offerta

L'applicazione delle Norme prescritte permette di realizzare un adeguato coordinamento di tutte le parti di impianto, tale da ottenere un immediato intervento dei dispositivi di sicurezza per garantire l'incolumità delle persone e cose.

Tutti i componenti più significativi degli impianti avranno il riconoscimento del I.M.Q.; il marchio europeo CE; mentre i materiali per i quali non è stato prescritto il tipo saranno della migliore qualità e avranno a corredo l'analisi dei rischi connessi con l'impiego del prodotto non conforme e le prescrizioni progettuali da adottare tale da raggiungere i livelli di sicurezza equivalenti a quelli garantiti da prodotti conformi alla regola d'arte.

I materiali e le apparecchiature da installare saranno di prima casa costruttrice al fine di garantire la massima garanzia, durata e buon funzionamento. Le stesse potranno essere di produzione nazionale, o estera, a condizione che la ditta installatrice ne garantisca sia la reperibilità dei componenti di ricambio sul mercato oltre ad un'efficiente servizio di assistenza e manutenzione.

Ai

SCELTE TECNICHE GENERALI

Ai fini della climatizzazione dei locali si considerano i locali formalmente divisi in due zone termiche, una per il piano rialzato/primi ed una zona termica per il piano seminterrato/depositi. Tuttavia l'impianto di condizionamento/climatizzazione è stato suddiviso in tre sottosistemi interagenti e collegati tra loro che garantiscono il funzionamento unanime dell'intero impianto, il tutto per garantire un sincronismo di funzionamento. Essendo i locali suddivisi in vani di piccole, medie e grandi dimensioni, si prevede di climatizzare ogni locale con una macchina interna tipo console a pavimento e/o con sistema cassette *round flow* (cassette 360°), secondo le esigenze. A tal fine si è proceduto anzitutto al calcolo dei carichi termici disperdenti e a quelli derivanti dagli apporti interni, poi si sono determinati i carichi dispersi dalle strutture opache, quindi si sono determinati carichi strettamente necessari, sia estivi sia invernali, con riferimento alla particolare attività di destinazione d'uso di biblioteche (detti calcoli sono riportati nelle relazioni specialistiche allegate alle presenti). Parimenti si sono determinati i ricambi d'aria necessari per garantire la salubrità dell'aria nei locali della "SALA LETTURA", in cui si presume che le aperture finstrate saranno aperte poco frequentemente, e nei locali "DEPOSITI" del piano seminterrato per garantire la conservazione dei libri.

L'edificio oggetto dell'installazione degli impianti meccanici possiede i seguenti dati climatici:

Località	Categoria Edificio	Zona climatica	GG	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Altitudine [m]
Napoli	E.4 (2)	C	1034	40°51'14"	14°15'2"	17

L'impianto di condizionamento sarà del tipo centralizzato ed avrà più unità esterne a pompa di calore di tipo inverter per la climatizzazione estiva ed invernale degli ambienti, situate in un apposito spazio previsto nel giardino all'esterno in adiacenza alla parete di confine della struttura posta sul lato Est, le quali saranno recintate con una griglia metallica per permettere gli scambi termici con l'aria ambiente ed evitare le manomissioni e gli atti vandalici.

Il calcolo della potenza di dispersione e dei fabbisogni energetici per la scelta e il dimensionamento dell'impianto di condizionamento sono stati effettuati in conformità ai dettami della Legge 10/91 e s.m. e dal D.P.R. 412/93. I dettagli di calcolo sono riportati nella relazione di calcolo specifica.

Le unità di misura adottate nei calcoli sono quelle del S.I.

IMPIANTO DI CONDIZINAMENTO TIPO VRF

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto per la climatizzazione estiva e di riscaldamento mediante l'adozione di sistemi a pompa di calore ad espansione diretta con tecnologia a portata di refrigerante variabile.

In generale, il sistema è composto da diverse unità di generazione poste all'esterno degli edifici serviti e da più unità terminali poste all'interno degli edifici e distribuite nei vari locali, collegate fra di loro mediante coppie di tubazioni e giunti in rame.

Il sistema prevede unità esterne tutte con compressori ad inverter che consentono di modularne la velocità in base alla richiesta effettiva di carico; il circuito frigorifero funziona con fluido refrigerante ecologico R-410A.

Per effetto del circuito frigorifero, in inverno le unità esterne sottraggono calore all'aria e mediante le unità interne lo trasferiscono agli ambienti da riscaldare; in estate il ciclo è inverso in quanto l'unità interna sottrae calore all'ambiente interno raffrescandolo e l'unità esterna lo trasferisce nell'ambiente esterno.

L'energia primaria utilizzata dal sistema è quella elettrica, il fluido che fa da vettore per il calore è denominato gas refrigerante.

Sarà realizzato un impianto di tipo V.R.F. (*Volume di Refrigerante Variabile*), suddiviso in più sistemi: l'edificio presenta N. 3 sistemi a pompa di calore condensate ad aria per la climatizzazione invernale/estiva degli ambienti con tecnologia ad espansione diretta a portata variabile di refrigerante.

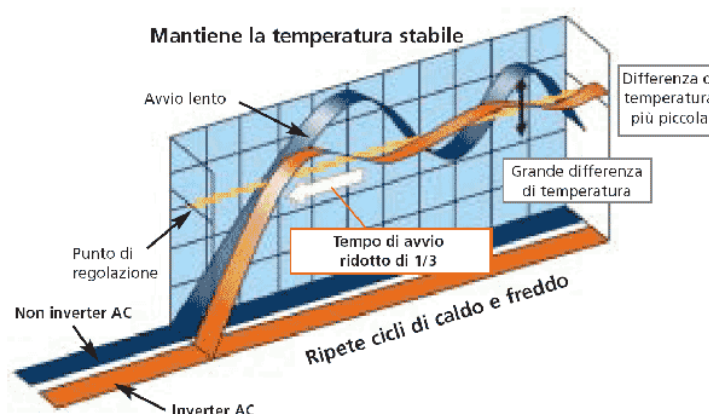
La potenza termica complessiva in riscaldamento di tutte le unità esterne installate di circa **215,00 kW**, a servizio dei predetti locali.

Il sistema VRF, previsto in progetto, adotta una tipo di controllo PI (proporzionale, integrale) variabile, che utilizza i sensori di pressione del refrigerante per fornire un maggiore controllo dei compressori con controllo a Inverter e ON/OFF. La logica adottata si basa quindi su gradini di controllo più piccoli, in grado di assicurare un controllo preciso di aree sia piccole che grandi. Ciò a

sua volta consente di controllare singolarmente fino a 64 unità interne, di tipo diverso e con capacità differenti, in base a un rapporto del 50~200% rispetto alla capacità delle unità esterne.

I sistemi VRF assicurano bassi costi di esercizio grazie alla possibilità di controllare ciascuna zona individualmente. Ciò significa che verranno riscaldati o raffreddati solo gli ambienti che richiedono una climatizzazione dell'aria, mentre il sistema può essere completamente spento negli ambienti nei quali non è necessaria la climatizzazione. Le unità VRF hanno ottimi livelli di COP/EER (SEER/SCOP) nel range di funzionamento maggiormente utilizzato e **rispettano i limiti di legge.**

Una valvola elettronica di espansione presente su ogni unità interna, a controllo PID, regola continuamente il volume del refrigerante in risposta alle variazioni di carico.



La tecnica adottata per la regolazione della capacità con compressori multipli, comporta minime perdite di commutazione e minimi sbalzi di tensione.

L'impianto di climatizzazione sarà costituito da più pompe di calore ad espansione diretta, con flusso di refrigerante variabile di tipo R410A, realizzato mediante un circuito frigorifero a due tubi di rame (mandata/ritorno).

L'impianto a pompa di calore è stato scelto perché le caratteristiche dell'involucro edilizio presentano esposizioni uniformi e non si ritiene che sussistano le condizioni di forti e/o discontinuo surriscaldamento o sottoraffreddamento di locali dovuti ad esempio ad irraggiamento solare.



Dalle unità motocondensanti esterne, raffreddate ad aria, partiranno le reti tubieri dei vari sistemi a due tubazione in rame per il transito del gas refrigerante R410A. In particolare si realizzerà un impianto con giunti ad Y. La tubazione sarà ridotta secondo le dimensioni dovute, fino a giungere ai singoli terminali (Unità console a pavimento e cassette *round flow* interne), come meglio evidenziato nei grafici allegati. Tutti i terminali sono stati dimensionati con una potenzialità tale da garantire le richieste termiche del locale, secondo i calcoli allegati alla presente relazione.

La temperatura interna sarà regolabile da un comando a filo posta a parete e/o tramite telecomando ad infrarossi, tramite i quali sarà possibile stabilire le varie modalità di funzionamento, secondo le specifiche della casa costruttrice e la tipologia impiantistica prescelta. In particolare si è scelto di adottare comandi digitali per la regolazione e funzionamento dell'impianto. Il sistema di controllo sarà di tipo evoluto, in grado di controllare ed armonizzare il funzionamento dell'unità esterna e delle unità interne.

SCELTE TECNICHE GENERALI – CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Per il dimensionamento dell'impianto di climatizzazione si è tenuto conto delle fabbisogni energetici nominali e di quelle presumibili per ogni singolo ambiente, al fine di poter scegliere il terminale di generazione del caldo/freddo tale da offrire ampie garanzie di sicurezza nel funzionamento dell'impianto e di soddisfacimento delle esigenze degli occupanti. E' stato eseguito il calcolo delle carichi termici invernali ed estivi, secondo quanto previsto dalla Legge 10/91 e dal relativo decreto di attuazione D.P.R. 412/93, nonché dalle Norme UNI applicabili al caso specifico. Il calcolo è stato redatto tenendo conto della stratigrafia e delle caratteristiche delle strutture costituenti l'involucro edilizio, in modo da determinare le dispersioni e/o apporti di calore per irraggiamento e per conduzione, ed inoltre si è tenuto conto dei carichi termici interni, sensibili e latenti, e del carico termico per il trattamento dell'aria primaria.

Apporti istantanei

L'apporto, o perdita, di calore per componente è definito come il flusso di calore, in Watt, che attraversa la superficie interna di un componente edilizio, (quali parete, infissi, tetto, ecc.) considerando separatamente dal contesto edilizio in cui esso è inserito e nella condizione ipotizzata che:

- La temperatura dell'aria interna sia mantenuta costante al valore prefissato di progetto;



- Gli effetti degli scambi per la radiazione e convezione, rispettivamente tra la superficie interna del componente e le restanti superfici, tra la stessa e l'aria interna, condizione al contorno sullo strato limite interno del componente, sia riconducibile ad un prefissato valore del coefficiente liminare interno (adduttanza interna).

L'apporto di calore può essere ottenuto, ad esempio, per radiazione attraverso le superfici vetrate, per conduzione attraverso un componente opaco, per convezione, per effetto delle infiltrazioni, per tipo di eccitazione incidente (radiazione, conduzione, convezione), l'ammontare della quantità di calore che entra ed esce da ogni comparto edilizio. Sono calcolati i vari orari dei seguenti apporti di calore:

- Conduzione in regime transitori, attraverso componenti opachi, quali pareti verticali, solai, coperture, ecc. definiti tutti sotto il nome pareti, soffitti, ecc.;
- Conduzione in regime stazionario ($k \times s \times \Delta T$) attraverso componenti opachi e trasparenti a inerzia termica trascurabile (porte, finestre);
- Infiltrazioni attraverso serramenti o aperture;
- Radiazione solare incidente su superfici trasparenti (finestre);
- Occupanti;
- Apparecchiature;
- Luci.

Tutti i punti suddetti per determinare il corretto fabbisogno termico dell'edificio in oggetto del progetto considerando ogni tipo di apporto, calcolato in accordo con le UNI 11300, come di seguito indicato.

Calcolo del carico termico invernale

Per il calcolo delle dispersioni termiche in regime stazionario, attraverso le pareti, utilizzando la seguente formula:

$$Q = \sum_i [K \cdot S \cdot (h / s_p) \cdot (t_i - t_e)]$$

Ogni ambiente ha una dispersione e la somma di tutte le dispersioni dei singoli ambienti sarà pari al flusso termico totale.

Calcolo del carichi termici estivi

I carichi termici estivi sono influenzati da numerose variabili spesso difficili da definire in modo preciso e difficili correlarle tra loro. Le potenze erogate variano notevolmente nelle 24 ore di funzionamento, in un range abbastanza largo ed in modo non simultaneo, nasce la necessità di calcolare i carichi massimi contemporanei. La condizione di carico più gravosa si verifica nelle ore pomeridiane (ore 16:00) del mese più caldo (luglio).

Dati funzionali e di progetto

I dati dimensionali e funzionali dell'impianto sono stati verificati sulla base di:

- dimensioni volumetriche dei singoli locali come riportato nel prospetto sotto indicato
- ipotesi di affollamento massimo;
- rispetto delle indicazioni e dei parametri riportati nella Norma UNI 10339/95

Per quanto detto sopra i dati sono riassunti nel seguente prospetto:

CALCOLO POTENZE TERMICHE - TERMINALI - UNITA' ESTERNE												
		DESCRIZIONE PROGETTO:		BIBLIOTECA "CENTRO STUDI"			PERSONE		CALCOLO RICAMBI ARIA			
DENOMINAZIONE	NUM.	AMBIENTE	ZONA TERMICA	Sup. utile	Altezza netta	Potenza elettrica (W)	Num. Persone. Indice (0,11)	Num. Persone	UNI 10339 (mc/h)	RICAMBIO D'ARIA MINIMO (mc/h)	RICAMBIO D'ARIA - 3 VOL/H (mc/h)	RICAMBIO D'ARIA PREVISTO (mc/h)
PIANO SEMINTERRATO	N° 1	DEPOSITO 1 (Archivio Libri)	ZONA N° 1	225,00	3,50	0	27,00	10,00	5,40	1.215,00	1.575,00	1.750,00
	N° 2	DEPOSITO 2 (Archivio Libri)	ZONA N° 1	31,00	2,80	0	3,72	4,00	5,40	167,40	173,60	200,00
	N° 3	DEPOSITO 3 (Archivio Libri)	ZONA N° 1	16,00	2,80	0	1,92	2,00	5,40	86,40	89,60	100,00
	N° 4	DEPOSITO 4 (Archivio Libri)	ZONA N° 1	26,00	3,50	0	3,12	4,00	5,40	140,40	182,00	250,00
	N°8	BAGNI	ZONA N°1	15,00	2,40	0	1,80	2,00	39,60	79,20	144,00	150,00
PIANO RIALZATO	N°17	SALA LETTURA	ZONA N°2	203,00	4,90	0	24,36	60,00	39,60	2.376,00	2.984,10	3.000,00
	N°21	WC UOMINI/DONNE	ZONA N°2	30,80	5,50	0	3,70	4,00	39,60	158,40	677,60	700,00
	N°22	WC PERSONALE	ZONA N°2	8,00	5,50	0	0,96	1,00	39,60	39,60	132,00	50,00
		N° 2 ricambi/ora										
		Altezza ridotta da 5,5 m a 3,50 m										
		N° 4 ricambi/ora										

L'impianto a servizio dei locali come evidenziato in tabella garantisce un numero di ricambi aria ampiamente superiore al numero minimo necessario imposto dalla norma UNI 10339/95.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Nel seguito si illustrano sinteticamente le peculiarità del sistema V.R.F. prescelto, illustrando in particolare le motivazioni che hanno determinato la scelta di tale sistema.

Il sistema VRF è un sistema modulare ad espansione diretta di gas refrigerante, costituito da più unità terminali, a servizio dei locali da condizionare, alimentate da una motocondensante esterna con condensatore raffreddato ad aria.

Ogni sistema è modulare nel senso che può lavorare in combinazione con altri gruppi dello stesso tipo, indipendenti tra loro dal punto di vista frigorifero ma, controllati da un unico circuito elettrico ed in grado di raggiungere la potenzialità desiderata.

Il controllo dell'intero sistema è affidato alla logica di gestione che risiede nelle varie componenti dell'impianto ed è parte integrante dello stesso.

Ciascun unità terminale, sebbene collegata allo stesso circuito frigorifero, è indipendente da tutte le altre sia per funzionamento che per regolazione.

Nei sistemi a pompa di calore, ciascun unità terminale può gestire condizioni diverse rimanendo nell'ambito dello stesso ciclo (riscaldamento/raffreddamento). La definizione del ciclo di funzionamento avviene sulla motocondensante ed interessa l'intero sistema.

Nella versione a recupero di calore, le unità terminali sono indipendenti anche dal punto di vista della commutazione caldo/freddo. In questo caso esse sono in grado di scegliere autonomamente se passare, singolarmente, dalla fase di riscaldamento a quella di raffreddamento (e viceversa) al fine di mantenere le condizioni ambiente richieste. Questa soluzione consente il massimo risparmio energetico provvedendo a trasferire il calore dalle zone che devono essere raffreddate a quelle che devono essere riscaldate, senza la necessità di dover spendere altra energia sotto forma di lavoro di compressione.

L'elemento caratteristico del sistema, qualunque sia la versione adottata, è nella capacità di variare in modo lineare e direttamente proporzionale al carico (sia in raffreddamento, che in riscaldamento) la portata di gas refrigerante in circolazione.



Ad ogni variazione di carico di raffreddamento, o di riscaldamento, di ogni ambiente condizionato, corrisponde una variazione di posizione della valvola elettronica di espansione-regolazione dell'unità terminale; questa variazione determina la modulazione della capacità termica della motocondensante attraverso la variazione della frequenza di alimentazione del compressore ad inverter e l'attivazione o meno dei compressori on/off presenti.

Ad ogni variazione della velocità di rotazione corrispondono una variazione di portata del refrigerante e una variazione di potenza assorbita.

Potendo parzializzare su un range variabile dal 5% al 100% della capacità, massima erogabile, ne risulta un sistema che si adatta bene ai carichi parziali di raffreddamento e riscaldamento, che segue fedelmente le loro variazioni e che non consuma più energia del necessario per produrre questi effetti.

L'applicazione dell'inverter ai compressori consente inoltre altri vantaggi quali l'avviamento alla frequenza minima, contenendo le correnti di spunto, ed un ampio campo di variazione di superficie evaporante rispetto a quella ideale o nominale.

La distribuzione del gas refrigerante verrà realizzata tramite coppia di tubazioni in rame opportunamente coibentate che, a partire dall'unità motocondensante esterna installata in copertura, scenderanno al piano attraverso il cavedio tecnico, per poi correre nel controsoffitto dei corridoi.

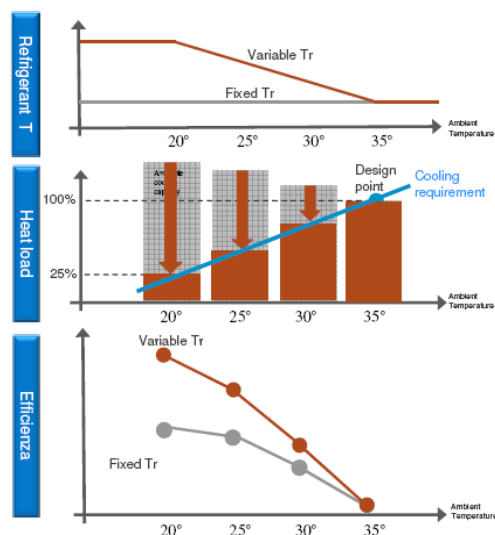
In corrispondenza di ciascuna unità terminale verrà realizzata una derivazione tramite giunto a tre vie.

Il sistema VRF a volume di refrigerante variabile mette in evidenza una serie di vantaggi tecnico-economici, in particolare:

- Elevato livello di comfort ambiente, grazie alla capacità, caratteristica di queste macchine, di variare in modo lineare e direttamente proporzionale al carico (sia in raffreddamento che in riscaldamento) la portata di gas refrigerante in circolo in ogni unità interna, garantendo la minima variazione nel tempo della temperatura ambiente
- Semplicità di installazione e gestione: l'utilizzo di tubazioni in rame per la distribuzione del refrigerante e l'assenza di sistemi accessori (sistemi di pompaggio, collettori, valvole, rampe di adduzione gas, canne fumarie) rende l'installazione più semplice e veloce rispetto ad un sistema

tradizionale. La architettura semplice del sistema rende più agevoli ed economiche anche le operazioni di manutenzione, riducendo i costi totali di gestione

- Massimo risparmio energetico, grazie all'adozione della tecnologia INVERTER. Il sistema proposto presenta livelli di efficienza elevati soprattutto ai carichi parziali (ESEER fino a 7.5) grazie all'INVERTER e all'innovativa tecnologia VRT che permette di adattare automaticamente il carico richiesto in funzione dei requisiti climatici ottenendo così un maggior comfort ma soprattutto riducendo notevolmente i costi operativi di esercizio. Ad esempio, in raffrescamento, quando la temperatura ambiente è vicina al set point, il sistema imposta la temperatura del refrigerante a un valore più alto per consumare meno energia, consentendo maggiori risparmi grazie ad un'efficienza stagionale più marcata.



L'impianto consente inoltre di personalizzare la gestione delle singole unità consentendo di avere un controllo individuale o di gruppo delle unità interne di trattamento, tramite comandi individuali, di gruppo, centralizzati o tramite PC con apposito software di gestione.

Questa tipologia di impianto consente di effettuare una rapida e semplice installazione, in quanto il collegamento tra le unità interne e quelle esterne è effettuato tramite l'utilizzo di due tubi in rame, all'interno dei quali circola il fluido refrigerante.

Il calcolo della rete di alimentazione dei terminali di climatizzazione è stato eseguito sulla base dei dati



geometrici (lunghezze dei tratti della rete, dislivelli geodetici, diametri nominali delle tubazioni) e delle portate termiche richieste per singolo ambiente.

La procedura di calcolo impiegata ha portato alla determinazione di tutte le caratteristiche idrauliche dei tratti (portata, perdite distribuite e concentrate), della prevalenza totale, della portata totale e quindi delle caratteristiche minime richieste.

UNITA' ESTERNE

Tutte le unità esterne del sistema proposto, grazie all'esclusivo impiego del doppio compressore ad inverter, permettono un'alta efficienza ai carichi parziali e una veloce messa a regime in riscaldamento/raffrescamento, mentre la tecnologia ad iniezione di gas garantisce alte prestazioni anche a basse temperature per le unità esterne condensate ad aria.

La tecnologia a portata variabile di refrigerante proposta consente di ottimizzare i consumi di energia elettrica in quanto è in grado di variare il consumo in funzione della necessità istantanea derivante dagli ambienti da climatizzare.

Grazie all'impiego dell'innovativa ed esclusiva tecnologia di iniezione di gas che consente di effettuare delle "iniezioni" di vapore surriscaldato a media pressione all'interno delle spirali, i sistemi proposti sono in grado di ottenere elevati valori di COP ed EER.

Con questa tecnologia si ottengono due stadi di compressione con migliori performances in riscaldamento soprattutto a basse temperature. Grazie all'iniezione di vapore il flusso di refrigerante è maggiore con conseguente riduzione dell'entalpia del refrigerante liquido ed un aumento dello scambio termico.

L'efficienza del ciclo con compressore tipo Scroll ad iniezione di vapore è superiore a quella di un compressore tradizionale, poichè la capacità addizionale derivante dal sottoraffreddamento è ottenuta con una minore quantità di potenza assorbita: il vapore, prodotto nel processo di sottoraffreddamento, viene compresso solo a partire dalla pressione intermedia che è superiore rispetto alla pressione di aspirazione.



Questa tipologia di impianto consente di effettuare una rapida e semplice installazione, in quanto il collegamento tra le unità interne e quelle esterne è effettuato tramite l'utilizzo di due tubi in rame, all'interno dei quali circola il fluido refrigerante.

Lo scambiatore a piastre saldobrasate in dotazione alle unità esterne, incrementa l'efficienza di scambio del 30% rispetto ai modelli Shell&Tube e del 50% rispetto ai modelli a doppio tubo, permettendo un forte sottoraffreddamento del ciclo e la possibilità di avere lunghezze di tubazioni elevate.

Tutte le unità esterne sono del tipo “a tre tubi” con tecnologia recupero di calore e i distributori ad esse collegate permettono di operare simultaneamente in raffreddamento ed in riscaldamento, in modo da soddisfare le più svariate esigenze operative.

Ogni unità esterna ha al suo interno 1-2 compressori ad inverter, tutti con tecnologia ad iniezione di gas per un incremento delle performances a bassa temperatura.

Il corretto afflusso di refrigerante all'interno dell'evaporatore è regolato da una valvola d'espansione elettronica che è in grado di variare in modo istantaneo, grazie al continuo dialogo tra la scheda interna ed esterna, il passaggio del refrigerante. La variazione del flusso è determinata dalla differenza tra la temperatura ambiente e quella impostata (ΔT), e dalla differenza di temperatura tra il refrigerante in ingresso e in uscita dall'evaporatore.

Ovviamente questo continuo dialogo influisce sulla resa e di conseguenza sui consumi dell'unità esterna.

Il sistema proposto permette inoltre il pump-down o pump-out del gas refrigerante nelle unità interne/unità esterne per facilitare l'operazione di manutenzione o di aggiunta di ulteriori unità interne.

La commutazione estate/inverno viene eseguita dall'utilizzatore senza nessun intervento da parte di operatori specializzati.

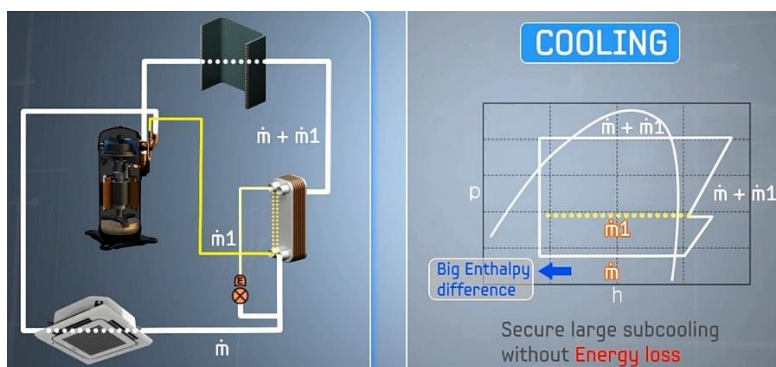
Il sistema ha un programma di autodiagnosi ed autoavviamento che verifica la correttezza di tutti i parametri di funzionamento.

I sistemi a portata di refrigerante variabile proposti, grazie all'esclusivo impiego di un doppio compressore ad inverter su ogni singolo modulo esterno, garantiscono in maniera contemporanea un'alta efficienza sia ai carichi parziali che nominali ed una veloce messa a regime in riscaldamento/raffrescamento, grazie ai gradini di regolazione con frequenza 0.01Hz e ad una soglia minima di parzializzazione del 15%.



Inoltre, i compressori dell'unità esterna consentono di effettuare delle "iniezioni" di gas vapore a media pressione all'interno delle spirali scroll in fase di compressione: l'efficienza del ciclo con compressore Scroll ad iniezione di vapore è superiore a quella di un compressore tradizionale Scroll, poiché, la capacità addizionale derivante dal sottoraffreddamento è ottenuta con una minore quantità di potenza assorbita: il vapore, prodotto nel processo di sottoraffreddamento, viene compresso solo a partire dalla pressione intermedia che è superiore rispetto alla pressione di aspirazione.

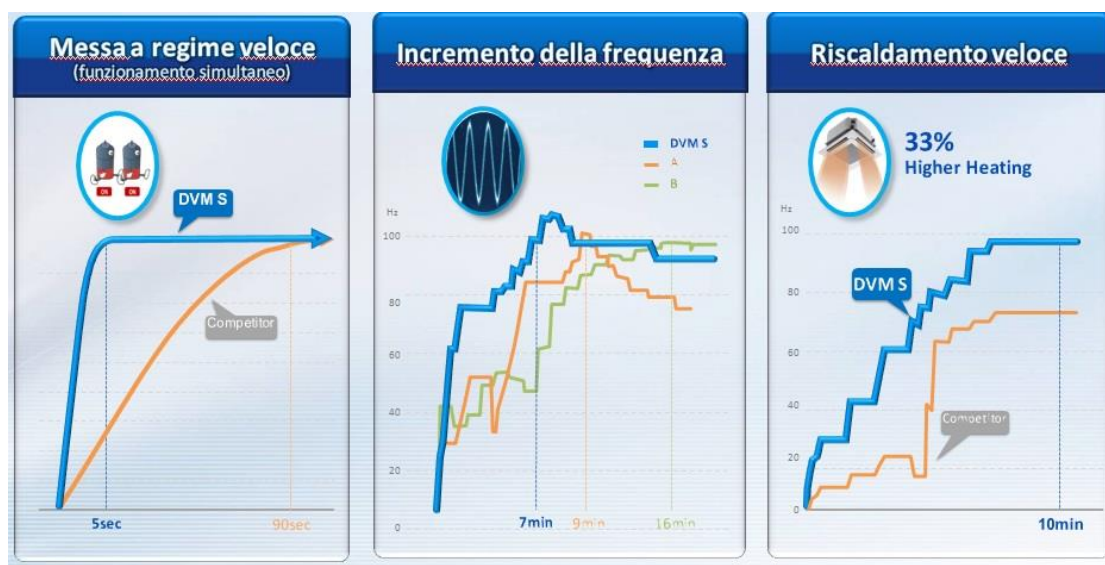
Di seguito è riportata un'illustrazione schematica del ciclo termodinamico con iniezione di vapore utilizzato sui sistemi proposti.



L'esclusivo scambiatore a piastre saldobrasate installato all'interno delle unità esterne per la fase di sottoraffreddamento, inoltre, incrementa l'efficienza di scambio del 30% rispetto ai modelli Shell&Tube e del 50% rispetto ai modelli a doppio tubo.

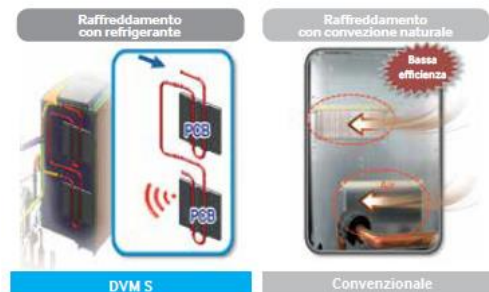


L'utilizzo della tecnologia del doppio compressore inverter con gradini di frequenza di 0,01 Hz, inoltre, permette anche una velocità di reazione elevata, come indicato dai diagrammi di seguito.



La scheda elettronica che controlla l'inverter a bordo dell'unità esterna viene raffreddata utilizzando il refrigerante; il raffreddamento risulta molto più efficiente rispetto alla classica convezione naturale.

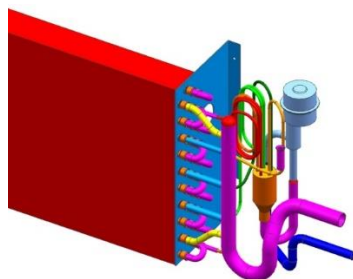
La tecnologia di iniezione di gas dei sistemi proposti permette inoltre di ottimizzare la gestione dei cicli di defrost per le unità esterne condensate ad aria, sia durante la fase di funzionamento in pompa di calore del sistema, sia durante la fase di inversione di ciclo:



- durante la fase di funzionamento in pompa di calore e di formazione di brina sullo scambiatore di calore dell'unità esterna, il possibile discomfort causato dalla formazione di brina è compensato dall'iniezione di gas: il gas caldo di iniezione, infatti, bypassa la batteria dell'unità esterna e permette di ottenere un riscaldamento maggiore negli ambienti rispetto alla tecnologia convenzionale e un contenuto decadimento di potenza termica e di temperatura di mandata dell'aria destinate all'ambiente da riscaldare;
- durante la fase di inversione di ciclo necessaria allo sbrinamento della batteria esterna, grazie alla iniezione di gas caldo a metà compressione, il possibile discomfort negli ambienti interni è minimizzato grazie al fatto che durante il funzionamento prima dell'inversione le unità interne erogano potenza maggiore rispetto alle tecnologie convenzionali con un conseguente sbrinamento più veloce per la già citata iniezione di gas caldo a metà compressione.

UNITA' INTERNE DVM

Tutti i terminali di impianto proposti (unità interne) sono caratterizzati da valvola d'espansione del tipo EDM (accoppiamento ad ingranaggi) che assicurano una regolazione precisa grazie ai 2000 gradini di regolazione.



Inoltre, tutte le unità interne sono dotate a bordo della propria scheda elettronica di contatti puliti di on/off per l'interazione con apparecchiature esterne.

LE UNITÀ A CASSETTA 360°

L'unità consente un flusso dell'aria a 360° garantendo il comfort ambientale; questo assicura una distribuzione ottimale dell'aria trattata evitando di creare zone con temperature diverse.

La mandata dell'aria viene regolata senza l'utilizzo delle elette: mediante un ventilatore di richiamo viene modificata la pressione all'interno di un'intercapedine che devia la direzione in uscita dell'aria.

La presenza di alette o di diffusori in generale costituisce una perdita di carico per il ventilatore delle unità; la configurazione della cassetta 360° consente di ridurre a pieno queste perdite al minimo sfruttando a pieno la portata d'aria fornita dal ventilatore.

Con un design curato ed elegante queste unità si adattano anche a contesti da cui erano tradizionalmente escluse. Adatte ad aree museali, abitazioni ed applicazioni dove si richiedono elevati standard architettonici.



Le unità previste in progetto, dispongono di vari componenti aggiuntivi:

- Dispositivo Virus Doctor: grazie alla generazione di atomi di idrogeno attivo e ioni di ossigeno purifica l'aria rendendo più confortevole l'ambiente (molto efficace contro virus e batteri - polveri e muffe - allergeni - radicali liberi). Il funzionamento è basato sulla creazione/distruzione di legami tra gli elementi che compongono le particelle, in particolare gli atomi generati dal dispositivo si combinano per formare HOO- che circonda le sostanze nocive dell'aria neutralizzandole (distrugge il legame idrogeno dalle pareti cellulari dei batteri); così facendo le sostanze nocive evaporano trasformandosi in aria pulita e salubre. Il dispositivo è stato testato e certificato da numerosi enti di certificazione orientali ed europei: nel caso italiano sono stati ottenuti risultati positivi dall'Università degli Studi di Milano.
- Sensore di presenza: specifico per le sole 4 vie mini, il quale accende/spegne automaticamente l'unità facendo risparmiare energia laddove non ci siano persone presenti all'interno della stanza, regolando inoltre automaticamente l'inclinazione di ogni singola aletta in base al posizionamento delle persone. Il sensore è in grado di autoregolarsi (accensione e spegnimento) in funzione delle accensioni/spegnimenti del giorno precedente per ridurre al minimo il consumo energetico (funzione learning - autoapprendimento). Grazie all'uso di raggi infrarossi il sensore è in grado di misurare la temperatura corporea e della superficie a livello del pavimento per regolare di conseguenza la temperatura della stanza.

CONSOLE A VISTA

Le console a vista, previste in progetto, sono caratterizzate dalle seguenti caratteristiche esclusive.



Design slim e smart

Il design elegante e pulito si adatta ad ogni contesto

Il modello Console, spesso solamente 199 mm, ha un design che si adatta ad ogni contesto.

Il pannello è stato studiato per evitare accumuli di polvere mantenendo l'efficienza dell'unità interna.

Il display touch screen integrato permette il monitoraggio e l'accensione dell'unità interna.

Le unità previste sono dotate di sistema: ***Virus Doctor***

Il dispositivo Virus Doctor purifica l'aria e permette di eliminare pericolosi inquinanti quali batteri, virus etc.

Il dispositivo Virus Doctor genera atomi di idrogeno attivo e ioni di ossigeno per purificare a fondo l'aria e rendere l'ambiente confortevole.

Gli atomi di idrogeno attivo e gli ioni di ossigeno generati aderiscono alla superficie della particella nociva, che decomponendosi, si trasforma in acqua che si disperde nell'ambiente.

Efficace contro:

- Virus e batteri
- Polvere e muffe
- Allergeni
- Radicali liberi

Doppia mandata

Ci sono due diverse mandate per l'aria calda. L'aria calda si diffonde dal lato inferiore e superiore per rendere uniforme la temperatura dell'ambiente ed evitare la stratificazione dell'aria.

Silenziosità

Il modello Console coniuga elevate prestazioni con il massimo rispetto dell'ambiente in cui vivete.

È possibile regolare la velocità dell'aria in tre diverse modalità assicurando sempre il massimo comfort mediante il comando wireless incluso.

Display a bordo

Il display a bordo identifica lo stato di funzionamento dell'unità interna.

RECUPERATORI D'ARIA STATICI E DINAMICI ERV PLUS

I recuperatori d'aria ERV garantiscono i ricambi d'aria necessari all'ambiente con un'elevata efficienza, controllo della temperatura ed umidità.

Sistema intelligente per tutte le condizioni di funzionamento fino a -15°C

Il sistema è in grado di auto gestirsi in funzione della temperatura esterna al fine di prevenire la formazione di brina sul pacco di scambio termico.

Non è quindi necessaria l'installazione di una resistenza elettrica ausiliaria con conseguente minor costo di gestione ed installazione.

Temperatura esterna	Tipo di funzionamento
> 0°C	Funzionamento normale
0°C > T _{OA} > -15°C	Ciclo di sbrinamento

Aria di rinnovo senza abbassamenti di temperatura

I recuperatori in progetto sono equipaggiati con una batteria ad espansione diretta per il controllo della temperatura dell'aria immessa in ambiente, sia in riscaldamento che in raffrescamento.

Recupero di calore

- Per aumentare l'efficienza di ventilazione sono installati di serie sia il ventilatore di mandata che di ripresa.

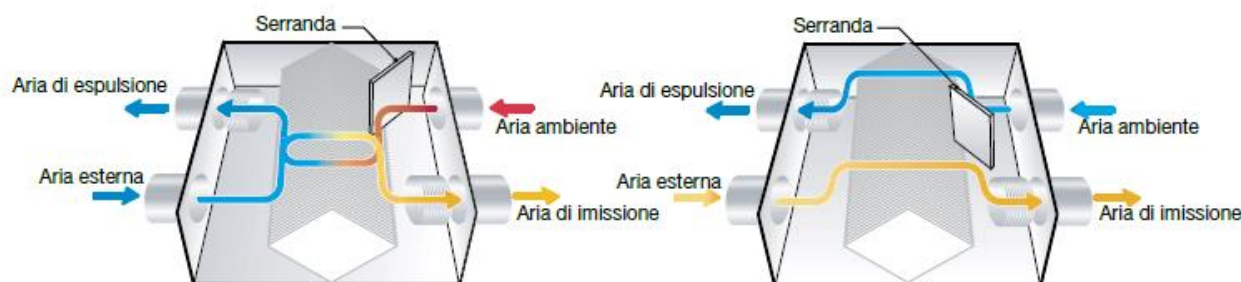
- La superficie dello scambiatore è studiata per massimizzare lo scambio termico prevenendo il passaggio di contaminanti tra i flussi d'aria.
- L'efficienza del recuperatore, indipendentemente dal modello, è superiore al 70%. Questo permette di mantenere, nel periodo invernale, la giusta temperatura ed umidità dell'ambiente e prevenire nel periodo estivo il surriscaldamento dell'ambiente.

Filtro F6

Il filtro installato nell'unità è equivalente ad un filtro di classe F6 con un'efficienza di filtrazione del 60%.

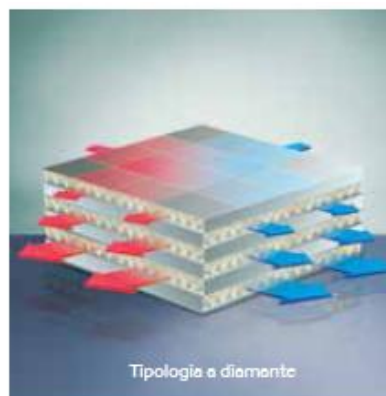
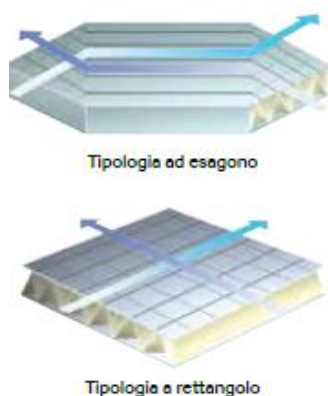
Modalità risparmio energetico (automatica)

L'ERV cambia automaticamente la propria modalità di funzionamento in base alla differenza di temperatura tra l'aria esterna e quella di rinnovo.



Pacco di scambio

Il pacco di scambio è in cellulosa con struttura a diamante per migliorare lo scambio energetico. La struttura a diamante ha dimensioni compatte ed un'efficienza più elevata rispetto agli scambiatori tradizionali.



Slim design

Le dimensioni di ingombro sono ridotte al minimo grazie allo scambiatore ad alta efficienza, con uno spessore max di 340 mm per la taglia più grande.

Virus Doctor

Il dispositivo Virus Doctor purifica l'aria e permette di eliminare pericolosi inquinanti quali batteri, virus etc.

Il dispositivo Virus Doctor genera atomi di idrogeno attivo e ioni di ossigeno per purificare a fondo l'aria e rendere l'ambiente confortevole. Gli atomi di idrogeno attivo e gli ioni di ossigeno generati aderiscono alla superficie della particella nociva, che decomponendosi, si trasforma in acqua che si disperde nell'ambiente.



Sensore di CO2

Il sensore di CO2 permette una regolazione automatica della portata d'aria sulla base dell'effettiva occupazione degli ambienti, permettendo in tal modo un funzionamento efficiente e con costi di gestione ottimizzati.

SISTEMI DI CONTROLLO

All'interno del progetto sono previsti diversi sistemi di controllo:

- comandi remoti individuali per ogni singolo ambiente;
- comandi centralizzati per ogni singolo piano.

Comando a filo

Termostato dotato di un display Touch Screen retro illuminato e sensore di temperatura integrato. Con tale dispositivo e' possibile controllare una singola unita' interna oppure un controllo di gruppo fino a massimo di 16 unita' interne.

E' possibile fare un controllo on/off , selezionare la modalita' di funzionamento, temperatura di set point desiderata e la velocita' ventilazione. E' possibile controllare l'inclinazione dei deflettori nella varie posizioni.

Comando remoto individuale a filo



Attraverso questo tipo di controllo è possibile controllare la singola unità interna oppure effettuare un controllo di gruppo: questo significa che tutte le unità interne funzioneranno allo stesso modo (a differenza di un comando di tipo centralizzato che consente di con un unico comando di regolare in maniera indipendente tutte le interne che sono ad esso collegate).

Il comando a filo consente il controllo di più unità interne fino ad un massimo di 16 unità.

Oltre a comandare l'accensione e lo spegnimento, consente di regolare la modalità di funzionamento dell'unità interna, l'impostazione della temperatura (dispone di sensore di temperatura integrato) e la velocità di ventilazione.

Con questo dispositivo si può effettuare la programmazione settimanale, che consente di impostare un diverso funzionamento della unità interna in base al giorno della settimana prescelto.



È possibile inoltre mediante questo comando impostare la funzione silent (regolazione della velocità di uscita dell'aria per minimizzare la rumorosità), bloccare o sbloccare determinate funzioni, inibire il comando wireless (quando presente) o controllare il dispositivo di purificazione aria (quando presente).

Se collegato ad una unità a cassetta a 4 vie ne consente il controllo di ogni singolo deflettore per un migliore controllo del comfort interno.

Infine visualizza la presenza di eventuali errori nella unità, oltre a ricordare quando effettuare la pulizia del filtro.

Comando centralizzato Mini Touch di piano

Un controllo centralizzato Mini Touch è previsto per la gestione di ogni singolo piano ed è dotato di schermo capacitivo con esperienza d'uso a sfioramento, tecnologia già ampiamente utilizzata negli smartphone.

Caratteristiche principali di tale tipologia controllo sono:

- Controllo e programmazione fino a 128 unità interne in maniera indipendente l'una dall'altra.
- Display touch screen a colori da 7".
- Controllo a zone.
- Impostazione limite di temperatura/inibizione comandi locali.
- Contatti esterni: 2 input e 1 output digitale.

TUBAZIONI



Le tubazioni per il circuito gas dovranno essere in rame avente lo spessore minimo di 1 mm. Le giunzioni ed i collegamenti con le varie apparecchiature potranno essere realizzate mediante apposita raccorderia di tipo a saldare. Le saldature dovranno essere effettuate ad alta temperatura con lega di rame. E' vietato l'uso di saldature a bassa temperatura con stagno e con leghe di stagno/argento.

Le tubazioni dovranno essere installate come segue:

- quelle in vista (non alloggiate in tracce nelle strutture) dovranno essere sostenute da apposite staffe installate in modo da consentire la libera dilatazione. Le staffe potranno essere costituite da elementi continui e da elementi singoli pendenti per tubazioni isolate (tipo MUPRO). Tra i collari e la tubazione percorsa da fluido refrigerante dovrà obbligatoriamente essere posta una guarnizione in gomma che eviti fenomeni di condensa;
- quelle installate in tracce dovranno essere posate in modo da consentire la libera dilatazione ed evitare l'insorgere di rumori;
- ove necessario, in funzione delle dilatazioni, dovranno essere previsti punti fissi e compensatori di dilatazione.

Tutte le tubazioni di scarico condensa dovranno essere in polietilene reticolare, oppure in PVC rosso con raccorderia da saldare ad alta temperatura oppure ad incollare con "Tangit". Il diametro minimo ammesso è di 20 mm.

Si dovranno installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvedere anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Le pressioni di prova, durante il collaudo, saranno di 1,5-2 volte superiori a quelle di esercizio e la lettura sul manometro verrà effettuata nel punto più basso del circuito. La pressione dovrà rimanere costante per almeno 24 ore consecutive entro le quali non dovranno verificarsi difetti o perdite di qualunque tipo; nel caso di imperfezioni riscontrate durante la prova, si dovrà provvedere

all'immediata riparazione dopo la quale sarà effettuata un'altra prova e questo fino all'eliminazione di tutti i difetti dell'impianto.

COIBENTAZIONE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEI FLUIDI CALDI E FREDDI

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi e freddi in fase liquida degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in $W/m^{\circ}C$ alla temperatura di $40^{\circ}C$.

Conduttività Termica utile dell'isolante ($W/m^{\circ}C$)	Diametro esterno della 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

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa. I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella vanno moltiplicati per 0,3.

Nel caso di tubazioni pre-isolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione ed i limiti di coibentazione sono fissati dalle norme tecniche UNI.



Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

LA DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMOVETTORE

La rete di distribuzione dei fluidi è composta da una serie di tubi in mandata e ritorno, da una o più pompe e raccordi. La rete principale ha origine dalle unità esterne, i punti di collegamento fra pezzi diversi sono chiamati nodi intermedi, mentre i nodi terminali sono i punti ai quali è associata un'unità terminale.

La distribuzione del fluido termovettore sarà suddivisa in tre circuiti orizzontali costituiti da tubazioni in rame coibentate con polietilene reticolato espanso a cellule chiuse.

Le tubazioni verranno posate principalmente a pavimento, mentre i giunti a Y dovranno essere posizionati in apposite cassette di derivazioni ispezionabili poste a parete.

CANALI D'ARIA

L'analisi delle reti di canale si pone come obiettivo quello di ricavare la pressione statica e totale fornita dal ventilatore, al fine di garantire la portata d'aria richiesta in ciascun ambiente in corrispondenza di ogni terminale della rete stessa.

Si parte dalla suddivisione della rete in segmenti, al fine di analizzarli singolarmente.

Per ogni tratto, individuato le dimensioni della sezione in seguito ad uno dei metodi di dimensionamento applicabili, è necessario provvedere al calcolo della perdita di pressione totale, perdita dovuta all'attrito nei tratti rettilinei, alle turbolenze nei punti localizzati e nelle apparecchiature a monte del ventilatore, quali silenziatori, batterie, ecc, oltre ai fenomeni di fluidodinamici legati all'accoppiamento tra ventilatore e rete.

Ricavate le perdite di pressione totale di ogni segmento, si calcola quindi la perdita totale di ogni percorso individuabile tra ciascun terminale di aspirazione, ripresa o estrazione e ciascun terminale di mandata, sommando anche le perdite di pressione totali di ogni terminale. In questo modo il percorso più sfavorito, caratterizzato dalla perdita di pressione totale massima, dato che ci servirà per la scelta



del ventilatore; la pressione statica richiesta sarà data dalla differenza fra la pressione totale e quella dinamica.

Per ottenere a ciascun terminale la portata di progetto, è però necessario garantire a monte di esso una pressione totale uguale a quella di progetto. Da ciò ogni terminale appartenente ai percorsi con perdita complessiva inferiore a quella massima riscontrata risulteranno sbilanciati; si deve provvedere ad aumentare le perdite di pressione dei percorsi a cui appartengono, fino ad ottenere una perdita complessiva del singolo percorso pari a quella massima riscontrata. Questa operazione si chiama bilanciamento del circuito; si può ottenere con il restringimento di sezioni dei segmenti di rete, oppure inserendo opportune perdite di carico artificiali, come l'inserimento di serrande di regolazione.

Il criterio finora esposto è detto metodo delle pressioni totali.

Variazioni di pressione nelle reti di canali

Per tutti i tratti delle reti a sezione costante, le perdite di pressione totale e statica sono uguali. In ogni allargamento di sezione, la pressione dinamica diminuisce, la pressione totale assoluta diminuisce, la pressione statica assoluta può aumentare; tale incremento di pressione statica è nota come recupero di pressione statica.

Col restringimento di sezione, la pressione dinamica aumenta nella direzione del flusso d'aria e le pressioni assolute statica e totale diminuiscono.

All'uscita del condotto, la perdita di pressione totale dipende dalle caratteristiche del flusso d'aria e dell'uscita del canale. Il coefficiente di perdita dell'uscita C_0 , può essere maggiore, uguale o minore di uno.

La pressione totale immediatamente a valle dell'entrata è uguale alla differenza fra la pressione a monte di essa, che è zero, pressione atmosferica, e la perdita di pressione attraverso l'entrata.

La pressione statica dell'aria ambiente è zero; diversi diametri a valle, la pressione statica è negativa, uguale alla somma della pressione totale, negativa, e della pressione dinamica, sempre positiva.

La resistenza del sistema al flusso dell'aria è caratterizzata dalla pendenza della curva di delle pressioni totali. Nei tratti principali della rete sono incluse le perdite di pressione dovute agli accoppiamenti



ventilatori, batterie, ecc. Per ottenere la pressione statica richiesta al ventilatore, quando è nota la pressione totale ad esso richiesta, è necessario utilizzare la seguente equazione:

$$P_s = P_t - p_{v,0}$$

Dove

- P_s = pressione statica del ventilatore, (Pa);
- P_t = pressione totale del ventilatore, (Pa);
- $p_{v,0}$ = pressione dinamica della bocca di mandata del ventilatore, (Pa).

Dimensionamento delle reti di canali

Le reti di canali possono essere dimensionati in tre modi:

- Metodo a recupero di pressione statica;
- Metodo a perdita unitaria per attrito costante;
- Metodo a velocità minima.

Utilizzando il metodo a perdita unitaria per attrito costante, basato sul raggiungimento di un unico costante valore di perdita di pressione unitaria per attrito del circuito. Questo metodo porta quasi sempre a reti sbilanciate, occorre sempre bilanciarle successivamente al predimensionamento. Si deve tener sotto controllo la velocità non rendendole eccessive, in modo da evitare problemi di rumorosità. Nel bilanciamento occorre prima ridurre le sezioni e poi inserire le serrande di taratura.

Di seguito la procedura per il dimensionamento ed il bilanciamento di una intera rete con il metodo a pressione costante:

- 1) si stabilisce una perdita a pressione unitaria nonché un valore limite di velocità da non superare mai per evitare rumori.
- 2) sulla base della perdita unitaria e dei valori limiti di velocità, si determina l'intera rete.
- 3) Si determina la pressione statica o totale per il circuito più sfavorito; in particolare, al fine della determinazione della pressione statica utile al condizionatore o della pressione statica richiesta al



ventilatore, per le reti di mandata si determina la pressione statica per il percorso più sfavorito, mentre per le reti di ripresa o estrazioni si determina la pressione totale per il percorso più sfavorito.

4) Si valutano gli sbilanciamenti dei terminali;

5) Si bilancia la rete riducendo la sezione dei tronchi o dei rami; dopo il predimensionamento, la rete è in generale sbilanciata, per questo l'azione di bilanciamento con riduzione di sezione deve interessare sia i tronchi sia i rami. Agendo solo sui rami si otterrebbero velocità eccessive con rumorosità elevata. Nel bilanciamento non si devono mai superare le velocità consigliate.

6) Dopo l'azione del bilanciamento, se sussistono ancora sbilanciamenti non accettabili, si provvede ad annullare questi ultimi tramite le serrande di taratura. Quest'ultime possono essere posizionate o sui segmenti di rete, tronchi/rami, o direttamente sui terminali.

Se posizionata sui tronchi/rami, si inseriscono in maniera distribuita sia sui rami, a valle delle diramazioni/confluenze. Qual'ora si prevedano invece esclusivamente serrande sui terminali, è opportuno comunque prestare attenzione alla massima perdita di pressione introducibile con esse, in relazione al possibile insorgere di problemi di rumorosità; ne consegue che questa soluzione è accettabile solo nei casi di sbilanciamento residui risultanti dopo l'azione di bilanciamento di sui tronchi/rami, sono contenuti.

IMPIANTI A FONTE ENERGETICHE RINNOVABILE

L'utilizzo delle pompe di calore previste in progetto permette di assolvere all'obbligo di FER (*fonti di energia rinnovabile*) imposto dal D. Lgs 28/11, ovvero al **QR** (quota rinnovabile), applicando la seguente formula:

$$E_{RES} = Q_{usable} [1 - 1/SCOP]$$

Ai sensi del D. Lgs 28/2011 occorre avere:

- Si abbia una quota di energia rinnovabile (QR) superiore al valore in vigore, attualmente il 50% con l'aggiunta del 10% per edifici pubblici;
- Che si produca energia elettrica da fonti rinnovabili, con potenza:

$$P = S/K \text{ (kW)}$$



Se uno o entrambi i requisiti non siano soddisfatti viene ridotto E_{pg,lim} con la relazione indicata dal D. Lgs 28/2011 in funzione delle percentuali effettive e delle potenze effettive.

CONCLUSIONI

La realizzazione degli impianti dovrà essere affidata a una Ditta di installazione avente i requisiti tecnico-professionali previsti dal D.M. 37/08 e regolarmente iscritta alla C.C.I.A.A. La stessa consegnerà, al termine dei lavori, la Dichiarazione di Conformità alla regola d'arte ai sensi dell'art. 7 del D.M. 37/08 munita degli allegati tecnici obbligatori e di copia del certificato attestante il possesso dei detti requisiti tecno-professionali.

Santa Maria la Carità (NA), giugno 2019

Il Tecnico
