



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

ELENCO ANNUALE 2021

PROGETTO ESECUTIVO RISTRUTTURAZIONE EDIFICI COMUNALI PRESSO EX FORO BOARIO

IMPORTO COMPLESSIVO: € 1.300.000,00

<p>N° Progetto EDP 2021/089</p> <p>Nome file 34_MCA</p> <p>Data Settembre 2022</p>	<p>CUP:H97H21000700004</p> <p>LLPP EDP 2021/089</p>	<p>Elaborato</p> <p style="text-align: right;">MCA</p> <p style="text-align: center;">DESCRIZIONE Capitolato speciale d'appalto impianti meccanici</p>
<p style="text-align: center;">Progettisti</p> <p>Ing. Loris Andrea Ragona Arch. Roberto Daniele Geom. Paolo Lolo Ing. Simone Sarto P.I. Fabio Friso Ing. Stefano Pavan</p>	<p style="text-align: center;">Rup</p> <p style="text-align: center;">Arch. Diego Giacon</p>	<p style="text-align: center;">Capo Settore</p> <p style="text-align: center;">Ing. Matteo Banfi</p>



Comune di Padova

Provincia di Padova

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

IMPIANTI TERMICI

OGGETTO:

LLPP 2021/089 – RISTRUTTURAZIONE EDIFICI COMUNALI PRESSO EX FORO BOARIO importo complessivo € 1.300.000,00

PARTE D'OPERA:

Impianti Termomeccanici

COMMITTENTE:

Comune di Padova

Codice CUP:

H97H21000700004

Codice CIG:

XXXXXX

Padova, 21/09/2022

IL TECNICO

Per. Ind. Fabio Friso

CAPITOLO 1

OGGETTO, FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO - AFFIDAMENTO E CONTRATTO - VARIAZIONI DELLE OPERE

Art 1.1 OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di: **LLPP 2021/089 – RISTRUTTURAZIONE EDIFICI COMUNALI PRESSO EX FORO BOARIO importo complessivo € 1.300.000,00**

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo dell'opera e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

Sono altresì compresi, se recepiti dalla Stazione appaltante, i miglioramenti e le previsioni migliorative e aggiuntive contenute nell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore, senza ulteriori oneri per la Stazione appaltante.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Ai fini dell'art. 3 comma 5 della Legge 136/2010 e s.m.i. il Codice identificativo della gara (CIG) relativo all'intervento è **XXXXXX** e il Codice Unico di Progetto (CUP) dell'intervento è **H97H21000700004**.

Art. 1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DA ESEGUIRE

I lavori che formano l'oggetto dell'appalto si riassumono come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori.

- Impianti di riscaldamento diretto;
- Impianti di condizionamento;
- Impianti di riscaldamento indiretto;
- Impianti di ventilazione meccanica.

Qui di seguito si dettaglia quanto necessario per ciascuna tipologia di impianto.

1.2.1) Impianti di riscaldamento diretto

Tali impianti dovranno comprendere:

- a) le pompe di calore per la produzione del calore e, ove occorrono, i dispositivi di trasformazione e di alimentazione, il tutto completo di mantelli di copertura e isolamento, saracinesche, valvole, rubinetti, vasi di espansione del tipo aperti o chiusi, accessori anche secondo quanto richiesto dalle norme vigenti, in particolare dal D.M. 1 dicembre 1975, dal D.M. 1 dicembre 2004, n. 239 sulla sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e successiva raccolta R o H (ex I.S.P.E.S.L.) e compresi i lavori murari per opere di sterro e fondazioni e basamenti;
- b) le condutture per l'adduzione dell'acqua nelle pompe di calore ed, eventualmente, negli scambiatori di calore, il serbatoio dell'acqua di accumulo, le condutture di scarico nella fogna più prossima, nonché l'eventuale impianto di depurazione dell'acqua;
- e) le elettropompe (ivi comprese quelle di riserva), se trattasi di impianto a circolazione accelerata, complete di manometri, saracinesche di intercettazione e antivibranti;
- f) tutte le condutture, complete dei pezzi di raccordo e congiunzione (ovvero manicotti, gomiti, nipples, riduzioni, controdadi, ferma-tubi, flange, bulloni, staffe, ecc.) ed accessori, quali compensatori di dilatazione, valvole e saracinesche alla base delle colonne montanti di spurgo e discendenti e, ove occorrono, scaricatori automatici d'aria;

- g) il rivestimento con materiale coibente (del quale dovranno essere precisate le caratteristiche) delle condutture;
- h) i corpi scaldanti (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, ecc.) completi di ogni accessorio, ovvero: valvole regolatrici, detentori, reti di scarico d'aria, oppure valvole d'aria per casi particolari, bocchettoni di raccordo e mensole di sostegno;
- i) la verniciatura a due mani, con antiruggine, di tutte le condutture;
- l) le apparecchiature elettriche, interruttori, teleruttori, salvamotori e, ove si ritenga necessario, il quadro elettrico, portante o meno gli apparecchi predetti, nonché fusibili, amperometri, voltmetri e le linee elettriche tra il quadro e gli apparecchi;
- m) le apparecchiature di regolazione e controllo, con i rispettivi indicatori, di eventuali comandi automatici di valvole, regolatori e stabilizzatori di temperatura.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

1.2.2) Impianti di condizionamento

Oltre alla fornitura e posa in opera delle pompe di calore, sistemi di depurazione dell'acqua ed elettropompe, delle tubazioni, dei rivestimenti isolanti, dei corpi scaldanti e/o raffreddanti, della verniciatura, delle apparecchiature elettriche di controllo e regolazione, l'impianto di condizionamento comprenderà la fornitura e posa in opera dei seguenti componenti:

- a) le elettropompe, comprese quelle di riserva ove previste, con le occorrenti saracinesche, antivibranti e tubazioni termicamente isolate per la circolazione dell'acqua fredda;
- b) gli impianti di raffreddamento dell'acqua, costituiti da: compressori, evaporatori, condensatori (raffreddati ad aria o ad acqua) ed eventuali torri evaporative, motori elettrici e rispettive trasmissioni, agitatrici, tubazioni del fluido frigorifero termicamente isolate, completi, ove occorra, di tutti gli apparecchi di sicurezza e protezione nonché di tutti gli accessori;
- c) le camere di condizionamento, qualora siano di materiale metallico, i filtri, le batterie di preraffreddamento, post-riscaldamento, deumidificazione e riscaldamento, i separatori di gocce, i sistemi di umidificazione;
- d) i ventilatori con i relativi motori e le trasmissioni, i raccordi, le serrande di regolazione e di intercettazione della circolazione dell'aria, le portine di ispezione e manutenzione, nonché ogni altro accessorio ritenuto necessario;
- e) eventuali canali d'aria costituiti da pannelli sandwich o con altri materiali edili, completi di adeguato isolamento termico, ove necessario;
- f) le bocchette d'immissione e di estrazione dell'aria, le serrande manuali o motorizzate d'intercettazione e di regolazione delle canalizzazioni, nonché tutti gli apparecchi di manovra e di protezione, relativi alle canne e bocchette di circolazione dell'aria;
- g) le apparecchiature di regolazione, manuali o automatiche.

1.2.3) Impianti di ventilazione meccanica

L'impianto di ventilazione meccanica comprenderà la fornitura e posa in opera dei ventilatori, delle apparecchiature, degli scambiatori di calore, degli eventuali canali costituiti da pannelli sandwich o in lamiera opportunamente coibentata esternamente o dei condotti flessibili coibentati, delle bocchette, delle apparecchiature elettriche, dei dispositivi di comando, regolazione ed intercettazione, come specificato negli articoli riguardanti gli Impianti di Riscaldamento Diretto e di Condizionamento.

In definitiva, gli impianti saranno costituiti dai macchinari, apparecchiature ed elementi sopra indicati e da quanto altro, pur non specificato nelle prescrizioni del presente Capitolato, risulti necessario per il perfetto e completo funzionamento degli impianti stessi, nel loro insieme e nelle loro singole parti, nessuna esclusa.

Art. 1.3 DEFINIZIONI RELATIVE AGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E DI CONDIZIONAMENTO D'ARIA

Nei riguardi degli impianti di riscaldamento e di condizionamento d'aria, valgono le seguenti definizioni:

- a) Diretto è quello che si ottiene mediante l'adozione di corpi scaldanti e/o raffreddanti, compresi i

pannelli radianti posti negli ambienti da riscaldare o condizionare.

- b) Indiretto è quello in cui i corpi scaldanti o raffreddanti sono collocati fuori degli ambienti, rispettivamente, da riscaldare e da condizionare, trattando l'aria prima di immetterla negli ambienti medesimi.
- c) Ventilazione naturale, o ricambio naturale di aria, è il rinnovo di aria che si produce negli ambienti per effetto della differenza di temperatura interna ed esterna, o per l'azione del vento, in dipendenza della porosità dei materiali costituenti le pareti degli ambienti stessi e delle fessure dei serramenti.
- d) Ventilazione artificiale, o ricambio artificiale di aria, è la circolazione di aria che si produce negli ambienti a mezzo di canali o di aperture, convenientemente ubicate, comunicanti con l'esterno, atte ad ottenere i ricambi di aria senza o con l'ausilio di ventilatori anche in abbinamento a sistemi di recupero del calore di adeguata efficienza. In quest'ultimo caso ha luogo la ventilazione meccanica.
- e) Per unità del ricambio di aria s'intende il volume del locale riscaldato, condizionato o ventilato.
- f) Condizionamento dell'aria è il simultaneo trattamento dell'aria teso a conseguire e mantenere prestabilite condizioni fisiche e chimiche, sulla base di opportuni valori dei seguenti parametri: temperatura, velocità, umidità relativa dell'aria e dei fattori che hanno influenza sulla sua purezza.

S'intende inoltre:

- per condizionamento invernale o termoventilazione, quello che comporta il riscaldamento, l'umidificazione e la depurazione dell'aria nella stagione invernale;
- per condizionamento estivo, quello che comporta il raffreddamento, la deumidificazione e la depurazione dell'aria nella stagione estiva;
- per condizionamento integrale quello che comporta il condizionamento, sia invernale che estivo.

Si intende per impianto di condizionamento l'insieme dei macchinari, apparecchi, canali e di tutte le opere occorrenti per conseguire le condizioni predette con i ricambi di aria prestabiliti.

CAPITOLO 2

CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI

Art. 2.1

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Gli impianti di riscaldamento e/o condizionamento saranno realizzati in conformità al D.P.R. 412/90 e s.m.i., al D.M. 01 dicembre 1975 e s.m.i. e alle specifiche raccolte e circolari INAIL (ex I.S.P.E.S.L.). Si presterà attenzione inoltre, ai principi dei D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 192, D.Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311, D.P.R. 2 aprile 2009 n. 59, Decreti 26 giugno 2015 e alle metodologie e indicazioni tecniche riportate nelle norme UNI ad essi collegate.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

In particolare:

- a) **UNI EN 378-1**
UNI EN 378-4
- b) **UNI EN 1736**
- c) **UNI EN 1861**
- d) **UNI 10412- 1 - 2**
- e) **UNI 11135**
- f) **UNI EN 12102**
- g) **UNI EN 12178**
- h) **UNI EN 12309-1 - 2**
- i) **UNI EN 12693**
- l) **UNI EN 13136**
- m) **UNI EN 13313**
- n) **UNI EN 14276-1- 2**
- o) **UNI EN 14511-1 - 2 - 3 - 4**
- p) **UNI CEN/TS 14825**
- q) **UNI EN 15316-4 (varie parti)**
- r) **UNI EN 15450**

a) **UNI EN 378-1:2011**

Titolo: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 378-1:2008+A1 (edizione dicembre 2010). La norma specifica i requisiti relativi alla sicurezza delle persone e dei beni, escluse le merci immagazzinate, e dell ambiente locale e globale per: - impianti di refrigerazione fissi e mobili di tutte le dimensioni, incluse le pompe di calore; - impianti secondari di raffreddamento o di riscaldamento; - la collocazione di questi impianti di refrigerazione.

ICS: [27.080] [27.200] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 10 febbraio 2011

UNI EN 378-2:2009

Titolo: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prove, marcatura e documentazione

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 378-2:2008+A1 (edizione aprile 2009). La norma si applica alla progettazione, alla costruzione ed all'installazione degli impianti di refrigerazione con relativi componenti ed ai materiali utilizzati. Specifica inoltre i requisiti per le prove, la messa in servizio, la marcatura e la documentazione.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2009-05-21

UNI EN 378-3:2008

Titolo: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Installazione in sito e protezione delle persone

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 378-3 (edizione febbraio 2008). La norma si applica al sito di installazione (luogo di installazione, servizi ed apparecchiature necessarie per la protezione personale). Specifica i requisiti di sicurezza sul luogo di installazione, che possono essere necessari per la presenza degli impianti di refrigerazione e dei loro componenti accessori, ma senza che ne siano direttamente connessi.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2008-07-10

UNI EN 378-4:2008-07

Titolo : Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Esercizio, manutenzione, riparazione e riutilizzo

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 378-4 (edizione febbraio 2008). La norma prescrive i requisiti di sicurezza e gli aspetti ambientali relativi al funzionamento, alla manutenzione e alla riparazione degli impianti frigoriferi e il recupero, riutilizzo e lo smaltimento di tutti i tipi di fluidi frigorigeni.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2008-07-10

b) UNI EN 1736:2009

Titolo : Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Elementi flessibili delle tubazioni, isolatori di vibrazioni, giunti di dilatazione e tubi non metallici - Requisiti, progettazione ed installazione

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 1736 (edizione novembre 2008). La norma specifica i requisiti, la progettazione e l'installazione degli elementi flessibili delle tubazioni (per esempio tubi flessibili metallici, isolatori di vibrazioni, giunti di dilatazione) e tubi non metallici utilizzati nei circuiti frigoriferi di impianti di refrigerazione e pompe di calore. La norma inoltre fissa i requisiti per definire l'impermeabilità di tubi non metallici utilizzati in impianti di refrigerazione e pompe di calore. La norma non si applica alle tubazioni flessibili che sono solo occasionalmente sollecitate oltre il limite elastico (per esempio durante le riparazioni) o ai giunti che sono liberi di ruotare o oscillare.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI Data di entrata in vigore : 2009-03-19

c) UNI EN 1861:2000

Titolo: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1861 (edizione aprile 1998). La norma stabilisce i simboli e le regole di disegno per gli schemi sinottici relativi a sistemi, tubazioni e strumenti utilizzati negli impianti di refrigerazione, comprese le pompe di calore. Questi schemi rappresentano la configurazione ed il modo di funzionamento dell'impianto di refrigerazione e fanno parte della documentazione tecnica completa necessaria per il progetto, la costruzione, l'installazione, la messa in servizio, il funzionamento, la manutenzione e la messa fuori servizio di un impianto di refrigerazione.

Codice ICS : 01.080.30 27.080 27.200 91.140.30 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2000-07-31

d) UNI 10412-1:2006

Titolo: Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici

Sommario: La norma stabilisce le condizioni e le modalità di progettazione, di installazione e verifica ai fini della sicurezza degli impianti di riscaldamento che utilizzano quale fluido termovettore, acqua calda ad una temperatura non maggiore di 110 °C. La norma si applica ai circuiti idraulici degli impianti termici con vaso d'espansione aperto o chiuso, serviti da generatori di calore, funzionanti con combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con energia elettrica, singoli o disposti in batteria e da sistemi modulari.

Codice ICS : 91.140.10 Organo Tecnico : CTI Data di entrata in vigore : 2006-08-03

UNI 10412-2:2009

Titolo: Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Prescrizioni di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW

Sommario: La norma stabilisce le condizioni e le modalità di progettazione e di installazione ai fini della

sicurezza degli impianti di riscaldamento che utilizzano quale fluido termovettore acqua calda ad una temperatura non maggiore di 110 °C. La norma si applica ai circuiti idraulici degli impianti termici per riscaldamento ad acqua calda sotto pressione e per la produzione di acqua calda per servizi igienici sanitari, con vaso di espansione aperto o chiuso, serviti da apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico quali stufe, caminetti e termocucine, con caldaia incorporata, funzionanti con combustibili solidi non polverizzati, a caricamento manuale, automatico ed automatico-manuale, a circolazione forzata o naturale del fluido termovettore, singoli o in batteria anche con altri generatori di calore, con potenza del focolare o complessiva dei focolari non maggiore di 35 kW.

Codice ICS : 91.140.10 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2009-03-26

e) UNI 11135:2004

Titolo: Condizionatori d'aria, refrigeratori d'acqua e pompe di calore - Calcolo dell'efficienza stagionale

Sommario: La norma fornisce un metodo per la determinazione dell'efficienza stagionale delle macchine a ciclo inverso a compressione di vapori, quali condizionatori, gruppi refrigeratori e pompe di calore ad azionamento elettrico o con motore a combustione interna.

Codice ICS : 27.080 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2004-11-01

f) UNI EN 12102:2008

Titolo : Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore e deumidificatori con compressori elettrici, per il riscaldamento e il raffrescamento di ambienti - Misurazione del rumore aereo - Determinazione del livello di potenza sonora

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 12102 (edizione maggio 2008). La norma stabilisce i requisiti per determinare con un metodo normalizzato il livello di potenza sonora emessa all'esterno da condizionatori, pompe di calore, refrigeratori di liquido con compressori elettrici, utilizzati per riscaldamento e/o raffrescamento di ambienti. Sono inclusi anche sistemi multisplit raffreddati ad acqua, descritti nella UNI EN 14511 ed i deumidificatori descritti nella UNI EN 810. La norma tratta unicamente la misurazione del rumore aereo.

Codice ICS : 91.140.30 17.140.20 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2008-09-18

g) UNI EN 12178:2004

Titolo : Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Indicatori del livello del liquido - Requisiti, prove e marcatura

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 12178 (edizione dicembre 2003). La norma specifica i requisiti di sicurezza, i coefficienti di sicurezza, i metodi di prova, le pressioni di prova e i criteri di marcatura degli indicatori del livello del liquido utilizzati negli impianti di refrigerazione e nelle pompe di calore.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2004-10-01

h) UNI EN 12309-1:2002

Titolo : Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Sicurezza

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 12309-1 (edizione luglio 1999). La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la sicurezza degli apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento funzionanti a gas con portata termica nominale non maggiore di 70 kW. Essa si applica agli apparecchi dotati di sistemi di scarico di tipo B12, B12BS, B13, B13BS, B14, B22, B23, C12, C13, C32 e C33, e agli apparecchi destinati all'installazione all'esterno.

UNI EN 12309-2:2002

Titolo: Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Utilizzazione razionale dell'energia

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 12309-2 (edizione gennaio 2000). La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per l'utilizzazione razionale dell'energia per gli apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW. Essa si applica agli apparecchi dotati di sistemi di evacuazione di tipo B12, B12BS, B13, B13BS, B14, B22, B23, C12, C13, C32 e C33, e agli apparecchi destinati all'installazione all'esterno.

Codice ICS : 23.120 27.080 - Organo Tecnico : CIG - Data di entrata in vigore : 2002-04-01

i) UNI EN 12693:2008

Titolo: Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Compressori refrigeranti di tipo volumetrico

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 12693 (edizione maggio 2008). La norma si applica a compressori refrigeranti di tipo volumetrico per impianti di refrigerazione stazionari e mobili e per pompe di calore, utilizzati per applicazioni commerciali ed industriali con una tensione di alimentazione massima di 1 000 VAC e 1 500 VDC. Sono esclusi i compressori per applicazioni domestiche, per i quali si applica la CEI EN 60335-2-34, e i compressori che utilizzano acqua o aria come refrigerante. Non sono trattati i requisiti relativi alle vibrazioni ed al rumore.

Codice ICS : 23.140 27.080 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2008-09-18

l) **UNI EN 13136:2007**

Titolo : Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Dispositivi di limitazione della pressione e relative tubazioni - Metodi di calcolo

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 13136 (edizione maggio 2001) e dell'aggiornamento A1 (edizione giugno 2005). La norma specifica il calcolo della portata massica per il dimensionamento dei dispositivi limitatori di pressione per i componenti degli impianti di refrigerazione.

Codice ICS : 27.080 27.200 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2007-09-13

m) **UNI EN 13313:2011**

Titolo: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Competenza del personale

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 13313 (edizione novembre 2010). La norma definisce le attività riferite ai circuiti frigerati e i profili di competenza associati e stabilisce le procedure per la valutazione della competenza delle persone che svolgono queste attività.

ICS: [27.080] [27.200] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 13 gennaio 2011

n) **UNI EN 14276-1:2011**

Titolo: Attrezzature a pressione per sistemi di refrigerazione e per pompe di calore - Parte 1: Recipienti - Requisiti generali

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14276-1:2006+A1 (edizione febbraio 2011). La norma specifica i requisiti per i materiali, la progettazione, la costruzione, le prove e la documentazione dei recipienti a pressione costante destinati ad essere utilizzati negli impianti di refrigerazione e nelle pompe di calore. Tali sistemi sono considerati sistemi di refrigerazione, come definiti dalla UNI EN 378-1.

ICS: [23.020.30] [27.080] [27.200] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 24 marzo 2011

UNI EN 14276-2:2011

Titolo: Attrezzature a pressione per sistemi di refrigerazione e per pompe di calore - Parte 2: Tubazioni - Requisiti generali

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14276-2:2007+A1 (edizione febbraio 2011). La norma specifica i requisiti per i materiali, la progettazione, la costruzione, le prove e la documentazione per le tubazioni fisse destinate ad essere utilizzate in sistemi di refrigerazione, pompe di calore e sistemi di refrigerazione e riscaldamento secondari. Tali sistemi sono considerati sistemi di refrigerazione, come definiti dalla UNI EN 378-1.

ICS: [23.020.30] [27.080] [27.200] - Commissioni Tecniche: [CTI] - Data entrata in vigore : 24 marzo 2011

o) **UNI EN 14511-1:2011**

Titolo: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini e definizioni

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14511-1 (edizione ottobre 2011). La norma specifica i termini e le definizioni per la classificazione e la prestazione dei condizionatori ad aria, dei refrigeratori di liquido e delle pompe di calore che utilizzano aria, acqua o salamoia come mezzo di trasferimento del calore, con compressori elettrici se utilizzati per il riscaldamento e/o il raffrescamento degli ambienti. La norma non si applica in modo specifico alle pompe di calore per l'acqua calda sanitaria, sebbene alcune definizioni possano esservi applicate.

Codice ICS: [01.040.91] [91.140.30] - Commissioni Tecniche: [CTI] - Data entrata in vigore : 24 novembre 2011

UNI EN 14511-2:2011

Titolo: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14511-2 (edizione ottobre 2011). La norma specifica le condizioni di prova per la classificazione dei condizionatori ad aria dei refrigeratori di liquido e delle pompe di calore che utilizzano aria, acqua o salamoia come mezzo di trasferimento del calore, con compressori elettrici se utilizzati per il riscaldamento e/o il raffrescamento degli ambienti. La norma specifica anche le condizioni di prova per il recupero del calore nei sistemi multisplit.

Codice ICS: [91.140.30] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 24 novembre 2011

UNI EN 14511-3:2011

Titolo: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14511-3 (edizione ottobre 2011). La norma specifica i metodi di prova per la classificazione e la prestazione dei condizionatori ad aria, dei refrigeratori di liquido e delle pompe di calore che utilizzano aria, acqua o salamoia come mezzo di trasferimento del calore, con compressori elettrici se utilizzati per il riscaldamento e/o il raffrescamento degli ambienti.

Codice ICS: [91.140.30] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 24 novembre 2011

UNI EN 14511-4:2011

Titolo: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14511-4 (edizione ottobre 2011). La norma specifica i requisiti minimi per garantire l'idoneità dei condizionatori, delle pompe di calore e dei refrigeratori di liquido con compressore elettrico per l'impiego previsto dal fabbricante, quando sono utilizzati per il riscaldamento e/o il raffrescamento degli ambienti.

Codice ICS: [91.140.30] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 24 novembre 2011

p) UNI CEN/TS 14825:2004

Titolo : Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per riscaldamento e raffreddamento - Prove e valutazione delle caratteristiche a carico parziale

Sommario : La presente specifica tecnica è la versione ufficiale in lingua inglese della specifica tecnica europea CEN/TS 14825 (edizione dicembre 2003) e tiene conto delle correzioni introdotte il 14 gennaio 2004. La specifica tecnica tratta le prove per i condizionatori, le pompe di calore e i refrigeratori di liquido con funzionamento a carico parziale.

Codice ICS : 01.040.23 01.040.27 23.120 27.080 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2004-06-01

q) UNI EN 15316-4-1:2008

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-1: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi a combustione (caldaie)

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-1 (edizione maggio 2008). La norma è parte di una serie di norme sul metodo di calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti degli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria. La norma definisce i dati di ingresso richiesti, il metodo di calcolo e i dati in uscita per i sistemi di generazione del calore a combustione (caldaie) inclusi i relativi sistemi di controllo. La norma si applica anche ai casi di generazione combinata di riscaldamento e acqua calda sanitaria. Il caso di sola produzione di acqua calda sanitaria è trattato nella UNI EN 15316-3-3.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 25 settembre 2008

UNI EN 15316-4-2:2008

Titolo : Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, pompe di calore

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-2 (edizione giugno 2008). La norma si applica alle pompe di calore per riscaldamento, scaldacqua con pompa di calore e pompe di calore per la produzione combinata di riscaldamento e acqua calda sanitaria. Il metodo di calcolo si applica ai seguenti tipi di pompe di calore, inclusi i sistemi di controllo:- pompe di calore ad azionamento elettrico;- pompe di calore con motore a combustione interna;- pompe di calore ad assorbimento.

UNI EN 15316-4-3:2008

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-3 (edizione luglio 2007). La norma fa parte di una serie di norme sul metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. Lo schema di calcolo è descritto nel prEN 15603. La norma ha lo scopo di fornire i dati in ingresso e in uscita necessari per il metodo di calcolo, per i sistemi solari termici (incluso il controllo), per il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria negli edifici e la combinazione di entrambi.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 22 maggio 2008

UNI EN 15316-4-4:2008

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-4: Sistemi di generazione del calore, sistemi di cogenerazione negli edifici

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-4 (edizione luglio 2007). La norma descrive un metodo di calcolo dei requisiti energetici, della produzione di elettricità e di energia termica, e delle perdite recuperabili delle unità di cogenerazione (riscaldamento e produzione acqua calda) in un edificio. Tali unità sono comunemente riconosciute come unità di piccola e micro-cogenerazione, o micro o piccoli CHP.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 22 maggio 2008

UNI EN 15316-4-6:2008

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-6 (edizione luglio 2007). La norma fa parte di una serie di norme sul metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. La norma ha lo scopo di fornire per i sistemi fotovoltaici:- i dati in ingresso richiesti;- il metodo di calcolo;- i dati in uscita risultanti.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 22 maggio 2008

UNI EN 15316-4-7:2009

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-7: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi di combustione a biomassa

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-7 (edizione novembre 2008). La norma fa parte di una serie di norme per il calcolo della prestazione energetica e il rendimento energetico dei sistemi di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria. La norma definisce i dati di input, il metodo di calcolo e i risultati di output per i sistemi di combustione a biomassa a caricamento manuale. La norma si applica anche ai sistemi combinati per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. I sistemi per la sola produzione di acqua calda sanitaria sono trattati nella UNI EN 15316-3-3.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 19 marzo 2009

UNI EN 15316-4-8:2011

Titolo: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15316-4-8 (edizione febbraio 2011). La norma fa parte di una serie di norme per il calcolo della prestazione energetica e il rendimento energetico dei sistemi di riscaldamento. La norma definisce i dati di input, il metodo di calcolo e i risultati di output per i seguenti sistemi di generazione del calore:- sistemi di riscaldamento ad aria, incluso il controllo, e- sistemi di riscaldamento radianti sospesi per applicazioni non residenziali, incluso il controllo. La norma non si applica ai sistemi di riscaldamento ad aria che utilizzano l'acqua come fluido termovettore.

ICS: [91.140.10] - Commissioni Tecniche : [CTI] - Data entrata in vigore : 07 aprile 2011

r) UNI EN 15450:2008

Titolo : Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti di riscaldamento a pompa di

calore

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15450 (edizione ottobre 2007). La norma specifica i criteri di progettazione degli impianti di riscaldamento negli edifici che utilizzano pompe di calore con motore elettrico, singolarmente oppure in combinazione con altri generatori di calore. La norma considera i fabbisogni termici degli impianti collegati (per esempio, acqua calda sanitaria) nel calcolo complessivo della produzione di calore, ma non tratta la progettazione di tali impianti. La norma tratta solamente gli aspetti riguardanti la pompa di calore, l'interfaccia fra l'impianto di distribuzione del calore e l'impianto di emissione di calore, la regolazione dell'impianto nel suo insieme, oltre agli aspetti legati alla fonte di energia dell'impianto.

Codice ICS : 27.080 - Organo Tecnico : CTI - Data di entrata in vigore : 2008-04-23.

2.1.1) Per gli impianti di riscaldamento e condizionamento invernale contemplati nell'articolo relativo alle definizioni degli impianti di riscaldamento e condizionamento dell'aria, valgono le seguenti prescrizioni:

- a) Temperatura esterna - La temperatura esterna minima da tenere a base del calcolo dell'impianto, è quella fissata da progetto.
- b) Temperatura dei locali e grado di regolazione dell'impianto - Con una temperatura massima di 55 °C. dell'acqua misurata alla partenza dalla popa di calore, nel caso di riscaldamento ad acqua calda, l'impianto deve essere capace di assicurare nei locali riscaldati le temperature da progetto.

Le temperature, come prescritto alla precedente lettera b), dovranno essere mantenute con l'utilizzazione di una potenza ridotta rispetto a quella massima risultante dal calcolo, con le varie temperature esterne che si verificassero al disopra di quella minima stabilita alla precedente lettera a).

Definito il fattore di carico **m** come rapporto delle differenze tra la temperatura interna media, **t1'**, e la temperatura esterna media **tÈ**, misurate all'atto del collaudo, e le corrispondenti temperature interna, **ti**, ed esterna, **te**, di cui ai punti b) e a):

$$m = \frac{t1' - tÈ}{ti - te}$$

l'impianto dovrà garantire la temperatura interna con le tolleranze ammesse per valori del fattore di carico compresi tra 0,45 e 1.

Le temperature **ti** e **tÈ** devono differire solo delle tolleranze ammesse.

La riduzione di potenza, posta quella massima uguale all'unità, sarà funzione del fattore di carico.

- c) Temperatura dell'acqua - Il valore massimo della differenza di temperatura dell'acqua, tra l'andata ed il ritorno nel generatore di calore, in corrispondenza della massima potenza dell'impianto, dovrà essere:

- per impianti ad acqua calda, a circolazione forzata, pari a 5 °C, ed eccezionalmente a 10 °C; anche questo caso deve essere chiaramente prospettato e giustificato.

Per differenze di temperature, nel generatore di calore, maggiori di quelle sopra indicate, devono essere date le giustificazioni tecniche che hanno indotto all'adozione di tali differenze di temperatura.

- d) Ricambi d'aria - Per il riscaldamento diretto con ventilazione naturale si prescrive di considerare per il calcolo del fabbisogno termico 1/2 ricambio all'ora; per il riscaldamento diretto con ventilazione artificiale, per il riscaldamento indiretto con ventilazione meccanica, e per il condizionamento invernale, si prescrivono, per il calcolo della potenzialità dell'impianto, determinati in modo da garantire una portata minima di aria esterna di 40 m³ per ora e per persona.
- e) Stato igrometrico - Per gli impianti di riscaldamento indiretto con ventilazione meccanica e di condizionamento invernale, l'umidità relativa nei locali nel periodo invernale dovrà essere del 50% prevedendo per il calcolo un'umidità relativa esterna del 70% corrispondente alla temperatura esterna fissata come alla lett. a).
- f) Preriscaldamento - Lo stato di regime dell'impianto o della parte dell'impianto a funzionamento intermittente di circa 10 ore nelle 24 ore della giornata ed a riscaldamento diretto deve realizzarsi in un periodo di ore 2; tale periodo va ridotto ad 1 ora per la parte a riscaldamento indiretto.

Quanto sopra, dopo una regolare gestione di almeno 7 giorni consecutivi per gli impianti di riscaldamento, esclusi quelli a pannelli, per i quali la gestione sarà elevata a 15 giorni.

Qualora si tratti di funzionamento non giornaliero, ma saltuario e specialmente per lunghi periodi di interruzione di funzionamento, l'impianto dovrà funzionare per il tempo occorrente onde portare le strutture murarie dei locali e più precisamente la superficie interna dei muri pressoché alla temperatura interna stabilita per i locali.

Per costruzioni speciali: edifici con grandi masse murarie, con grandi superfici a vetro con locali in grande cubatura, dovrà essere specificato il tempo di preriscaldamento dell'impianto ed il periodo di uso dei locali.

2.1.2) Per il condizionamento d'aria estivo:

a) La temperatura esterna e l'umidità relativa da tenere quale base del calcolo sono quelle fissate nel progetto.

b) La temperatura dell'aria nei locali da condizionare dovrà essere di 26°C (normalmente da 4 a 7 gradi inferiore alla temperatura esterna fissata come alla lett. a).

Essendo t_e la temperatura esterna e t_i la temperatura nei locali da condizionare, i valori di $(t_e - t_i)$ vengono fissati tra 4 °C e 7 °C con $t_e = 32$ °C.

Per $t_e > 32$ °C i valori $(t_e - t_i)$ restano costanti.

Per $t_e < 32$ °C la variazione di t_i si determina con la relazione:

$$t_i = 22^\circ\text{C} + \frac{t_e - 22}{2}$$

stabilita per

$$(t_e - t_i) = 5 \text{ °C} \quad \text{con } t_e = 32 \text{ °C}$$

dalla quale risulta che vale a determinare le variazioni di $(t_e - t_i)$ per $t_e = 32$ °C per differenze tra t_e e t_i rispettivamente, di 4 °C; 5 °C; 6 °C; 7 °C.

Valori di

$t_e - t_i$

Per variazioni di t_e da 32°C a 22°C

c) Stato igrometrico - L'umidità relativa dell'aria nei locali da condizionare è stabilita del 50% e dovrà essere mantenuta costante, anche con le variazioni della temperatura interna nei locali, con una tolleranza ammessa dalla vigente normativa.

L'umidità assoluta dell'aria esterna da tenere a base del calcolo dovrà essere di 10,5 gr per kg di aria.

d) Ricambi di aria - Ai fini della determinazione della potenzialità dell'impianto si prescrivono almeno 40 m³ a persona all'ora di aria esterna.

e) Lo stato di regime con impianto a funzionamento giornaliero intermittente, per circa 10 ore di funzionamento su 24, deve realizzarsi in un periodo di 2 ore. Nel caso si tratti di un diverso periodo di intermittenza, sarà prescritta la durata del relativo avviamento; questo sempre che l'esercizio sia regolarmente gestito da almeno 7 giorni consecutivi.

Qualora si tratti di funzionamento saltuario, non giornaliero, l'impianto dovrà funzionare per il periodo di tempo occorrente a raggiungere, nei locali, il regime con le temperature stabilite.

Art. 2.2

SISTEMA DI PRODUZIONE O DI SOTTRAZIONE DEL CALORE

La centrale termica e frigorifera ed i condizionatori di aria dovranno essere sistemati negli spazi definiti nel progetto, di cui sarà garantita l'accessibilità e rispondenti alle vigenti normative.

2.2.1) Generatori di calore ad acqua calda

La produzione centralizzata dell'energia termica necessaria al riscaldamento e/o al condizionamento invernale degli ambienti ed alla produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari, deve essere effettuata con generatori di calore separati, come indicato all'art. 5, comma 6, del D.P.R. 412/93 e s.m.i.

Gli impianti di climatizzazione dovranno assicurare, nei casi previsti dal Decreto 26 giugno 2015 'requisiti minimi' un rendimento medio globale stagionale superiore ai limiti calcolati con gli impianti di riferimento definiti nelle Tabelle 7 e 8 dell'Allegato A del decreto.

Il rendimento medio globale stagionale (EtaG) è calcolato come rapporto fra il fabbisogno di energia

termica utile ideale del servizio (calcolato con ventilazione di riferimento – UNI/TS 11300-1) e il corrispondente fabbisogno di energia primaria totale.

2.2.2) Rendimento dei generatori di calore

Il rendimento dei generatori di calore ad acqua calda alimentati da combustibile liquido o gassoso, con potenza termica utile nominale fino a 400 kW, dovrà rispettare il seguente limite:

$$\text{EtaGN} > (90 + 2 \log P_n)\%$$

dove P_n = logaritmo in base 10 della potenza nominale espressa in kW.

Il rendimento dei generatori di calore ad acqua calda alimentati da combustibile liquido o gassoso, con potenza termica utile nominale superiore a 400 kW, dovrà essere non inferiore a:

$$\text{EtaGN} > 95.20\%$$

Il rendimento dei generatori di calore ad acqua calda, con potenza termica utile nominale superiore a 400 kW, dovrà rispettare i limiti di rendimento indicati nella precedente tabella, calcolati con $P_n = 400$ kW.

Il rendimento dei generatori di calore ad aria calda con potenza termica utile nominale non superiore a 400 kW dovrà avere un rendimento di combustione non inferiore al valore minimo del rendimento di combustione alla potenza nominale:

$$\text{eta c} = (83 + 2 \log P_n) \%$$

dove P_n = logaritmo in base 10 della potenza nominale espressa in kW.

Per potenza nominale superiore a 400 kW il valore del rendimento di combustione deve essere uguale o superiore al valore ottenuto dalla precedente espressione, calcolato con $P_n = 400$ kW.

Per le pompe di calore e macchine frigorifere i requisiti dovranno essere conformi a quanto riportato nelle Tabelle 6 e 7 di cui al punto 1.3.2. dell'Allegato B del Decreto 26 giugno 2015 (So n. 39 alla Gu 15 luglio 2015 n. 162) del Ministero dello sviluppo economico.

2.2.3) Mezzi refrigeranti

Quali mezzi refrigeranti dovrà impiegarsi acqua, eccezionalmente glicolata, raffreddata con impianto frigorifero. Questo deve essere composto di:

- una o più unità frigorifere, complete degli accessori inerenti, delle apparecchiature di funzionamento, controllo e sicurezza secondo le prescrizioni dell'I.N.A.I.L.

La potenza, in Watt, dovrà essere riferita al funzionamento fra -10 °C all'espansione o evaporazione e 40 °C alla condensazione.

Dovrà essere inoltre indicata la potenza, in Watt, alle condizioni reali di esercizio;

- uno o più evaporatori di tipo chiuso a fascio di tubi/piastre, con corrispondenti apparecchiature di separazione, regolazione e rubinetterie;
- uno o più condensatori, di tipo a fascio di tubi raffreddati con aria, oppure evaporativo con i dispositivi inerenti.

Tutte le tubazioni, dove necessario, dovranno essere isolate termicamente;

- elettropompe occorrenti con rispettiva riserva per la circolazione dell'acqua fredda e refrigerata per gli evaporatori e i condensatori;
- motori elettrici occorrenti per i compressori, con relative trasmissioni, preferibilmente con cinghie trapezoidali, ed apparecchi di comando e protezione.

Per il macchinario frigorifero dovranno inoltre tenersi presenti le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- 1) l'impianto frigorifero dovrà, possibilmente, essere costituito da più gruppi compressori del tipo alternativo, centrifugo o a vite e, se conveniente, anche da un sistema di accumulo del freddo e ciò

per consentire una opportuna regolazione e riserva;

- 2) l'impianto dovrà essere realizzato in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alle strutture edilizie; ed a tale riguardo i compressori saranno installati con opportuni dispositivi antivibranti. Gli eventuali motori e ventilatori dovranno essere il più possibile silenziosi;
- 3) l'impianto dovrà essere munito di apparecchiature elettriche di sicurezza atte a provocare l'arresto dei compressori per eccesso di pressione del fluido frigorifero e per eccesso di abbassamento di temperatura dell'intermediario frigorifero. Inoltre dovrà essere costruito e munito di accessori, in conformità con le norme dell'I.N.A.I.L.;

L'impianto frigorifero dovrà essere completo in ogni suo particolare, e in grado di provvedere al raffreddamento dell'acqua.

Art. 2.3 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO DIRETTO

Il sistema di impianto dovrà essere del tipo a collettori.

- a) Circolazione del fluido scaldante - La circolazione nelle condutture ed in tutti i corpi scaldanti deve essere assicurata fornendo le calorie corrispondenti alla frazione della potenza massima fissata nel punto relativo alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento e condizionamento invernale, lett. b).

Negli impianti a circolazione accelerata dovrà verificarsi il libero passaggio dell'acqua, indipendentemente dall'acceleratore, mediante adozione di tipi di pompe costruite allo scopo, oppure mediante bypassaggio, con relative saracinesche.

Il gruppo acceleratore dovrà essere costituito da una o due unità, con altra di riserva, di pari potenza, quando i locali dell'intero edificio devono essere contemporaneamente riscaldati.

Nel caso in cui si abbia la suddivisione dell'impianto in più circuiti, aventi esigenze ed orari di esercizio diversi, ogni circuito dovrà essere servito da una o più unità, di cui una di riserva, per una potenza non inferiore a quella necessaria a ciascun circuito.

Nelle condutture secondarie la velocità dell'acqua non deve, di norma, superare 1 m/s, mentre, in quelle principali, 2 m/s. Qualora, in casi eccezionali, siano previste velocità leggermente maggiori, queste non dovranno essere tali, in nessun caso, da provocare vibrazioni e rumori molesti.

- b) Tubazioni - Le tubazioni devono essere incassate nelle strutture murarie in modo che siano consentiti loro movimenti per effetti termici, evitando, per quanto possibile, il loro passaggio sotto pavimenti o soffitti. Ove necessario, le tubature saranno termicamente isolate nelle murature. Qualora tale disposizione non venga richiesta e non sia realizzabile, le tubazioni potranno essere in vista, collocate in modo da non riuscire di pregiudizio né all'estetica, né all'uso libero delle pareti, alla distanza di circa 0,03 m dai muri, sostenute da staffe che ne permettano la dilatazione.

Le tubazioni devono seguire il minimo percorso, compatibilmente con il miglior funzionamento dell'impianto, ed essere disposte in modo non ingombrante.

Nel caso non fosse possibile assicurare con altri mezzi il libero scorrimento delle tubazioni attraverso i muri ed i solai, il relativo passaggio dovrà eseguirsi entro tubo murato.

Le colonne montanti e discendenti dovranno essere provviste alle estremità inferiori di valvole di arresto per la eventuale loro intercettazione e di rubinetti di scarico.

Le colonne montanti devono essere provviste alle estremità superiori di prolungamenti per lo scarico automatico dell'aria. Tali prolungamenti saranno collegati - nei loro punti più alti - da tubazioni di raccolta fino al vaso di espansione, oppure fino all'esterno, sopra il livello idrico. Ove occorra, le condotte di sfogo di aria dovranno essere munite di rubinetti di intercettazione. Per impianti in cui siano previsti vasi di espansione chiusi, le tubazioni di sfogo dell'aria potranno essere sostituite da valvole di sfogo automatiche o manuali.

Tutte le tubazioni dovranno essere complete dei collegamenti e delle derivazioni, a vite o manicotto, o a flangia, oppure a mezzo di saldature autogene, dei sostegni e fissaggi; le stesse tubazioni dovranno pure essere provviste di valvole di intercettazione delle diramazioni principali e degli occorrenti giunti di dilatazione, in relazione anche alla eventuale esistenza di giunti di dilatazione nelle strutture in cemento armato.

Inoltre tutte le tubazioni correnti in locali non riscaldati dovranno essere rivestite con idoneo materiale isolante termico, secondo quanto indicato nell'allegato B del D.P.R. 412/93 e s.m.i.

L'isolamento dovrà essere eseguito con particolare accuratezza, con i materiali coibenti appropriati, non combustibili né comburenti, non igroscopici, inattaccabili da agenti chimici, fisici e da parassiti.

- c) Alimentazione dell'impianto - L'acqua per l'alimentazione dell'impianto sarà derivata dalla rete di

distribuzione, nell'interno dell'edificio, nel punto che verrà indicato ed adottata dal carico ad espansione dell'impianto, dovrà inoltre prevedersi lo scarico fino alla chiavichetta più prossima.

Tenendo conto delle caratteristiche dell'acqua a disposizione, che dovranno essere precisate, l'Appaltatore dovrà prevedere un sistema di depurazione per l'acqua di alimentazione, la cui capacità della depurazione deve essere tale da consentire l'alimentazione totale dell'intero impianto per cinque giorni.

- d) Vasi di espansione - Quando nei corpi scaldanti circola acqua calda, i vasi di espansione, dovranno avere capacità tale da contenere completamente, con sufficiente eccedenza, l'aumento di volume che si verifica nell'acqua esistente nell'impianto in dipendenza della massima temperatura ammessa per l'acqua stessa nelle caldaie ad acqua calda o nei dispositivi di trasformazione.

Quando occorre, i corpi stessi dovranno essere ben protetti contro il gelo a mezzo di idoneo rivestimento coibente e dotati degli accessori.

Il tubo di sicurezza, il vaso di espansione e quanto altro riguarda la sicurezza dell'impianto dovranno essere progettati secondo quanto indicato nella raccolta R.

Qualora si adottano vasi di espansione del tipo chiuso, autopressurizzati o pressurizzati, dovranno essere seguite le indicazioni riportate nella suddetta raccolta R per la progettazione e l'adozione dei sistemi di sicurezza.

- e) Corpi scaldanti - Il valore massimo della differenza media di temperatura dell'acqua nei corpi scaldanti tra ingresso ed uscita non dovrà superare i 10 °C negli impianti a circolazione forzata.

La differenza di temperatura dell'acqua, fra andata e ritorno, nelle caldaie o nei dispositivi di cui sopra, dovrà corrispondere alle suddette differenze medie, aumentate dalla caduta di temperatura per trasmissione lungo le tubazioni.

Per i corpi scaldanti, a seconda delle prescrizioni, si potranno adottare radiatori in acciaio stampato e saldato elettricamente ed elementi e/o ventilconvettori (specificando i materiali con cui essi sono costruiti), tubi lisci, tubi nervati, in ghisa o in acciaio; dove richiesto, per i corpi ventilconvettivi si dovrà prevedere la possibilità di collocarli in corrispondenza dei parapetti delle finestre (al di sotto del davanzale) o delle prese d'aria, in modo da poterli far funzionare come riscaldatori dell'aria esterna di ventilazione. Nel caso di termoconvettori dovranno essere precisate le caratteristiche di funzionamento.

Per gli ambienti che presentino speciali esigenze, si dovrà prevedere il tipo di corpi scaldanti più confacenti all'estetica o adatti per essere mascherati.

Per i locali relativi ad ospedali, ambulatori o di igiene, i corpi scaldanti dovranno corrispondere alle particolari necessità dell'utenza e presentare facilità di pulizia e forma idonea a non trattenere la polvere.

I corpi scaldanti ventilconvettivi dovranno essere sospesi dal pavimento fissati ai muri su adatte mensole e muniti di ogni accessorio.

Ogni corpo scaldante dovrà essere provvisto di valvola a doppio regolaggio ed intercettazione in bronzo, sulla mandata, e di bocchettone di intercettazione, sul ritorno.

L'emissione termica dei corpi scaldanti dovrà essere conforme alle norme [UNI EN 442-1-2-3](#). Il dimensionamento dovrà essere effettuato tenendo conto della effettiva differenza tra la temperatura media del corpo scaldante e quella ambiente.

Art. 2.4

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMOVETTORE ACQUA

2.4.1) Premessa

L'impianto di riscaldamento avrà come fluido termovettore acqua.

Nel caso di funzionamento ad acqua, il fluido circola all'interno di tubazioni, dal generatore ai terminali di emissione, quali radiatori, fan-coil, pannelli radianti.

Considerando il regime di circolazione forzata, ossia l'acqua all'interno delle tubazioni viene movimentata da una pompa azionata elettricamente (pompa di circolazione), a seconda della configurazione delle tubazioni, esistono varie soluzioni:

- distribuzione dell'acqua ai corpi scaldanti mediante **circuito bitubo a ritorno diretto**, con o senza collettori complanari.

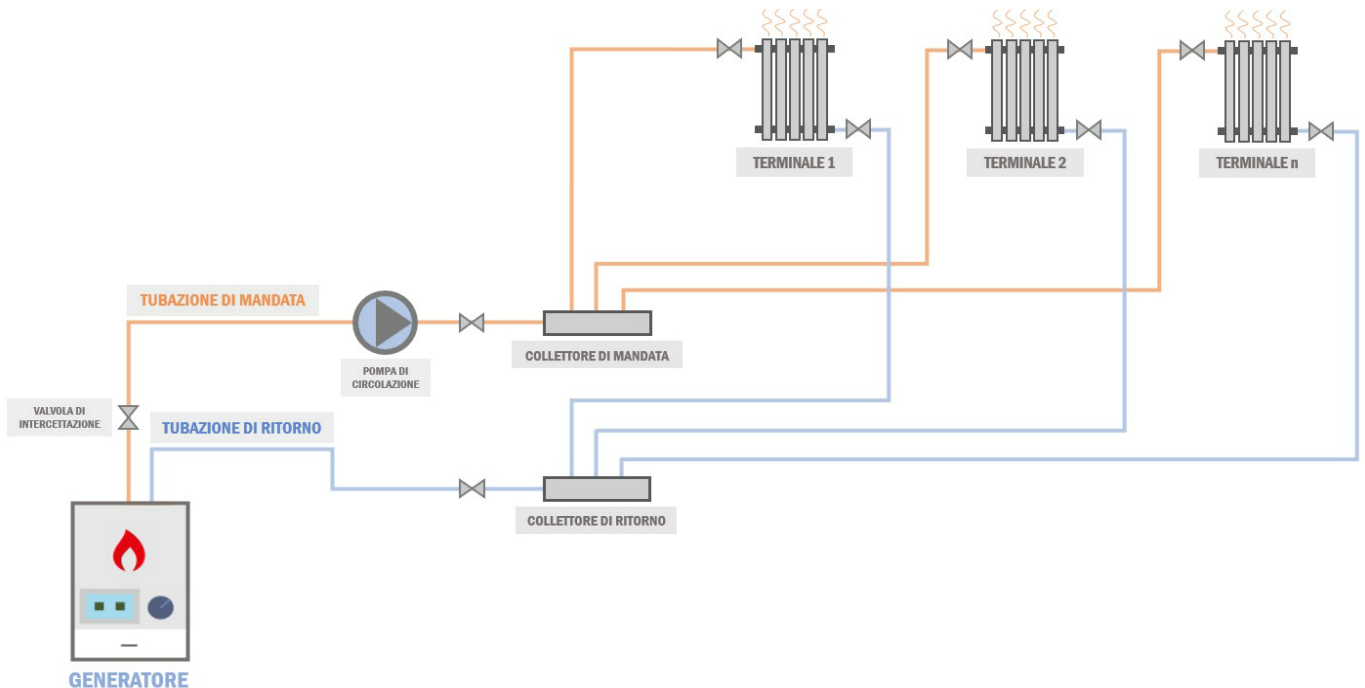
2.4.2) Sistema di distribuzione mediante collettori complanari

Questa tipologia⁽¹⁾ di circuito può essere utilizzata sia per impianti autonomi che centralizzati.

Lo schema di distribuzione dell'acqua con circuito bitubo a ritorno diretto con collettori complanari prevede

terminali disposti in parallelo come nel caso precedente, con la peculiarità di centraline di distribuzione delle tubazioni che prendono il nome di collettori complanari.

Le tubazioni di mandata e ritorno principali, dal generatore giungono fino al o ai collettori complanari. Dal collettore poi si diramano tante piccole tubazioni di mandata e di ritorno quanti sono i singoli corpi scaldanti da servire. Qualora si preveda di installare più collettori complanari, sarà necessario disporli in posizione pressoché baricentrica rispetto ai terminali da servire.



Nel caso di impianto autonomo, abitazione singola, il numero di collettori da predisporre sarà funzione della superficie calpestabile. Per gli impianti centralizzati invece, è previsto un collettore al servizio di ciascun appartamento.

Le tubazioni vanno solitamente posizionate sotto pavimentato e devono pertanto essere coibentate al fine di mantenere stabile la temperatura del fluido all'interno.

Art. 2.5 MACCHINE FRIGORIFERE E POMPE DI CALORE

2.5.1) Premessa

Il sistema di generazione di un impianto di climatizzazione di un edificio può essere costituito da una pompa di calore o macchina frigorifera.

La macchina frigorifera e la pompa di calore sono di solito costituite da un unico apparato invertibile, con duplice funzionamento, rispettivamente raffreddamento in estate e riscaldamento in inverno, basato sul trasferimento di calore da zone a temperatura inferiore verso zone a temperatura superiore attraverso lavoro fornito da un serbatoio di energia meccanica.

Esistono molteplici tipologie di macchina frigorifera/pompa di calore, a seconda del funzionamento e della modalità con cui viene fornita l'energia meccanica:

- Macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore elettriche (il motore del compressore è alimentato elettricamente) **EHP (Electric Heat Pump)**;
- Macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore a gas (il motore del compressore è alimentato da un sistema a combustione interna) **GHP (Gas Heat Pump)**;
- Macchine frigorifere/pompe di calore ad assorbimento (il compressore è sostituito da un assorbitore e un generatore) **AHP (Absorption Heat Pump)**.

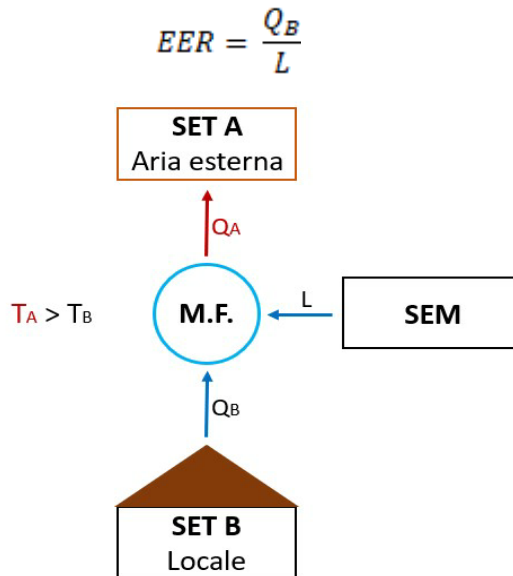
La macchina frigorifera raffresca sottraendo il calore alla zona a temperatura inferiore e smaltendolo successivamente in quella avente temperatura superiore; la pompa di calore riscalda sottraendo in primis il calore alla zona a temperatura inferiore e fornendolo poi a quella avente temperatura superiore. Il principio di funzionamento dei due sistemi è lo stesso, cambia l'effetto utile.

2.5.2) Prestazione energetica

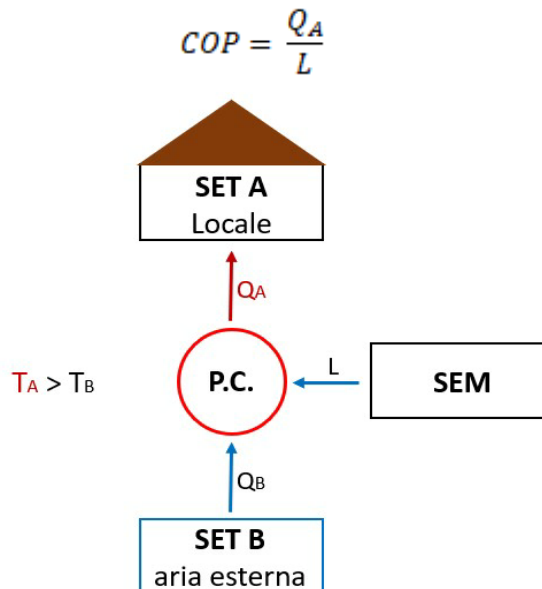
La prestazione energetica della macchina frigorifera o pompa di calore si misura attraverso un coefficiente di prestazione adimensionale pari al rapporto tra la finalità e la spesa energetica.

Tale parametro descrive la qualità termodinamica della prestazione:

• **Macchina frigorifera** - l'EER (energy efficiency ratio) rappresenta il rapporto tra l'energia termica da sottrarre al SET (serbatoio di energia termica) a temperatura inferiore e l'energia meccanica spesa (lavoro):



• **Pompa di calore** - il COP rappresenta il rapporto tra l'energia termica da fornire al SET a temperatura superiore e l'energia meccanica spesa:



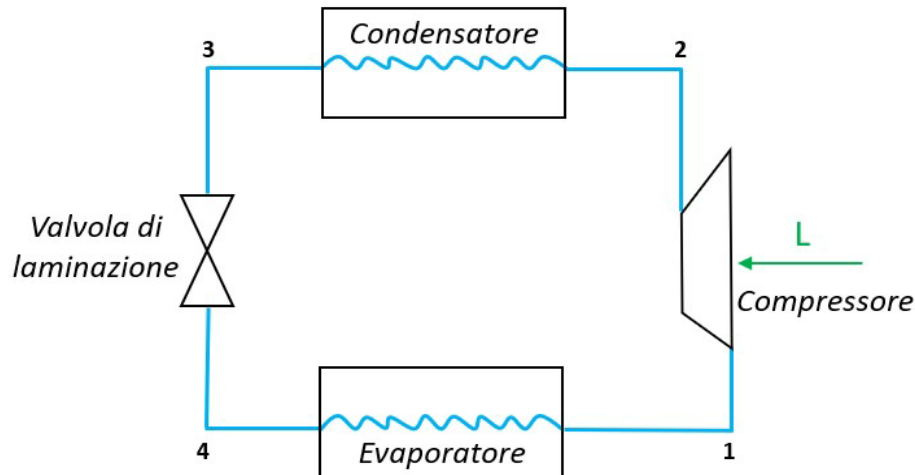
2.5.3) Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore

Il funzionamento della macchina frigorifera/pompa di calore a compressione di vapore si basa sul passaggio di fase di un fluido refrigerante all'interno di un ciclo di Carnot che, in parte dei casi, è invertibile. L'inversione del ciclo permette il duplice funzionamento del sistema, pompa di calore in inverno (riscaldamento) e macchina frigorifera in estate (raffrescamento).

Il circuito è costituito da quattro elementi:

- Evaporatore
- Compressore (alimentato da motore elettrico o a gas)

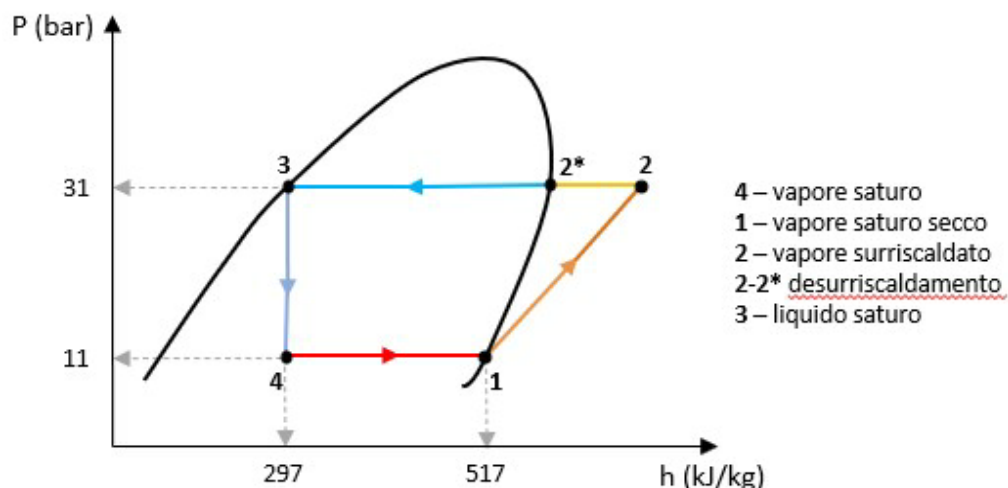
- Condensatore
- Valvola di laminazione



Partendo dall'evaporatore il fluido refrigerante si trova nella fase di vapore saturo (4), in questa sede viene sottratto calore, il fluido evapora e passa nella condizione di vapore saturo secco (1); successivamente attraversa il compressore e si comprime, la pressione aumenta e il fluido passa nelle condizioni di vapore surriscaldato 2. Nello step successivo al condensatore prima si desurriscalda e poi condensa in quanto il calore accumulato deve essere ceduto; condensando passa nella fase di liquido saturo 3. Infine, attraversa la valvola di laminazione e si espande, la pressione diminuisce e torna nelle condizioni di vapore saturo (4) affinché possa ricominciare il ciclo.

Essendo il ciclo invertibile, nel caso di funzionamento da macchina frigorifera l'effetto utile si ha all'evaporatore (elemento interno) in quanto il fluido refrigerante sottrae calore all'aria del locale o all'acqua di mandata ai corpi scaldanti e lo smaltisce al condensatore (elemento esterno); nel caso di pompa di calore si ha l'effetto utile al condensatore (elemento interno) in quanto il calore sottratto all'evaporatore (elemento esterno) viene ceduto al locale o all'acqua attraverso il condensatore.

Solitamente si utilizza come fluido refrigerante l'R32 che alla pressione atmosferica evapora alla temperatura di circa -52°C ; tuttavia, essendo una temperatura troppo bassa per la climatizzazione estiva, all'interno del sistema il fluido lavorerà ad una pressione maggiore di quella atmosferica cosicché la temperatura di ebollizione si riduca. Si riporta il grafico pressione P-entalpia h dell'R32:



Fissando la pressione a 11 bar, l'R32 evapora alla temperatura di circa 10°C , portando poi la pressione a 31 bar condensa alla temperatura di circa 50°C .

Le macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore sono classificabili in:

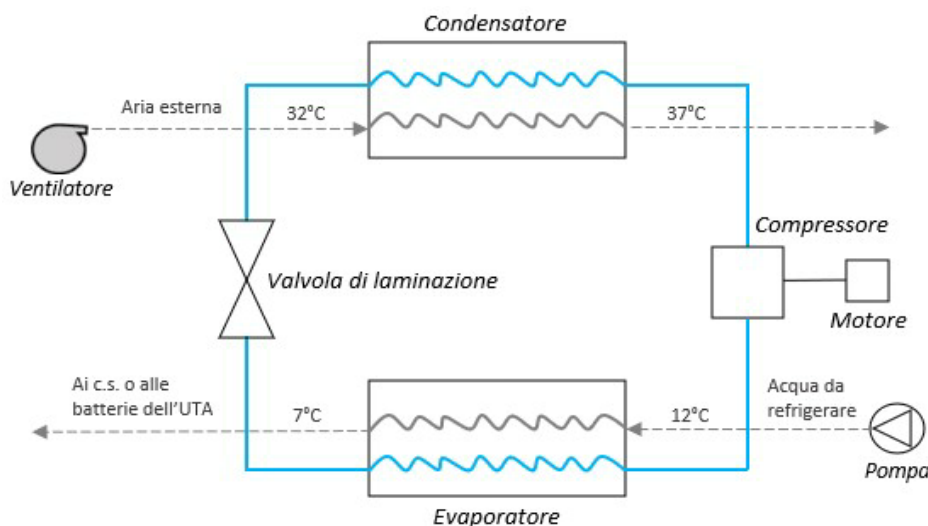
- **Macchina frigorifera/pompa di calore aria – aria:** evaporazione ad aria e condensazione ad aria;
- **Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-aria/aria-acqua:** macchina frigorifera con evaporazione ad acqua e condensazione ad aria, ovvero pompa di calore con condensazione ad acqua ed evaporazione ad aria;
- **Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-acqua:** evaporazione ad acqua e condensazione ad acqua;

- **Macchina frigorifera/pompa di calore geotermica:** macchina frigorifera con evaporazione ad acqua e condensazione al terreno, ovvero pompa di calore con evaporazione al terreno e condensazione ad acqua.

2.5.3.1) Macchina frigorifera acqua-aria, pompa di calore aria-acqua

La macchina frigorifera/pompa di calore acqua-aria/ aria-acqua utilizza l'acqua di mandata ai corpi scaldanti (fan-coil) o alle batterie dell'unità di trattamento dell'aria come sorgente fredda in estate e calda in inverno; l'effetto utile quindi non si ha più sull'aria del locale come nel caso precedente, ma sull'acqua che indirettamente riscalda o raffresca il locale.

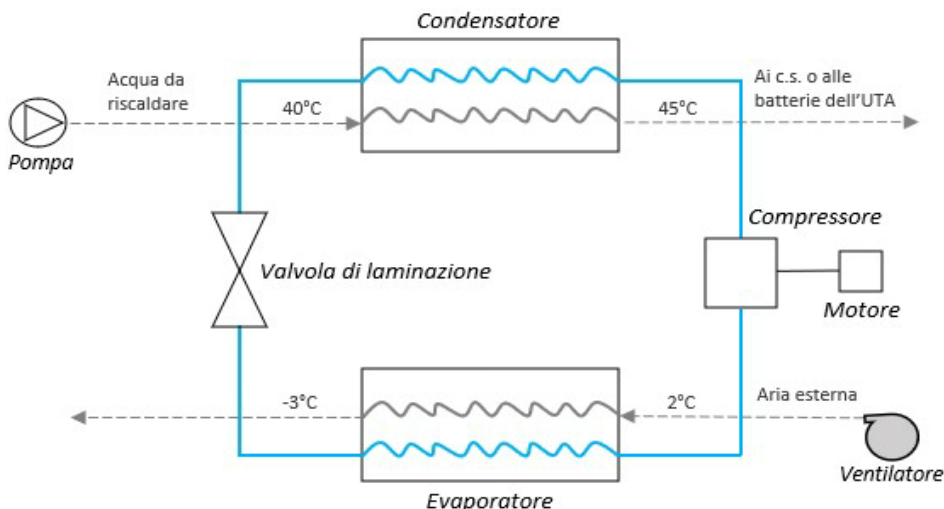
Nel funzionamento da macchina frigorifera si ha evaporazione ad acqua e condensazione ad aria, ovvero il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'acqua e condensa poi smaltendo il calore accumulato all'aria esterna. Questa tipologia di macchina frigorifera è definita chiller o refrigeratore d'acqua e viene usata di solito per impianti di climatizzazione centralizzati. In questo caso è presente una pompa che spinge l'acqua da refrigerare mediante tubazioni; il fluido refrigerante all'evaporatore sottrae calore all'acqua che passa da 12°C a 7°C e viene mandata ai fan-coil o alle batterie dell'UTA. Successivamente al condensatore il fluido refrigerante condensa cedendo calore all'aria esterna, spinta all'interno dello scambiatore da un ventilatore, che si riscalda e passa da circa 32°C a 37°C.



L'impianto generalmente garantisce sempre il funzionamento estivo da macchina frigorifera; talvolta funziona anche da pompa di calore in regime invernale.

In tal caso l'effetto utile è al condensatore in quanto l'acqua di mandata ai corpi scaldanti (fan-coil) o alle batterie dell'UTA deve essere riscaldata. La pompa preleva l'acqua di ritorno dai corpi scaldanti o dalle batterie dell'UTA, che attraversando il condensatore si riscalda passando da 40°C-45°C a 45°C-50°C per essere poi rimandata all'impianto. In regime invernale il livello termico raggiunto dall'acqua sconsiglia l'impiego di radiatori come corpi scaldanti, che necessiterebbero di acqua più calda (all'incirca 80°C).

Il doppio scambio termico inoltre comporta una temperatura di condensazione più elevata ed una conseguente diminuzione del COP rispetto al caso di pompa di calore con condensazione ad aria.



In entrambi i cicli di funzionamento il vantaggio consiste nel non far circolare direttamente negli ambienti il fluido frigorigeno e/o nel consentire un trattamento più preciso dell'aria da immettere in ambiente.

Art. 2.6 IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

2.6.1 Premessa

Un impianto di Ventilazione Meccanica Controllata - VMC è una soluzione tecnologica utilizzata il ricambio dell'aria negli ambienti con regolarità, assicurando sempre un'adeguata qualità e il massimo comfort interno.

Un sistema di VMC garantisce un'immissione continua di aria pulita negli ambienti interni, regola l'umidità e, in presenza di un recuperatore di calore, si può ottenere anche un consistente risparmio energetico sia termico che elettrico.

Tali impianti eseguono in modo automatico la sostituzione dell'aria interna di casa, uffici e di spazi chiusi, regolando portata e funzionamento, e per tale motivo sono fondamentali in tutti quei luoghi pubblici o privati con elevato afflusso di persone.

Attualmente le nuove soluzioni tecnologiche utilizzate negli edifici residenziali, garantiscono ambienti interni ben isolati anzi troppo, concretamente "tappati" e impermeabili all'ingresso di aria esterna. Tali condizioni, apparentemente vantaggiose, richiedono invece maggiori ricambi di aria (fig. 1).

Nel caso specifico delle scuole abbiamo una decisa criticità dettata dalla inadeguata ventilazione delle aule, che non soddisfa le esigenze degli studenti e non garantisce una buona qualità dell'aria, anche per l'elevato numero di alunni al metro quadro di aula. Un'alta percentuale di CO₂ può causare mancanza di concentrazione, mal di testa e stanchezza. Inoltre, possono verificarsi problemi di tiraggio se la stanza è ventilata principalmente da finestre aperte.

Alcuni test effettuati in molte scuole europee e americane, hanno dimostrato che con l'installazione di impianti di VMC la temperatura ambientale si riduce di circa 5°, si ottimizza il grado igrometrico e migliorano le prestazioni degli studenti.

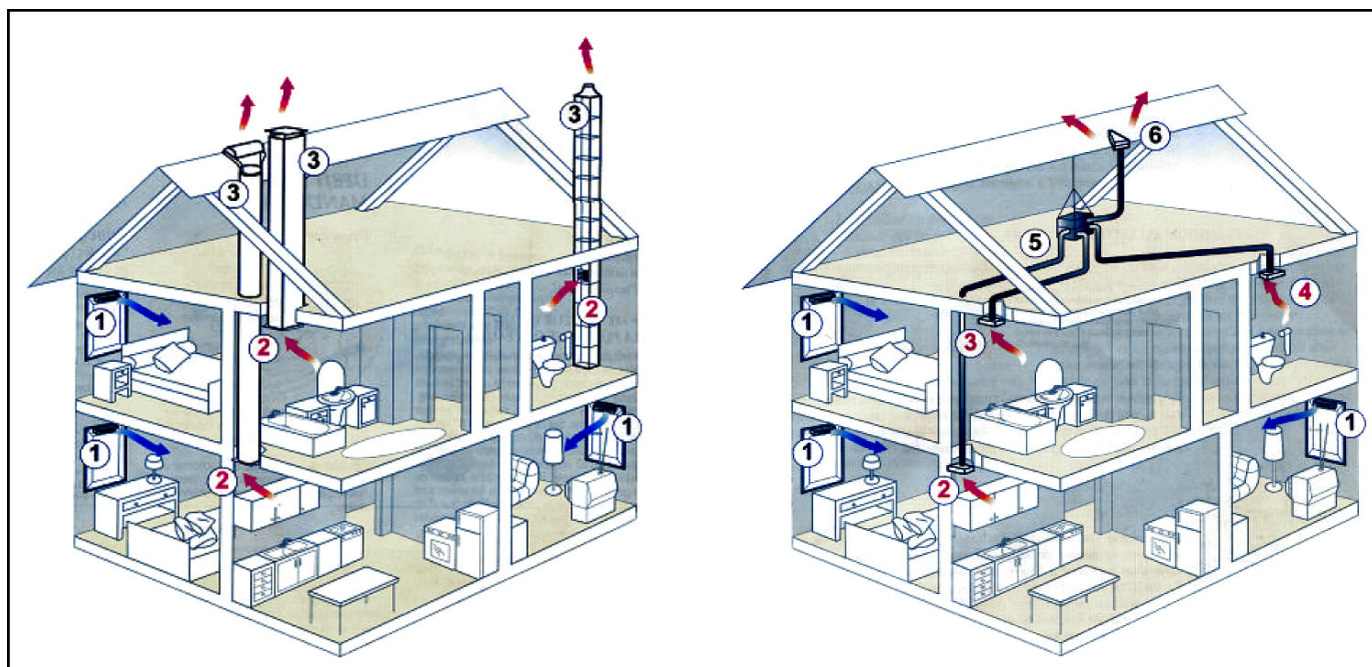


Figura 1: A sx sistema di ventilazione tradizionale - A dx Sistema di ventilazione meccanica controllata

2.6.2 Normativa

Le norme tecniche UNI utilizzate per la progettazione e la realizzazione di un impianto di ventilazione e si dividono in due gruppi:

- Le norme di sistema impiegate per dimensionare e progettare correttamente un impianto per la ventilazione degli ambienti, partendo dalle portate ritenute necessarie per una adeguata qualità dell'aria negli edifici;
- Le norme di prodotto utilizzate per la corretta costruzione di apparecchiature e componenti che costituiranno un sistema di ventilazione meccanica.

La conoscenza dei contenuti di tali norme è importante per i progettisti e i certificatori energetici, nonché

per i direttori dei lavori che devono controllare l'esecuzione a regola d'arte degli impianti.

Tra le **norme di sistema** bisognerà tenere in considerazione le seguenti:

- **UNI 10339** che fornisce una classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi e i valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento e si applica prevalentemente agli impianti aerulici installati in edifici chiusi;
- **UNI EN 16798-1** che indica:
 - i parametri dell'ambiente interno che influiscono sulla prestazione energetica degli edifici;
 - la modalità per definire dei parametri di input relativi all'ambiente interno per la valutazione del sistema edificio e per i calcoli della prestazione energetica;
 - i metodi per la valutazione a lungo termine dell'ambiente interno ottenuta dal calcolo o da risultati di misure;
 - i parametri da utilizzare ed esporre negli ambienti interni negli edifici esistenti, il modo in cui le diverse categorie di criteri relativi all'ambiente interno possono essere utilizzate.
- **UNI EN 16798-2** che illustra l'utilizzo della norma UNI EN 16798-1 per:
 - specificare i parametri di input ambientali interni per la progettazione del sistema di edifici e i calcoli delle prestazioni energetiche.
 - i metodi per la valutazione a lungo termine dell'ambiente interno ottenuto a seguito di calcoli o misurazioni.
 - i criteri per le misurazioni che possono essere utilizzati se necessario per misurare la conformità mediante ispezione.

Queste norme si applicano alle abitazioni individuali, condomini, uffici, scuole, ospedali, alberghi e ristoranti, impianti sportivi, edifici ad uso commerciale all'ingrosso e al dettaglio, per i quali è possibile fissare dei criteri relativi all'ambiente interno definiti dall'occupazione umana. Restano esclusi gli edifici industriali in cui l'attività produttiva o di processo ha abbia un impatto di rilievo sull'ambiente interno.

Le **norme di prodotto** di riferimento sono:

- **UNI EN 13141-7** che indica i metodi di prova di laboratorio per determinare le prestazioni aerodinamiche, acustiche, termiche e i consumi elettrici delle unità di ventilazione meccanica a doppio flusso utilizzati per le abitazioni unifamiliari;
- **UNI EN 13141-8** che individua i metodi di prova in laboratorio per la verifica delle prestazioni aerodinamiche, termiche ed acustiche, e la potenza elettrica di una unità ventilazione meccanica a doppio flusso non-canalizzata utilizzata in un ambiente singolo;
- **UNI EN 13142** che consente di classificare i sistemi di ventilazione meccanica controllata e precisa le caratteristiche di prestazione dei componenti per la progettazione e il dimensionamento dei sistemi di ventilazione residenziale per assicurare condizioni di comfort di temperatura, velocità dell'aria, umidità, igiene e rumore nella zona occupata.

2.6.3 Principio di funzionamento - Installazione - Tipologie

Un impianto di ventilazione meccanica, come accennato, regolando la purezza dell'aria e l'umidità relativa, favorisce il benessere delle persone che vivono gli ambienti interni. Infatti un'eccessiva umidità può determinare la formazione di condensa superficiale che, a sua volta, è in grado far nascere ulteriori problemi come la muffa.

Inoltre non dovendo aprire le finestre per la aerazione dei locali, si riduce il rumore esterno e si ottiene un miglior comfort acustico interno, e l'aria in ingresso questa sarà priva di allergeni e di agenti inquinanti.

Esistono differenti modelli di impianti di ventilazione meccanica che però hanno tutti in comune alcuni meccanismi principali, come ad esempio:

- l'aria viziata presente negli ambienti interni viene aspirata ed espulsa all'esterno;
- l'aria nuova viene adeguatamente filtrata e immessa in modo forzato nell'ambiente;
- gli impianti VMC sono dotati di filtri per ridurre l'ingresso di inquinanti e allergeni;
- lo scambio di aria avviene tramite condotte di ventilazione forzata.

Il tipo di edificio, le sue dimensioni, le attività che vi si svolgono e il grado di occupazione, determineranno la tipologia, il dimensionamento e la regolazione dell'impianto di VMC. Il sistema dovrà essere progettato ed installato in modo da garantire che le portate di ricambio aria necessarie, in immissione e in estrazione, siano bilanciate e costanti.

Quale esempio descriviamo il principio di funzionamento dell'impianto relativo ad un sistema di VMC a doppio flusso con recupero di calore e degli elementi di cui è composto.

L'unità di recupero ha al suo interno due ventilatori che generano la movimentazione dell'aria di immissione ed estrazione, attraverso una rete di canali distribuiti all'interno del manufatto edilizio da trattare, ed un recuperatore che provvede al recupero statico dell'energia termica dall'aria estratta, cedendola all'aria immessa.

Quindi all'interno del recuperatore i flussi d'aria uscente ed entrante si incrociano senza mischiarsi, mentre il calore dell'aria ambiente, viziata, viene trasferito all'aria esterna fredda di rinnovo.

Nell'unità di recupero è previsto un raccordo per permettere lo scarico della condensa che sarà convogliato nella rete di scarico acque mediante un collegamento con sifone.

Il sistema dovrà consentire almeno tre regimi di funzionamento:

- una portata di base (funzione portata progetto);
- una portata massima in caso di richiesta di maggiore ventilazione (funzione BOOST);
- una portata attenuata (funzione portata minima).

Le bocchette di estrazione dovranno garantire le portate di progetto estratte dall'ambiente, mentre le bocchette di immissione forniranno le portate di aria di rinnovo necessarie alle varie zone dell'ambiente.

Per garantire una ottimale qualità dell'aria all'interno dell'abitazione l'aria immessa e l'aria estratta saranno filtrate, assicurando anche l'isolamento dal rumore esterno (fig. 2).

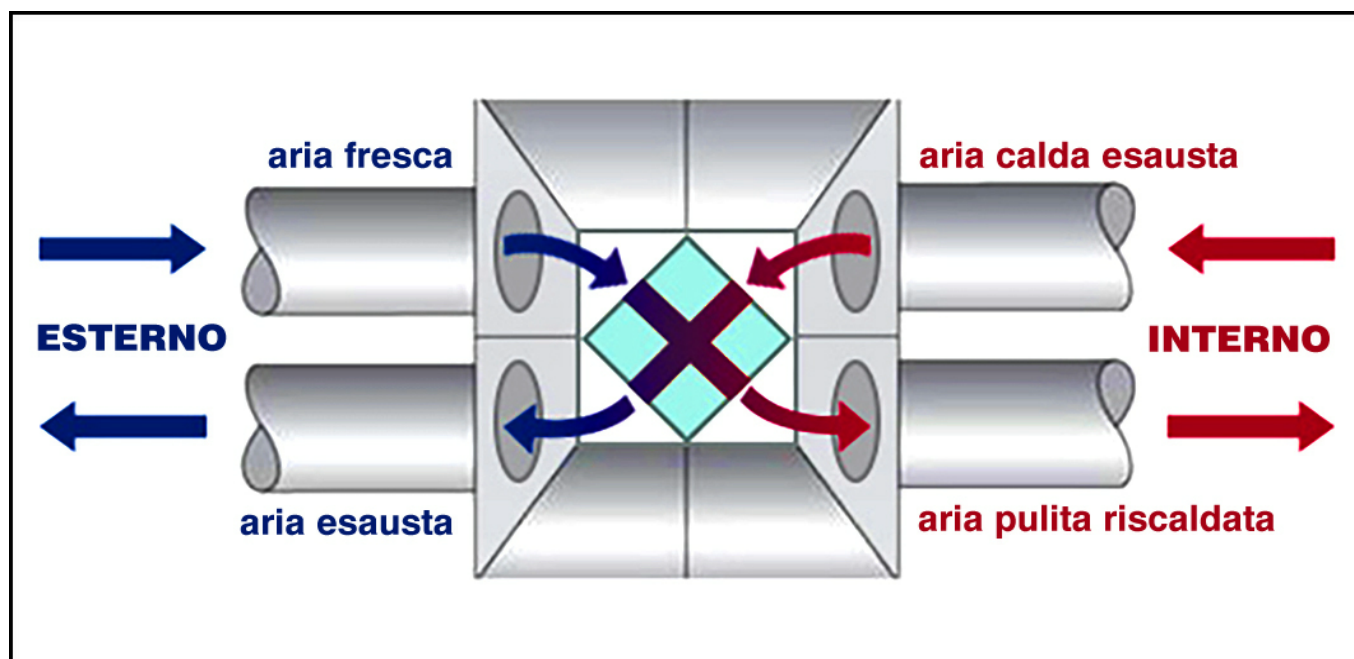


Figura 2: Sistema VMC con filtraggio aria e recupero di calore

Impianti di ventilazione a flusso singolo

Un impianto VMC a flusso singolo immette aria esterna attraverso adeguate unità di immissione, installate in corrispondenza di infissi o cassonetti, mentre l'aspirazione avviene attraverso delle canalizzazioni interne.

Le bocchette potranno essere regolabili per dosare, in modo automatico, l'apporto di aria immessa negli ambienti. In presenza di bocchette igroregolabili, dotate di sensori, sarà possibile regolare anche il grado di umidità degli ambienti interni.

L'unità di aspirazione dovrà essere collegata agli ambienti mediante tubazioni flessibili o con canalizzazioni rigide multipiano, che collegano gli ambienti con le condizioni di aria peggiori come cucine e bagni.

Ventilazione meccanica a doppio flusso

Gli impianti di VMC a doppio flusso prevedono sia l'immissione che l'estrazione di aria dagli ambienti in modo meccanico. I dispositivi saranno dotati di idonei ventilatori, uno per l'aria in entrata e uno per l'aria in uscita, per cui avremo una doppia canalizzazione, una servirà per l'aspirazione e l'altra per la distribuzione dell'aria.

Vmc con recuperatore di calore

Come già descritto, il recuperatore di calore è un apparecchio in grado di massimizzare lo scambio termico tra i flussi di aria in entrata e in uscita. Gli impianti a doppio flusso in genere vengono integrati con un sistema di recupero del calore, sia nel caso di impianto individuale, che centralizzato, posizionando i recuperatori di calore in copertura.

Questi impianti recuperano calore dai flussi di aria passanti e lo utilizzano per climatizzare in flussi contrari. Infatti in inverno, il calore ceduto dal flusso di aria degli ambienti interni viene utilizzato per riscaldare l'aria fredda d'ingresso, riducendo, in tal modo, il fabbisogno energetico richiesto dalla macchina per trattare l'aria in entrata.

Aerazione forzata per singoli ambienti

I sistemi di VMC decentralizzati sono progettati per la ventilazione di singoli ambienti circoscritti e non prevedono alcuna canalizzazione, poiché lo scambio dei flussi d'aria avviene in corrispondenza della macchina installata.

Sono apparecchi dalle ridotte dimensioni aventi il collegamento diretto con l'esterno - attraverso un foro nel muro o posizionati in corrispondenza degli infissi - con integrato il recupero di calore, che può anche raggiungere elevati livelli di efficienza.

CAPITOLO 3

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI - ORDINE DEI LAVORI - VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DELL'IMPIANTO

Art. 3.1

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Tutti i materiali dell'impianto dovranno essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio a cui sono destinati, secondo quanto indicato nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i. e nel D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i.

L'Appaltatore, dietro richiesta, ha l'obbligo di esibire alla Direzione dei Lavori, le fatture e i documenti atti a comprovare la provenienza dei diversi materiali. Qualora la Direzione dei Lavori rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo motivato giudizio, li ritiene di qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita dell'impianto e quindi non accettabili, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

Art. 3.2

MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, in modo che l'impianto risponda perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel Capitolato Speciale d'Appalto e nel progetto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e con le esigenze che possano sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere nell'edificio affidate ad altre ditte.

L'Appaltatore è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio.

Art. 3.3

VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DELL'IMPIANTO

La verifica e le prove preliminari di cui appresso si devono effettuare durante la esecuzione delle opere ed in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori:

- a) verifica preliminare, intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- b) prova idraulica a freddo, se possibile a mano a mano che si esegue l'impianto ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alle seguenti lett. c) e d).
Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe e deformazioni permanenti;
- c) prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti. Dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lett. b), si distingueranno diversi casi, a seconda del tipo di impianto, come qui appresso indicato:
 - per gli impianti ad acqua calda, portando a 55 °C la temperatura dell'acqua nel generatore e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.
 - l'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime con il suindicato valore massimo di 55 °C.
 - si ritiene positivo il risultato della prova solo quando in tutti, indistintamente, i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o

deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto;

- l'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della temperatura nel generatore.
- si ritiene positivo il risultato della prova solo quando il fluido termovettore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla temperatura prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti;

d) per gli impianti di condizionamento invernale dell'aria, una volta effettuate le prove di cui alla precedente lett. c), si procederà ad una prova preliminare della circolazione dell'aria calda, portando la temperatura dell'acqua circolanti nelle batterie ai valori massimi previsti;

e) per gli impianti di condizionamento estivo dell'aria, una volta effettuate le prove di cui alla precedente lett. c), si procederà ad una prova preliminare della circolazione dell'aria raffreddata, portando la temperatura dell'acqua fredda circolante nelle batterie ai valori corrispondenti alla massima potenza d'impianto prevista.

Per le caldaie a vapore o ad acqua surriscaldata e per il macchinario frigorifero, si devono effettuare le verifiche e prove in conformità con quanto prescritto dai vigenti regolamenti dell'I.N.A.I.L. ove necessario.

La verifica e le prove preliminari di cui sopra devono essere eseguite dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale.

Ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati, perché, a suo giudizio, non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato, la Direzione dei Lavori emette il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte l'Appaltatore siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo, e fino al termine del periodo di garanzia di cui all'articolo relativo alla garanzia dell'impianto.

INDICE

IMPIANTI TERMICI

1) Oggetto, ammontare e forma dell'appalto - Descrizione, forma, dimensioni e variazioni delle opere	<u>3</u>
Oggetto dell'appalto	<u>3</u>
Descrizione delle opere da eseguire	<u>3</u>
Impianti di Riscaldamento Diretto	<u>3</u>
Impianti di Condizionamento	<u>4</u>
Impianti di Ventilazione Meccanica	<u>4</u>
Definizioni Relative a Impianti di Riscaldamento e Condizionamento	<u>4</u>
2) Caratteristiche Tecniche dell'Impianto	<u>6</u>
Prescrizioni Tecniche Generali	<u>6</u>
Prescrizioni Relative ad Impianti di Riscaldamento e Condizionamento Invernale	<u>12</u>
Prescrizioni Relative al Condizionamento Estivo	<u>13</u>
Sistema di Produzione o di Sottrazione del Calore	<u>13</u>
Generatori di Calore ad Acqua Calda	<u>13</u>
Rendimento dei Generatori di Calore	<u>14</u>
Mezzi Refrigeranti	<u>14</u>
Impianto di Riscaldamento Diretto	<u>15</u>
Sistema di distribuzione del Fluido Termovettore acqua	<u>16</u>
Premessa	<u>16</u>
Sistema di distribuzione mediante collettori complanari	<u>16</u>
Macchine frigorifere e pompe di calore	<u>17</u>
Premessa	<u>17</u>
Prestazione energetica	<u>18</u>
Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore	<u>18</u>
Macchina frigorifera acqua-aria, pompa di calore aria-acqua	<u>20</u>
Impianto di Ventilazione Meccanica Controllata	<u>22</u>
Premessa	<u>22</u>
Normativa	<u>22</u>
Principio di funzionamento - Installazione - Tipologie	<u>23</u>
3) Prescrizioni per i Materiali - Esecuzione Lavori - Verifiche e prove Impianto	<u>26</u>
Qualità e Provenienza dei Materiali	<u>26</u>
Modo di Esecuzione dei Lavori	<u>26</u>
Verifiche e Prove Preliminari dell'Impianto	<u>26</u>