



## **SERVIZI DI FACILITY MANAGEMENT PER LA FACOLTÀ DI SCIENZE BIOTECNOLOGICHE**

**T-RT - RELAZIONE TECNICA IMPIANTI TERMICI**

# INDICE

## 1. PREMESSA

## 2. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

### 2.1 CRITERI PROGETTUALI

### 2.2 NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

#### 2.2.1 NORMATIVE E LEGGI IMPIANTI MECCANICI

## 3.0 CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

## 4.0 CONDIZIONI DI PROGETTO

### 4.1. DATI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE

#### 4.1.1. LOCALITÀ

#### 4.1.2. CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI RIFERIMENTO

#### 4.1.3. FUNZIONAMENTO

#### 4.1.4. FLUIDI TERMOMETTORI

#### 4.1.5 COEFFICIENTI DI TRASMISSIONE TERMICA

#### 4.1.6 AUMENTI PER ESPOSIZIONE

#### 4.1.7 VALORI DI RIFERIMENTO DEI CARICHI TERMICI INTERNI

##### 4.1.7.1 CARICO DOVUTO ALLE PERSONE

##### 4.1.7.2 CARICO DOVUTO ILLUMINAZIONE E UTENZE ELETTRICHE

##### 4.1.7.3 CARICO DOVUTO A MACCHINARI ED APPARECCHIATURA

#### 4.1.8 CARICHI DI TRASMISSIONE ESTIVI

##### 4.1.8.1 CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE

##### 4.1.8.2 PORTATE MINIME DI ARIA ESTERNA DI VENTILAZIONE

##### 4.1.8.3 VELOCITÀ DELL'ARIA (ZONE OCCUPATE)

##### 4.1.8.4 PRESSURIZZAZIONE LOCALI

##### 4.1.8.5 CLASSE DI FILTRAZIONE

### 4.2 DATI RELATIVI AI PRINCIPALI PARAMETRI PROGETTUALI

#### 4.2.1 VELOCITÀ DEI FLUIDI

#### 4.2.2 RENDIMENTO DELLE APPARECCHIATURE

#### 4.2.3 PRESCRIZIONI DI CARATTERE ACUSTICO

#### 4.2.4 MOVIMENTO DELL'ARIA

## 5.0 IMPIANTI PREVISTI

### 5.1 CENTRALE TERMOFRIGORIFERA

#### 5.1.1. SISTEMA REGOLAZIONE UNITA' 4 P

### 5.2 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE A VENTILCONVETTORI ED ARIA PRIMARIA

#### 5.2.1 INCREMENTO CALORE SENSIBILE CANALI ARIA

#### 5.2.2 FUGHE D'ARIA CANALI MANDATA

### 5.3 ELETTRROPOMPE

### 5.4 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE A TUTT'ARIA AULE

### 5.5 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE A SERVIZIO LABORATORI

### 5.6 CAMERA CALDA

### 5.7 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE MISTO UFFICI-LABORATORI

### 5.8 IMPIANTO ESTRAZIONE ARIA PER I SERVIZI IGIENICI

## 6.0 PANNELLATURE AFONICHE IN COPERTURA

## 7.0 IMPIEGO DI VENTILATORI ED ESTRATTORI A 6 P

## 8.0 SISTEMA ISOLAMENTO DA VIBRAZIONI

## 9.0 PULIZIA CANALI D'ARIA CON VIDEOISPEZIONE

## 10.0 CARICHI TERMICI MASSIMI

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	1 di 65

## PREMESSA

Formano oggetto della seguente specifica tutte le opere occorrenti per rendere completi e funzionanti in ogni loro parte gli impianti meccanici da realizzarsi per il seguente edificio :

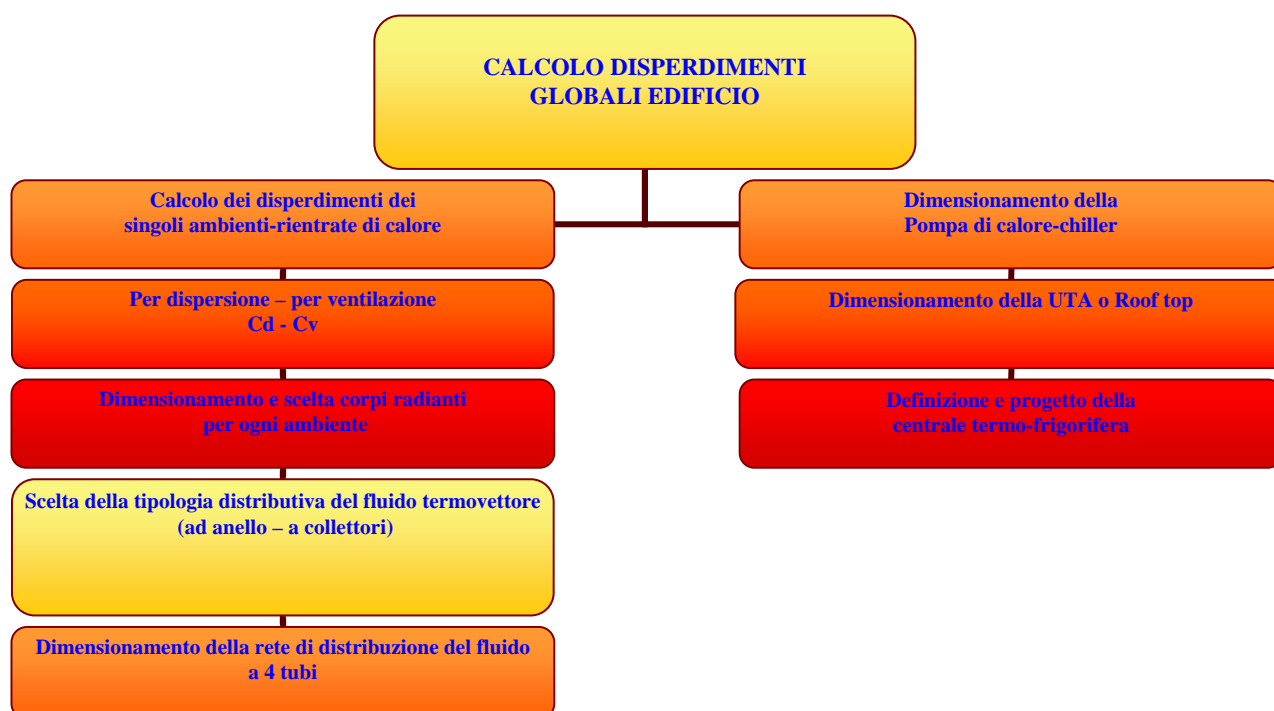
**FACOLTA' DI SCEINZE BIOTECNOLOGICHE  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI FEDERICO II - NAPOLI**

Le presenti prescrizioni e disposizioni dovranno essere completamente osservate, sia in fase di elaborazione del progetto esecutivo di cantiere degli impianti , sia in fase realizzativa.

Si stabiliscono quindi le caratteristiche più significative e la tipologia dell'intervento dei seguenti impianti :

➤ climatizzazione invernale/estiva

### DIAGRAMMA DI FLUSSO PROGETTAZIONE IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE



File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	2 di 65

## **2.0 IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO**

### **2.1 Criteri progettuali**

La scelta della tipologia degli impianti di climatizzazione all'interno dell'edificio è stata effettuata nel rispetto dei seguenti elementi principali :

- Garanzia delle condizioni di benessere fisiologico nei vari locali
- Ottimizzazione dei costi di investimento e di gestione con particolare riguardo al risparmio energetico

In base ai criteri esposti sono state effettuate le seguenti scelte sulla tipologia degli impianti :

- Impianto di climatizzazione a tutt'aria con ricircolo per le aule didattiche
- Impianto di climatizzazione a fancoils a 4 tubi ed aria primaria negli uffici, spazi comuni, corridoi e laboratori didattici
- Impianto estrazione aria per i servizi igienici

### **2.2 Norme tecniche e leggi di riferimento**

#### **2.2.1 Normative e disposizioni legislative impianti meccanici**

Lo studio del progetto e la realizzazione dei vari impianti dovranno essere eseguiti per i vari aspetti in osservanza delle seguenti norme, leggi e regolamenti vigenti in materia, fra cui si evidenziano per argomento i principali riferimenti legislativi.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	3 di 65

## **Impianti termici**

- *UNI 5104-63: impianti di condizionamento dell'aria. Norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo.*
- *NORME UNI 5364-76: impianti di riscaldamento ad acqua calda. Norme per la presentazione dell'offerta e per il calcolo.*
- *ISO 7730 Condizioni di benessere ambientale*
- *UNI 6514 – Corpi scaldanti ad acqua e vapore con  $T^{\circ} < 120^{\circ}\text{C}$*
- *UNI 7941/7942 – Regolazione automatica per gli impianti di benessere*
- *ASHRAE Standard 62/1989 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*
- *NORME UNI 7357-74, UNI 10351, UNI 7357 fa 3-89, calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici .*
- *NORME UNI 8065, “Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile”*
- *NORME UNI 8364, UNI FA 146-84, “Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione”*
- *NORME UNI 8884, “Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione”*
- *NORME UNICIG 9167 “Impianti di ricezione e prima riduzione del gas naturale – Progettazione, costruzione e collaudo”*
- *NORME UNI 9317, “Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo “*
- *NORME UNICIG 9571 “Impianti di ricezione e prima riduzione del gas naturale – Conduzione e manutenzione”*
- *NORME UNI 9615, UNI 9615 FA 1-95, “Calcolo delle dimensioni interne dei camini. Definizioni, procedimenti di calcolo fondamentali”*
- *NORME UNI 9615/2, “Calcolo delle dimensioni interne dei camini. Metodo approssimato per i camini a collegamento singolo”*
- *NORME UNI 9731, “Camini – Classificazione in base alla resistenza termica – Misure e prove”*
- *Norme UNICIG 9860 “Impianti di derivazione d'utenza – progettazione, costruzione, collaudo”.*
- *Norme UNI 10339, "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".*
- *Norme UNI EN 832: 2001*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	4 di 65

- *Norme UNI 10346, 'Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo'.*
- *Norme UNI 10347, "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo".*
- *Norme UNI 10348, 'Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo'.*
- *Norme UNI 10349, "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici". -Norme UNI 10351, 'Materiali da costruzione. Conducibilità termica e permeabilità al vapore'.*
- *Norme UNI 10355, "Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo".*
- *Norme UNI 10375, "Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti".*
- *Norme UNI 10376, 'Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffreddamento degli edifici'.*
- *Norme UNI 10379, "Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica".*
- *Norme UNI 10389, "Generatori di calore. Misurazione in opera del rendimento di combustione".*
- *Norme UNI 10435, 'Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffziata di portata termica nominale maggiore di 35kW. Controllo e manutenzione'.*
- *D.M. 6 febbraio 1982 "Modificazione del D.M. 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alla visite di prevenzione incendi".*
- *Legge n. 1083/71 "Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile" e successivi decreti ministeriali per l'approvazione delle Norme UNI-CIG relative all'impiego di gas combustibile .*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".*
- *Norme CEI per gli impianti ed i componenti elettrici.*
- *CEI 64-8 : per quanto riguarda gli impianti elettrici relativi agli impianti di condizionamento, riscaldamento e ventilazione.*
- *UNI-CIG Legge 6/12/71 n°1083 : norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile .*
- *D.P.R. n° 1062 del 21/06/1968 (norme CEI)*  
*(Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosioni o incendi)*
- *Legge n° 46 del 05/03/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" e DPR n° 447 del 6/12/91 (regolamento di attuazione)*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	5 di 65

- *R.D.L. 5/9/1938 n° 1494 : relativo alla vigilanza dell'Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione sugli impianti termici*
- *L. 5/1/1939 n° 136: che converte in legge il R.D.L. del 5/9/1938 n° 1494.*
- *D.P.R. n° 577 del 29/07/82 : dichiarazione obbligatoria con relativo esame progetto da parte dei VV.F. su attività soggette a controllo .*
- *L. 26/7/1965 n° 966: disciplina delle tariffe, della modalità di pagamento e dei compensi al personale del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco per i servizi a pagamento .*
- *D.P.R. n° 37 del 12/01/1998 regolamento per la presentazione pratiche VV.F.*
- *L. 13/6/1966 n° 615: provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.*
- *D.P.R. 22/12/1970 n° 1391: regolamento per l'esecuzione della legge 13/6/1966 n°615 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici .*
- *D.M. 23/11/1967 del Ministero per la Sanità : ripartizione dei Comuni interessati alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle zone di controllo A e B previste dall'Art. 2 della legge 13/6/1966 n° 615.*
- *D.M. 1/12/1975: norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione. (Ispesl)*
- *Circolare n° 145 del 5/8/1971 del Ministero della Sanità :*
- *D.P.R. 22/12/1979 n° 1391, regolamento per l'esecuzione della legge 13/7/1966 n° 615 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici*
- *Circolare n° 28 del 19/4/1972 del Ministero del Interno Direzione Generale del la Protezione Civile e dei Servizi Antincendi, Servizio Tecnico Centrale: chiarimenti circa l'applicazione delle norme vigenti riguardanti gli impianti Legge n° 615 del 13/7/1966, DPR n° 1391 del 22/2/1970 e Circolare M.Interni n° 73 del 29/7/1971.*
- *D.M. 12/4/96 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”*
- *Legge n° 10 del 09/01/1991 “Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia,di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*
- *D.P.R. n° 412 del 26/8/1993 “Regolamento recante le norme di attuazione per la progettazione,l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	6 di 65

*edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, L. 9 del gennaio n°10"*

- *DPR n° 551 del 21/12/99*
- *Circolare n° 8578 del 26/2/1976 dell' ISPEL, firma dei progetti di apparecchi ed impianti di cui al D.M. 1/12/1975*
- *Circolare n° 32875 del 20/8/1976 dell'ISPEL D.M. 1/12/1975 : impianti di riscaldamento ad acqua calda con vaso di espansione chiuso di potenzialità superiore a 350 KW .*
- *Raccolta M,S,VSR,VSG,E,R delle specifiche tecniche emanate dall' ISPEL in applicazione dei DD.MM. 21/11/1972, 21/5/1974 e 1/12/1975 e relativi addenda .*
- *D.Lgs n° 494/96 ( Sicurezza cantieri mobili)*
- *D.Lgs n° 242/96 (ex D.Lgs 626/94) "Sicurezza ambienti di lavoro"*
- *D.P.R. n° 224 del 24/05/88 "Responsabilità per danno da prodotto difettoso"*
- *Regolamento d'Igiene in vigore nel Comune in cui si eseguono gli impianti in oggetto*
- *Tutte le successive modifiche ed integrazioni delle leggi, regolamenti, decreti e circolari sopra richiamati, nonché le leggi, i regolamenti, i decreti e le circolari intervenuti fino alla data dell'offerta o che intervenissero successivamente.*

### **Impianto idrico-sanitario**

- *D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili.*
- *D. Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.*
- *Norme UNI 9182, "Edilizia -Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda -Criteri di progettazione, collaudo e gestione".*
- *Norme UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".*
- *UNI EN 12056-3 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo".*
- *D.M. 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica". -Circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 14/9/1961.*
- *D.M. 26 agosto 1992 e successive lettere circolari di chiarimento e deroghe per il dimensionamento delle reti idriche antincendio.*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	7 di 65



- *D.M. 12 aprile 1996 per la Centrale termica e gli impianti termici alimentati da gas combustibili.*
- *D.M. 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi".*
- *Norme UNI 8478, UNI 9487 e UNI/EN 671-2 per le cassette antincendio e lance a getto pieno.*
- *Norme UNI 9485, UNI 9486 per gli idranti a colonna e sottosuolo.*
- *Norme UNI 9489 per gli impianti sprinklers .*
- *Norme UNI 9490 per l'alimentazione idrica ed i sistemi di pressurizzazione.*
- *Norme UNI 9492, UNI/EN 3 per gli estintori carrellati e portatili.*
- *Norme UNI 10365 "Apparecchiature antincendio -Dispositivi di azionamento di sicurezza per serrande tagliafuoco -Prescrizioni".*
- *Norma UNI 10779 per gli impianti antincendio ad idranti UNI 45.*
- *Norme UNI/EN 371-1/671-2.*
- *Norme CEI per gli impianti ed i componenti elettrici.*
- *D.leg. 19/09/94 n° 626*
- *D.M. 10/03/98*

### ***Materiali e componenti distribuiti degli impianti meccanici***

*Tutti i materiali e tutte le apparecchiature impiegati nella realizzazione degli impianti meccanici saranno rispondenti alle vigenti normative in merito alla qualificazione dei materiali e dei sistemi di produzione (UNI, UNI-CIG, UNI-CTI, I MQ, CE, ISO 9001/9002 UNI EN 2900/29002, EUROVENT, IIP, ECOMAR, ecc), fra cui ad esempio:*

### ***Tubazioni per reti in Pressione:***

#### ***Tubazioni in acciaio***

- *tubi senza saldatura, in acciaio non legato, secondo UNI 8863 serie leggera e media;*
- *tubi bollitori di acciaio lisci commerciali senza saldatura acciaio secondo UNI 7287;*
- *tubi senza saldatura, in acciaio non legato, secondo UNI 6363 serie B e C.*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	8 di 65

### ***Tubazioni in rame***

- *tubi in rame, senza saldatura, secondo UNI EN 1057, tipo ricotto in rotoli e crudo in verghe. Diametri, spessori e masse conformi alla serie B (pesante).*

### ***Tubazioni in materiale plastico***

- *tubi secondo UNI EN 1452-2:2001 ;*
- *raccordi secondo UNI 1452-3:2001 ;*
- *tubi in PEAD secondo UNI EN 10910-1:2001; UNI EN 10910-2:2001*
- *raccordi secondo UNI EN 10910-1:2001 e UNI EN 10910-3:2001;*
- *tubi in PEBD secondo UNI 7990-PE 32.*

*Tutte le tubazioni saranno contrassegnate con il marchio di conformità IIP.*

### ***Valvolame:***

- *UNI 6884, "Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi. Condizioni tecniche di fornitura e collaudo";*
- *UNI 7125, "Saracinesche fiangiate per condotte d'acqua. Condizioni tecniche di fornitura";*
- *UNI 8858, "Valvole a sfera di leghe di rame per impieghi in impianti di riscaldamento. Prescrizioni e prove";*
- *UNI 9021, "Valvole a saracinesca di leghe di rame per impianti di riscaldamento. Requisiti e prove";*
- *UNI 9157 , "Impianti idrici. Disconnettori a tre vie. Caratteristiche e prove".*

### ***Canali:***

- *UNI 5741 -1.66, "Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi - Determinazione massa dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo - Metodo Aupperle";*
- *UNI-EN 10142, "Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo -Condizioni tecniche di fornitura";*
- *UNI-EN 10147, "Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo -Condizioni tecniche di fornitura";*
- *SMACNA-HVAC Duct Construction Standards Metal and Flexible 1985;*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	9 di 65

- *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".*

#### ***Isolamenti per tubazioni, canali, serbatoi e valvole:***

- *D.M. 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi".*
- *Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del F.E.N in materia di risparmio energetico".*
- *D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 "Regolamento di attuazione della Legge 9 Gennaio 1991 n. 10" - Articolo 4, comma 4.*
- *D.P.R n° 551 del 21/12/99*
- *Norma UNI 6665 "Superfici coibentate -Metodi di misurazione".*
- *Norma UNI 8804 "Isolanti termici -Criteri di campionamento e di accettazione dei lotti".*

#### ***Tubazioni per reti di scarico:***

*Tutte le tubazioni saranno contrassegnate con il marchio IIP di conformità alle norme UNI, mentre raccordi e pezzi speciali saranno tutti di tipo prefabbricato senza l'utilizzo di pezzi speciali improvvisati in sede di montaggio.*

#### ***Polietilene ad alta densità per condotte di scarico e ventilazione di fluidi all'interno dei fabbricati (PEAD )***

- *tubi secondo UNI EN 1519-1:2001*
- *raccordi secondo UNI EN 1519-1:2001*

***Polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate (PEAD) -tubi secondo UNI 7613 (tipo 303).***

#### ***PVC rigido per condotte di scarico all'interno dei fabbricati***

- *tubi e raccordi secondo UNI 7443 + FA 178 tipo 302 (UNI EN 1401-1) per condotte di scarico.*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	10 di 65

### ***PVC rigido per condotte di scarico interrate***

- *tubi secondo UNI 7447 tipo 303/1 (UNI EN 1401-1-8 kN/mq) per traffico stradale pesante pari a 18 tons./asse e massimo ricoprimento del terreno di 6 mt.*
- *tubi secondo UNI 7447 tipo 303/2 (UNI EN 1401-1-8 kN/mq) per traffico stradale medio pari a 12 tons./asse e massimo ricoprimento del terreno di 4 mt.*

### **3.0 Caratteristiche dell'edificio**

- 3.1 L'edificio, dal punto di vista operativo, si articola prevalentemente in spazi per uffici – aule – laboratori, per ciascuno dei quali si richiede un particolare tipo di terminale, dovuta alle diverse necessità d'uso, con relativi diversi carichi termici costanti o variabili che siano.
- 3.2 Le caratteristiche generali dell'edificio dal punto di vista strutturale sono rilevabili dai grafici architettonici . Orientamento del fabbricato rilevabile dai disegni .

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	11 di 65

## 4 CONDIZIONI DI PROGETTO

### 4.1. Dati generali per la progettazione

Per il dimensionamento esecutivo dovranno assumersi i seguenti dati generali validi per tutti gli impianti :

<b>4.1.1. Località</b>	Napoli	Latitudine 40° 51' Longitudine 14°15'
Altitudine s.l.m.	17 mt.	
Gradi giorno	1034	
Zona climatica	C	
Velocità vento media giornaliera	2,3 m/s	
Zona vento	3	
Direzione prevalente vento	NE	
Durata giornaliera periodo riscaldamento	10 ore	
Durata giornaliera funzionamento impianto	6-8 ore	
Durata annuale periodo di riscaldamento :	136 giorni	

### 4.1.2. Condizioni climatiche esterne di riferimento

INVERNO	Te = 2°C	U.R. 80 %
ESTATE	Te = 32,4 °C	U.R. 45 %

Valore massimo medio della T° estiva a base dei calcoli : 25°C +/- 1  
Escursione termica giornaliera estiva : 8°C

### 4.1.3. Funzionamento

Intermittente : per i locali uffici

Continuo : per estrazione WC e ripresa aria Roof Top

### 4.1.4. Fluidi termovettori

INVERNO : acqua calda a 45 °C	$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ batteria UTA
a 40° C	$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ ventilconvettori
ESTATE : acqua refrigerata a 7°C	$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ batterie UTA
a 12°C	$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ ventilconvettori

### 4.1.5 Coefficienti di trasmissione termica

I coefficienti di trasmissione termica globale sono stati calcolati tenendo conto degli incrementi previsti dalle norme UNI 7357 – 74 e DPR 551/99 applicativo della L. 10/91 .

Per essi ci si riconduce alla relazione di calcolo art. 28 L. 10/91, per l'intera struttura

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	12 di 65

#### 4.1.6 Aumenti per esposizione

Per il calcolo delle dispersioni dovranno essere attribuiti i seguenti incrementi percentuali alle dispersioni attraverso le superfici disperdenti :

<b>Facciata a Sud :</b>	<b>0 %</b>
<b>Facciata a S-O :</b>	<b>5 %</b>
<b>Facciata a Ovest :</b>	<b>10 %</b>
<b>Facciata a N-O :</b>	<b>10 %</b>
<b>Facciata a Nord :</b>	<b>20 %</b>
<b>Facciata a N-E :</b>	<b>20 %</b>
<b>Facciata a Est :</b>	<b>15 %</b>
<b>Facciata a S-E :</b>	<b>10 %</b>

Maggiorazioni per intermittenza : + 10 % (impianto con utilizzatore giornaliero)

#### Aumenti per i locali d'angolo

Salvo i casi di ambiente ad alta percentuale di vetratura, previsti dalla norma UNI 7357, nessun aumento deve essere apportato alle dispersioni dei locali d'angolo.

La temperatura invernale del sottotetto ventilato è fissata in 0°C.

La temperatura del terreno è stata assunta in 15°C – UNI 7357

#### 4.1.7 Valori di riferimento dei carichi termici interni

Affollamento max. uffici : (persone presenti costantemente)      n° 4  
(persone/mq calpestabili)      n° 0,7

Uffici	1	persona/ 8 mq
Corridoi	1	persona/20 mq

##### 4.1.7.1 Carico dovuto alle persone (T° interna di 26°C)

Uffici (lavoro seduto) 116 W persona (60 % sensibile e 40% latente)

Calore sensibile emesso in attività moderata :	70 W
Calore latente emesso in attività moderata :	56 W
Attività metabolica estiva :	1,0 MET
Resistenza termica abbigliamento estivo :	0,5 CLO
Attività metabolica invernale :	1,2 MET
Resistenza termica abbigliamento invernale :	1,0 CLO

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	13 di 65

**Potenza metabolica specifica per differenti tipi di attività**

<b>TIPI DI ATTIVITA' SVOLTA</b>	<b>POTENZA METABOLICA SPECIFICA M</b>	
	<b>W/mq</b>	<b>MET</b>
<b>IN RIPOSO</b>		
Dormiente	41	0,7
Coricato	47	0,8
Seduto	58	1,0
In piedi	70	1,2
<b>ATTIVITA' SEDENTARIA :</b> Abitazione,ufficio,scuola	70	1,2
Attività leggera, in piedi : negozi,grandi magazzini, laboratori, industria leggera	93	1,6
Attività media, in piedi : macchine utensili,commessi in negozio,lavori domestici	116	2,0
Attività pesante : macchine utensili complesse,riparazioni autovetture,assemblaggio impianti, ginnastica	125	3,0

<b>File</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Pagina n°</b>
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	14 di 65

**Resistenza termica specifica per differenti tipi di abbigliamento**

TIPI DI ABBIGLIAMENTO	RESISTENZA TERMICA SPECIFICA	
	Mq°C/W	CLO
<b>NUDO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>ATTIVITA' SEDENTARIA : Abitazione,ufficio,scuola</b>	<b>70</b>	<b>1,2</b>
<b>Pantaloncini corti</b>	<b>0,016</b>	<b>0,1</b>
<b>Tenuta tropicale : slip, pantaloni leggeri,camicia a collo aperto e maniche corte, calzini e scarpe</b>	<b>0,047</b>	<b>0,3</b>
<b>Abbigliamento leggero estivo : slip, pantaloni leggeri, camicia a collo aperto e maniche corte, scarpe e calzini</b>	<b>0,078</b>	<b>3,5</b>
<b>Tenuta da lavoro leggera : biancheria intima leggera, camicia da lavoro in cotone a maniche lunghe, pantaloni da lavoro, calze in lana e scarpe</b>	<b>0,11</b>	<b>0,7</b>
<b>Abbigliamento invernale per interni : biancheria intima leggera, camicia a maniche lunghe, pantaloni, pullover a maniche lunghe, calze pesanti e scarpe</b>	<b>0,16</b>	<b>1,0</b>
<b>Tenuta europea pesante da lavoro : biancheria intima a maniche e gambe lunghe,camicia, abito completo con pantaloni, giacca e gilet,calze in lana e scarpe invernali</b>	<b>0,23</b>	<b>1,5</b>
<b>Abbigliamento in uso in paesi a clima polare :</b>	<b>0,46 – 0,62</b>	<b>3 - 4</b>

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	15 di 65



**Calore emesso dalle persone "ASHRAE FUNDAMENTALS"**

GRADO DI ATTIVITA'	APPLICAZIONI TIPICHE	TEMPERATURA AMBIENTE (bulbo secco)			
		24°C		26°C	
		Kcal/h		Kcal/h	
		Sensibile	Latente	Sensibile	Latente
Seduto a riposo	Teatro	60	30	55	35
Seduto lavoro leggero	Scuole, uffici	60	40	55	45
Impiegato d'ufficio in attività moderata	Uffici - alberghi	60	50	55	60
Persone in piedi	Negozi				
Persona in piedi	Banche	65	60	55	70
Lavoro sedentario	Ristorante	70	70	60	80
Lavoro leggero al banco	Fabbrica	75	115	60	130
Lavoro medio	Fabbrica	95	155	80	170
Ballo moderato	Sala da ballo	85	130	70	145
Lavoro pesante	Fabbrica	130	230	120	240

#### 4.1.7.2 Carico dovuto all'illuminazione ed utenze elettriche

Carico dovuto all'illuminazione :

20 W/mq

Personale computer :

150 W cad.

(a seconda dei locali)

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	16 di 65

#### 4.1.7.3 Carico dovuto a macchinari ed apparecchiature :

In generale la potenza assorbita dal motore del ventilatore del condizionatore è calcolata con la formula :

$$KW = \frac{mc/h \times mmc.a. \times 0,735}{3600 \times 75 \times \eta_{vent.} \times \eta_{motore}}$$

ipotizzando in base al carico sensibile interno di circa 20 Kcal/h x mc , una portata d'aria di circa 600 mc/h con :

- 50 mm cda prevalenza ventilatore
- 0,66 rendimento ventilatore
- 0,8 rendimento motore elettrico

0,5 W/mq ad eccezione di locali con prescrizioni particolari e più precisamente :

si ottiene un carico termico aggiuntivo per ogni terminale (fancoil) di circa 90 W alla velocità max.

#### 4.1.8 Carichi di trasmissione estivi

Mese considerato : luglio  
ore del giorno : 16

Le condizioni da assicurare in tutti gli ambienti climatizzati, ad eccezione di ambienti caratterizzati da esigenze particolari, sono le seguenti :

##### 4.1.8.1 Condizioni termoigrometriche : ( $\Delta_{abs} \leq 1^{\circ}C/h$ )

Temperatura interna invernale	Tbs	= 20 °C	(+/- 1 °C)
Umidità relativa		= 50 %	(+/- 5 %)
Temperatura interna estiva	Tbs	= 26 °C	(+/- 1 °C)
Umidità relativa		= 50 %	(+/- 5 %)

Locali di servizio = 10 Volumi/ora

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	17 di 65

#### 4.1.8.2 Portate minime di aria esterna di ventilazione

- Uffici : 2 ric./h o 40 mc/h persona
- Aule : 30 mc/h persona
- Laboratori : 6 ricambi/ora
- Bar : 40 mc/h persona
- servizi igienici : > 10 ricambi/h
- Spazi comuni : 2 vol/h o 40 mc/h persona

**4.1.8.3 Velocità dell'aria** (zone occupate) :  $\leq 0,15$  m/s ad altezza d'uomo.

#### 4.1.8.4 Pressurizzazione locali

- Uffici : positiva
- Aule : positiva
- Corridoi : positiva
- Servizi igienici : negativa
- Camera calda : negativa (rispetto ai laboratori)
- Bar : negativa

**4.1.8.5 Classe di filtrazione** : EU3 + EU7

#### 4.2 Dati relativi ai principali parametri progettuali :

L' impianto dovrà essere dimensionato in modo da rispettare le seguenti prescrizioni fondamentali :

##### 4.2.1 Velocità dei fluidi

Le velocità di seguito specificate rappresentano i limiti minimi e massimi entro cui si dovrà eseguire il calcolo.

Velocità dell'acqua nelle tubazioni , dovrà essere inferiore a 1,5 m/sec, per cadute di pressione comprese mediamente tra 100 e 250 Pa/m.

Velocità dell 'aria nelle canalizzazioni, per impianti a bassa pressione e velocità si dovranno prevedere le seguenti velocità effettive :

- presa d'aria esterna  $V = \max 3,0$  m/sec
- premente del ventilatore  $V = \max 5-8$  m/sec
- canali principali  $V = \max 6-7$  m/sec
- canali secondari  $V = \max 2,5-4$  m/sec

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	18 di 65

Velocità attraverso le batterie di scambio termico dei condizionatori di tipo convenzionale, dovranno essere calcolate con le seguenti velocità di attraversamento dell'acqua :

- batteria di raffreddamento  $V = 2 - 2,6 \text{ m/sec}$
- batteria di riscaldamento  $V = 2,5 - 3,0 \text{ m/sec}$

Velocità nei distributori d'aria ; i distributori d'aria dovranno essere dimensionati alle seguenti velocità :

- bocchette di mandata  $V = 2,5 - 3,0 \text{ m/sec}$
- bocchette di aspirazione  $V = 1,5 - 2,5 \text{ m/s}$
- diffusori con effetto induttivo nel collo  $V = 2 - 3 \text{ m/s}$
- perdita di carico =  $0,6 \text{ Pa/mtl}$

#### **4.2.2 Rendimento delle apparecchiature**

Tutte le apparecchiature dovranno essere scelte nella curva di massimo rendimento, in via preliminare s'indicano i rendimenti minimi accettabili per le principali apparecchiature :

- pompe non inferiori a 75%
- motori non inferiori a 75%
- ventilatori a pale rovesce non inferiori a 75%
- gruppo ad assorbimento refrigeranti/riscaldanti a doppio effetto non inferiori a 92%

#### **4.2.3 Prescrizioni di carattere acustico**

I limiti massimi del livello sonoro negli ambienti condizionati devono essere contenuti entro i valori indicati dalla curva di cui al punto 7 della Norma Acustica CTI - UNI 8199.

I macchinari, le tubazioni, le canalizzazioni, etc., dovranno essere isolate acusticamente in modo da garantire il massimo di silenziosità dell'impianto.

Per tutte le tipologie impiantistiche viene rispettato quanto disposto nel D.P.C.M. del 14/11/97 e per le caratteristiche passive, quelle del D.P.C.M. del 5/7/97. Il dimensionamento delle reti e degli accessori è realizzato in modo che il livello sonoro dovuto al funzionamento degli impianti non sia superiore di 5 dB su scala A di giorno e di 3 dB su scala A di notte , rispetto ai valori con impianto non in funzione.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	19 di 65

#### **4.2.4 Movimento dell'aria**

la distribuzione dell'aria negli ambienti viene regolata in modo tale da garantire che il flusso di aria immesso si misceli convenientemente con l'aria ambiente in tutto il volume convenzionalmente occupato, nel rispetto delle prescrizioni riportate nella norma EN 10779.

### **5.0 IMPIANTI PREVISTI**

Gli impianti previsti per il costruendo edificio destinato ad uffici, aule, laboratori, servizi, gli elaborati grafici allegati sono i seguenti :

- 1) Centrali termofrigorifera in copertura (Università + CNR)**
- 2) Impianti di condizionamento a ventilconvettori a doppia batteria ed aria primaria a servizio degli Uffici**
- 3) Impianto a tutt'aria con ricircolo tramite Roof Top per aule**
- 4) Impianto di estrazione aria per i servizi igienici**

Il progetto prevede la realizzazione di due impianti di condizionamento totalmente separati, uno a servizio dei locali gestiti dall'università, l'altro a servizio esclusivo dei locali gestiti dal CNR.

L'edificio è composto essenzialmente da aule didattiche di varia grandezza e ospitanti da un massimo di 350 persone (aula magna) ad un minimo di 35, aule di informatica, laboratori linguistici, servizi igienici per studenti, spazi comuni per studenti (sale lettura, bar, punto ristoro, segreteria, biblioteca, etc.), uffici direzionali e studi per docenti, spazi per impianti tecnologici e di servizio, depositi nonché laboratori didattici.

L'impiantistica atta a realizzare e mantenere nei locali le condizioni termiche, igrometriche, di qualità e movimento dell'aria comprese entro i limiti previsti dalla normativa vigente soddisfacendo anche l'esigenze di contenimento dei consumi energetici varia a seconda della tipologia dei locali serviti.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	20 di 65

Per le aule didattiche l'impianto è di tipo a tutt'aria con ricircolo; ogni aula sarà servita da un'unità di trattamento aria dedicata, installate sul solaio di copertura. L'aria esterna, miscelata con l'aria di ripresa (nelle quantità opportune a garantire la ventilazione di norma nonché la necessaria qualità dell'aria) verrà trattata (raffreddata, deumidificata e post-riscaldata in estate, riscaldata, umidificata e post-riscaldata in inverno) in modo tale da controllare i carichi termici dell'ambiente. La rete di distribuzione dei canali per raggiungere le aule dai Roof Top a portata variabile preferiti alle UTA. A correrà in alcuni cavedi appositamente predisposti nell'edificio e nei controsoffitti dei corridoi e delle aule. La rete di alimentazione fluidi sarà a quattro tubi per avere la massima flessibilità in qualsiasi periodo dell'anno.

Per gli uffici, studi e spazi comuni per studenti, laboratori di informatica e linguistici l'impianto è di tipo misto con distribuzione di aria primaria e unità terminali di trattamento (ventilconvettori) a pavimento o cassette in controsoffitto secondo le esigenze architettoniche. L'aria primaria immessa leggermente sottoraffreddata e deumidificata sia d'estate che d'inverno controllerà i rinnovi e i carichi latenti dei locali, le unità terminali avranno la funzione di bilanciare i carichi sensibili. Anche la rete di distribuzione fluidi dei ventilconvettori sarà a quattro tubi.

Nei laboratori didattici l'impianto sarà a fan-coils con aria di rinnovo esterna (6 voi/h). In questi locali l'aria oltre ai compiti di ventilazione e controllo della qualità dell'aria ha lo scopo di integrare l'estrazione delle cappe quando queste sono in funzione. L'impianto varierà la quantità di aria estratta in base al funzionamento o meno delle grazie cappe chimiche mantenendo il locale sempre in leggera depressione. I fluidi occorrenti alle UT A ed ai fan-coils saranno, anche in questo caso, distribuiti con rete a quattro tubi per dare la maggior flessibilità impiantistica.

Una particolare attenzione sarà data a soddisfare un'efficace azione di manutenzione delle apparecchiature sia come spazi necessari ai controlli e agli interventi, sia come scelta della tipologia delle apparecchiature.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	21 di 65

## 5.1 Centrale termofrigorifera

La centrale termofrigorifera sarà realizzata al livello copertura. La produzione del fluido termico, occorrente sia per il ciclo estivo sia per quello invernale, sarà garantita da pompe di calore del tipo "polivalente" per la produzione dei fluidi caldi e freddi in qualsiasi periodo dell'anno. Le pompe di calore di adeguata potenzialità funzioneranno a gas ecologico (R134a, R407C o R410A), saranno del tipo aria/acqua a ventilatori elicoidali silenziate.

Al piano copertura, in apposito locale, verrà installata anche tutta la componentistica a corredo dell'impianto, costituita da :

- addolcitore per carico dell'impianto;
- collettori di mandata e ritorno;
- elettropompe a portata variabile per circolazione forzata dell'acqua;
- quadro elettrico di potenza e regolazione,
- organi di sicurezza e regolazione.

In alternativa alla soluzione tradizionale con gruppi frigo polivalenti ed unità di trattamento singole , è stato scelto un sistema innovativo di tipo idronico, definito CLIVET 4P SYSTEM, in grado di rispondere in modo flessibile ed economico all'esigenza della produzione contemporanea di energia termica e frigorifera nei sistemi di climatizzazione idronici a quattro tubi.

Il sistema CLIVET 4P SYSTEM è realizzato con una unità standard a pompa di calore aria-acqua (WSAN-SC) dotata di una sezione di recupero frigorifera acqua-acqua dimensionata in base alla massima richiesta contemporanea prevista di carico termico e frigorifero.

Quando dall'impianto vi è richiesta contemporanea di energia termo-frigorifera la sezione ad acqua del CLIVET 4P SYSTEM, provvede a produrre la parte di energia termica o frigorifera che può essere soddisfatta alla sezione a pompa di calore aria-acqua è demandata la produzione della quota parte rimanente di energia frigorifera o termica.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	22 di 65

Il sistema non prevede le notevoli complicazioni frigorifere tipiche delle cosiddette unità "polivalenti, come i recuperatori di calore e le numerose valvole di scambio e di intercettazione, ma è costituito da pompe di calore aria-acqua il cui circuito frigorifero di una sola valvola di inversione a quattro vie, ed in genere da una unità frigorifera acqua-acqua.

Il CLIVET 4P SYSTEM è modulare e configurabile in base alle reali richieste di carico dell'impianto ed ai diversi andamenti della richiesta di carico termico e frigorifero in funzione dei periodi stagionali; comprende oltre al controllo delle valvole di scambio motorizzate idrauliche a tre vie ed i circolatori delle macchine.

Ogni unità a pompa di calore viene fornita completa di elettropompe montate a bordo e idraulicamente si presenta con quattro attacchi, due per la mandata dei fluidi caldo e freddo e due per il ritorno. Le unità sono inoltre provviste di valvole a tre vie idrauliche motorizzate per consentire alla pompa di calore di lavorare sia sul circuito caldo che sul circuito freddo. Le unità acqua-acqua sono sempre fornite con circolatori montati a bordo.

### **5.1.1 REGOLAZIONE DELLE UNITÀ 4P**

Il controllo "Clivet 4P Management System" predilige il funzionamento del recupero energetico acqua-acqua, attuando una gestione integrata delle risorse disponibili ed una scelta sulla distribuzione del carico corrispondente all'ottimale dal punto di vista energetico, il controllo avviene attraverso la rilevazione delle temperature di ritorno e mandata dei fluidi caldo e freddo dell'impianto.

Il controllo del sistema attua la sua logica nel mantenimento dei set point impostati per le temperature dei circuiti caldo e freddo in mandata all' impianto di climatizzazione e nella gestione delle risorse disponibili in funzione delle temperature di ritorno.

Si possono distinguere quattro modi di funzionamento del sistema :

- a. Produzione contemporanea di energia termica e frigorifera
- b. Produzione contemporanea di energia frigorifera e termica per il preriscaldamento dell'acqua calda sanitaria
- c. Produzione di sola energia frigorifera
- d. Produzione di sola energia termica

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	23 di 65



## **MODO A: (scelto per le ns. esigenze)**

### **PRODUZIONE CONTEMPORANEA DI ENERGIA TERMICA E FRIGORIFERA**

Il sistema di controllo "Clivet 4P Management System" opera rilevando che i set point caldo e freddo siano contemporaneamente verificati.

Quando i set point caldo e freddo non sono contemporaneamente soddisfatti l'unità acqua-acqua del sistema è chiamata a funzionare con priorità rispetto alle unità a pompa di calore ad aria.

L'unità ad acqua è dimensionata per rispondere al massimo carico termico e frigorifero richiesti dall'impianto in condizioni di contemporaneità, quindi il sistema di gestione ne parzializza le risorse al fine di soddisfare la richiesta di carico o termico o frigorifero fino al raggiungimento di uno dei due set point.

Il carico termico o frigorifero non soddisfatto dall'unità di recupero ad acqua è coperto con le risorse delle unità a pompa di calore ad aria.

Se sull'impianto sono presenti più di una unità a pompa di calore ad aria il sistema di gestione oltre ad ottimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili al fine di enfatizzare il rendimento energetico e l'omogeneità dei tempi di funzionamento, ne gestisce con priorità la rotazione per minimizzarne le inversioni di ciclo.

### **VANTAGGI DEL SISTEMA**

Rispetto alle soluzioni più conosciute il "Clivet 4P System" è caratterizzato da grande semplicità costruttiva, privo delle complicazioni frigorifere che consentono gli scambi di funzionamento e privo di recuperatori di calore interposti entrambi punti deboli proprio delle tradizionali unità frigorifere a quattro tubi.

La semplicità concettuale del sistema è indice di maggiore affidabilità, le fasi transitorie di funzionamento di un sistema tradizionale caratterizzato da elevato numero di valvole di scambio e di recuperatori di calore sono caratterizzate da grandi quantità di liquido che possono raggiungere pericolosamente l'aspirazione dei compressori. La semplicità costruttiva è indice ancora di maggiore affidabilità del prodotto. si pensi al ridotto numero di saldature.

La semplicità del sistema incide anche sull'efficienza termodinamica che non è penalizzata dalle irreversibilità rappresentate da valvole di scambio e recuperatori termici.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	24 di 65

L'efficienza del sistema è inoltre enfatizzata ai carichi parziali dalla tecnologia multi-scroll caratterizzata da rendimenti crescenti al diminuire del carico termico o frigorifero richiesto.

La grande capacità di parzializzazione e di risposta istantanea del Clivet 4P System consente di seguire puntualmente l'andamento del carico senza la necessità di prevedere accumuli termici, ne caldi ne freddi. "

Al contrario i sistemi tradizionali producono istantaneamente più energia termica o frigorifera di recupero di quella richiesta generalmente dall'impianto, imponendo un regime di continuo scambio di funzionamento da recupero a pompa di calore o chiller e viceversa. *(Ad esempio rispondendo al carico frigorifero estivo i sistemi tradizionali rendono disponibile istantaneamente una quantità di energia termica di recupero superiore del 400% rispetto al reale fabbisogno, dovuto in genere al solo post riscaldamento.)* La regolazione dell'energia termica recuperata può quindi avvenire solo con continua commutazione di funzionamento dell'unità tradizionale da condensazione ad aria a recupero, o prevedendo negli impianti accumuli termici di grande capacità altrimenti inutili.

L'unità dedicata alla produzione contemporanea di energia termofrigorifera del sistema 4P è ottimizzata per lavorare sempre allo stesso livello di pressione di evaporazione e condensazione, determinate dalle temperature dell'anello freddo e dell'anello caldo, così anche la pompa di calore ad aria; questa ottimizzazione consente di produrre l'energia termo-frigorifera con il massimo dell'efficienza. Le unità tradizionali polivalenti sono invece costrette a lavorare con livelli di pressione in evaporazione e condensazione estremamente variabili, dovendo scambiare tra funzionamento in recupero su entrambi i circuiti idronici, e funzionamento in solo caldo o solo freddo. Ne consegue che i circuiti frigoriferi di una unità polivalente dovranno necessariamente inseguire il compromesso tra il funzionamento acqua-acqua ed il funzionamento aria-acqua, con notevole perdita di efficienza.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	25 di 65

La centrale Spinchiller polivalente sarà pertanto composta da 2 sistemi indipendenti :

**A) CNR**

Locale	Potenze richieste			P. aria Mc/h	N° UTA/ F.Colis	Potenze Elettriche
	KWt	KWf	KWt Post			KW el.
Fancoils 4 tubi	65	177			60	4,8
Lab. Corpo C 3°P UTA	80	95	40	11.000	1	5,5
Lab. Corpo C 2°P UTA	80	95	40	11.000	1	5,5
<b>TOTALE :</b>	<b>225</b>	<b>367</b>	<b>80</b>			<b>15,6</b>

Tipologia	Potenze installate KWt	KWf	P.el KW	Serie	N°
Gruppo frigo acqua-acqua	(*) 87,0	69,5	17,1	WRH 242	1
Pompa di calore aria-acqua	305,9	342	125,7	WSAN-XSC 135 F	1
<b>TOTALE :</b>	<b>392,5</b>	<b>411,5</b>	<b>142,8</b>		<b>2</b>

**B) FACOLTA'**

Locale	Potenze richieste			P. aria mc/h	N° UTA/ F. Colis	Potenze Elettriche
	KWt	KWf	KWt			KW el.
Laboratori corpo B UTA	196	223	100	22.800	1	11,0
Laboratori corpo C UTA	196	223	100	22.800	1	11,0
Aria primaria UTA	58	66	32	7.000	1	3,0
Fancoils 4 tubi	340	700			162	12,5
<b>TOTALE :</b>	<b>790</b>	<b>1212</b>	<b>232</b>			<b>37,5</b>

Tipologia	Potenze installate KWt	KWf	P.el KW	Serie	N°
Gruppo frigo acqua-acqua	(*) 259,2	212	46,5	WSH 70 D	1
Pompa di calore aria-acqua	305,9	342	125,7	WSAN-XSC 135 F	1
Pompa di calore aria-acqua	305,9	342	125,7	WSAN-XSC 135 F	1
Pompa di calore aria-acqua	305,9	342	125,7	WSAN-XSC 135 F	1
<b>TOTALE :</b>	<b>1176,9</b>	<b>1236</b>	<b>423,6</b>		<b>4</b>

(\*) potenza termica di recupero

(°) aria entrante allo scambiatore esterno a 32°

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	26 di 65

In particolare :

- 1 macchina aria-acqua WSAN XSC 135 F a pompa di calore e 1 refrigeratore WRH 342 condensato ad acqua, verranno destinate alla produzione di energia termofrigorifera destinata alle unità di aria primaria dei laboratori corpo B – C e sala lettura – spazio studenti e fancoils, installati sui 2 piani del CNR
- 3 macchine aria-acqua WSAN XSC 135 F a pompa di calore, abbinata a 1 refrigeratore WSH SC 70 D, verrà destinato alla produzione di energia contemporanea calda-freddo (4 tubi) della sezione fancoils installati nella struttura universitaria .

#### **N.B.**

Tutte la macchine in pompa di calore WSAN verranno fornite in versione supersilenziata (EN) con gas R 410 nella versione XSC o nella versione SC con gas R 407.

#### **Pompe di calore aria-acqua serie WSAN-SC**

Le pompe di calore scelte sono aria-acqua della serie Spinchiller per installazione esterna, super-silenziate con struttura portante in acciaio zincato a caldo e verniciata, pennellatura esterna in alluminio preverniciato, compressori ermetici di tipo Scroll in vano insonorizzato e con riscaldatore dell'olio. Fluido refrigerante R 410a, o R 407, quadro elettrico e regolazione e controllo a microprocessore con interfaccia utente, scambiatore interno a piastre saldobrasate inox completo di circuito di sottoraffreddamento, ventilatori esterni di tipo Ecobreeze con motori a c.c. con griglie di protezione.

Completano la macchina :

- Kit antivibranti di base a molla
- Griglie di protezione batterie e vano compressore
- Valvole di espansione elettroniche
- Modulo di comunicazione seriale RS 485 periferico
- Monitore di fase
- Condensatori di rifasamento

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	27 di 65

## Gruppo refrigeratore acqua-acqua serie WSH-SC

Il gruppo refrigeratore acqua-acqua scelto della serie Spinchiller per installazione esterna, supersilenziato con struttura portante in acciaio zincato a caldo e verniciata, pannellatura esterna in alluminio preverniciato, compressori ermetici di tipo Scroll in vano insonorizzato e con riscaldatore dell'olio. Fluido refrigerante R 407, quadro elettrico e regolazione e controllo a microprocessore con interfaccia utente, scambiatore interno a piastre saldobrasate inox completo di circuito pressostato differenziale di sicurezza e resistenza al gelo.

Completano la macchina :

- Kit antivibranti di base a molla
- Valvole di espansione elettroniche
- Modulo di comunicazione seriale RS 485 periferico
- Monitore di fase
- Condensatori di rifasamento

**confronto fra il sistema di produzione di energia termofrigorifera con gruppi polivalenti riportati in progetto ed il sistema spinchiller 4 P proposto :**

COP GRUPPO POLIVALENTE = 365 KWf/176 KWel = 2,08

COP POMPA CALORE SPINCHILLER = 342 KWf/125,7 KWel = 2,72

### ▪ CARICHI ELETTRICI SOLUZIONE PROPOSTA

Roof Top	630,7 KW	
UTA	36 KW	(11 KW CNR + 25 KW FAC.)
CNR	140,4 KW	
FACOLTA'	416,5 KW	
FANCOILS	12,5 KW	
POMPE	81,5 KW	
VENTILATORI	22 KW	
<b>TOTALE</b>	<b>1326,0 KW</b>	

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	28 di 65

## ▪ CARICHI ELETTRICI SOLUZIONE DI PROGETTO

UTA	137 KW
ACCESSORI	8,1 KW
GRUPPI POLIV.	1056 KW
VENTILATORI	22 KW
FANCOILS	12,5 KW
POMPE	186 KW
<b>TOTALE</b>	<b>1421,6 KW</b>

Da questi dati essenziali delle potenze elettriche installate, considerando il sistema a pieno carico , l'efficienza energetica globalmente risulta la seguente :

$\varepsilon_{en.} = 2238 \text{ KWf}/1326,0 \text{ KWel.} = 1,69$  (sistema pinchiller)

$\varepsilon_{en.} = 2238 \text{ KWf}/1421,6 \text{ KWel.} = 1,57$  (sistema polivalente)

## RISPARMIO ENERGETICO A PIENO CARICO ~ 7,0 %

Se a tali valori aggiungiamo la considerazione che :

- a parità di coefficiente di contemporaneità di utilizzo delle aule della struttura, la possibilità di escludere il funzionamento di uno dei Roof-Top, con immediata riduzione del carico elettrico, senza alcuna inerzia termica del sistema composto da UTA e gruppi polivalenti , dotati di compressori semiermetici, anziché scrool a gradini
- le utenze saranno soggette a pieno carico solo per minima parte del periodo di climatizzazione sia estiva che invernale, si evince che il miglioramento energetico della struttura globalmente aumenta oltre il 20 %.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	29 di 65

## 5.2 impianto climatizzazione a ventilconvettori ed aria primaria

Le unità di trattamento aria sono collocate sul solaio di copertura con presa d'aria direttamente dall'esterno.

Le principali caratteristiche delle UTA prescelte saranno le seguenti (per una più completa descrizione si rimanda ai grafici progettuali): - sezione ventilante di ripresa a portata costante con pressostato differenziale per allarme mancanza flusso o scattata protezione termica per le UTA a servizio dei laboratori-uffici :

- sezione con serranda motorizzata per presa aria esterna
- sezione filtrante con filtri piani (classe di efficienza EU3)
- sezione filtrante con filtri a tasche (classe di efficienza EU7) e pressostato differenziale per allarme intasamento filtri
- sezione batteria di pre-riscaldamento ad acqua calda con regolazione a punto fisso tramite valvola a due vie dotata di servocomando modulante asservito a sonda di temperatura da canale
- sezione batteria di raffreddamento e deumidificazione ad acqua refrigerata con regolazione a punto fisso tramite valvola a due vie dotata di servocomando modulante asservita a sonda di temperatura da canale
- sezione di umidificazione adiabatica a pacco senza ricircolo asservita a sonda di umidità di relativa da canale posta sul canale di ripresa. - sezione di separazione di gocce a una piega e vaschetta di raccolta condensa - sezione batteria di postriscaldamento ad acqua calda con regolazione tramite valvola a due vie dotata di servocomando modulante asservita a sonda di temperatura da canale.
- sezione ventilante di mandata a portata variabile per le UTA dell'aria primaria corpo B e C e dei laboratori con sonda di pressione a canale per mantenere costante la pressione immediatamente a valle dell'UTA stessa;
- sezione fonoassorbente statica di mandata per l'attenuazione dei rumori trasmessi attraverso gli impianti di climatizzazione ad aria

Tutte le UTA delle sono dotate di batterie di post-riscaldamento per il mantenimento degli ambienti alla temperatura di progetto. la regolazione delle batterie di postriscaldamento sarà gestita da una valvola miscelatrice a due vie con servocomando modulante asservita al regolatore provvisto di sonda ambiente o di sonda da canale

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	30 di 65

posta sul canale di ripresa dalla zona da controllare.

Tutte le UT A sono dotate di silenziatori del tipo a setti fonoassorbenti in lana minerale posti sui canali di ripresa e mandata.

L'allegato D del DPR n° 412/93 non impone l'uso di recuperatori di calore per località con numero di gradi giorno pari a 1034 (Napoli).

Le UTA sono costruite con telaio in acciaio zincato con pannellature composte da poliuretano da 50 mm di spessore interposto tra due facce di acciaio zincato (interna) e acciaio rivestito e preverniciato (esterna). Saranno del tipo per installazione interna.

Ogni UT A sarà dotata di quadro elettrico di potenza e regolazione.

### **5.3 Elettropompe**

Le elettropompe delle linee di distribuzione saranno a numero di giri variabile del tipo monoblocco in linea nella esecuzione doppia, per garantire la necessaria affidabilità di funzionamento. Saranno tali da garantire sul circuito più sfavorito sempre la stessa prevalenza al variare del carico termico delle utenze e quindi dell'apertura/chiusura delle valvole a due vie.

Tale soluzione garantisce un netto risparmio energetico rispetto alle pompe funzionanti a numero di giri costante adeguando il consumo elettrico dovuto alla circolazione dei fluidi alle effettive esigenze.

Le elettropompe dei gruppi frigo saranno del tipo tradizionale, a portata costante e entreranno in funzione in contemporanea con l'accensione dei gruppi stessi in relazione all'effettivo carico necessario per il raffreddamento/riscaldamento dell'edificio.

Tali elettropompe saranno dotate di filtri, valvole di ritegno, manometri indicatori, saracinesche di intercettazione a flusso avviato in ghisa flangiata PN 10, giunti antivibranti, supporti antivibranti e di ogni altro accessorio d'uso. La caratteristica portata-prevalenza di tali elettropompe ed il posizionamento delle stesse nel circuito idraulico sarà tale da garantire la costanza della portata. La prevalenza delle elettropompe installate sarà calcolata sul reale andamento planimetrico dei circuiti di alimentazione fluidi termovettori. Tutte le elettropompe installate avranno un grado di protezione IP54 per poter essere installate alle intemperie. Le variazioni di volume dell'acqua conseguenti alle variazioni di temperatura saranno assorbite da un sistema di espansione costituito da 4 vasi chiusi del tipo a membrana da 200 lt. con cuscino di azoto avente una capacità tale da indurre nell'impianto, in corrispondenza della

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	31 di 65



massima variazione di volume, una sovrappressione non inferiore a 1,5 kg/cmq. Tali vasi saranno collegati stabilmente ai collettori di ritorno dell'impianto con tubazione priva di organi di intercettazione ed alla rete idrica principale mediante interposizione di apposito regolatore di pressione, valvola di ritegno, manometri indicatori, saracinesche di intercettazione. Tutti i vasi di espansione saranno muniti di accessori di riempimento, di separazione dell'aria e di sicurezza, secondo le norme ISPEL.

Le tubazioni in acciaio nero UNI 8863 sono state dimensionate imponendo, come prima specificato, un salto di temperatura tra mandata e ritorno di 5°C su quello dei mobiletti ventilconvettori. E' stata imposta una velocità dell' acqua inferiore ad 1,5 m/s ed una perdita di carico distribuita di circa 100-130 Pa per metro di tubazione.

Tutte le tubazioni, provate idraulicamente ad 1,5 volte la pressione non inferiore ad 1,5 volte la pressione d'esercizio, saranno accuratamente verniciate con doppia mano di vernice antiruggine. Le tubazioni calde e fredde saranno coibentate con coppelle di polietilene espanso di vario spessore a seconda dei diametri e della posa e ricoperte di lamierino di alluminio, per la rete esposta alle intemperie.

#### **5.4 Impianto di climatizzazione a tutt'aria a servizio delle aule- aula magna**

In alternativa alle UTA tradizionale con batterie di pre – frigo e post riscaldamento, è stata adottata la soluzione progettuale, che prevede l'impiego di condizionatori autonomi in pompa di calore, con recupero di calore, raffreddati ad aria "Roof Top", marca CLIVET serie CSNX idonei per ambienti ad elevato affollamento, ove è necessario avere un'elevata percentuale di aria esterna per garantire i ricambi-ora previsti ed un controllo di temperatura ed umidità.

Le caratteristiche tecniche principali delle macchine sono :

- Recupero termodinamico attivo
- Filtri a tasche (secondo stadio F7)
- Batteria di post-riscaldamento a gas caldo
- Umidificatore a pacco evaporante con acqua a perdere
- Silenziatori a setti lato mandata aria e lato ripresa aria
- Pressostato intasamento filtri
- Controllo della qualità dell'aria (CO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> + VOC) in funzione dell'affollamento
- Controllo a microprocessore

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	32 di 65

- Interfacciamento con sistema BMS

Risparmio energetico ottenibile con :

- Recupero di calore di tipo attivo dell'aria espulsa
- Controllo automatico della portata aria
- Sistema automatico di controllo dinamico dei cicli di sbrinamento
- Ventilatori con controllo elettronico a minimo consumo di energia
- Free-cooling entalpico con comparazione indipendente di T° - U% assoluta

Le unità scelte di marca CLIVET serie CSNX sono le seguenti :

Locale	Potenze richieste		P. aria mc/h	Serie CSNX	N°	PRESTAZIONI				
	KWt	KWf				Aria trattata	Aria est.	KWf	KWt	KW el.
Aula Magna P.T.	99	130	14.000	362	1	15.000	10.600	122	95	53,9
Aula Magna 1°P	99	130	14.000	362	1	15.000	10.600	122	95	53,9
Aula doppia 150 P	23x2	29x2	2 x 3000	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 100 P	23x2	29x2	2 x 3000	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 150 P	23x2	29x2	2 x 3000	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 100 P	23x2	29x2	2 x 3000	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 100 P	15x2	20x2	2 x 2200	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 100 P	15x2	20x2	2 x 2200	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula doppia 100 P	15x2	20x2	2 x 2200	82	2	2 x 3200	2 x 2500	2 x 30	2 x 24	17 x 2
Aula media 300 P	47x2	60x2	2 x 6500	182	2	2 x 6800	2 x 4760	2 x 59	2 x 49	25,9 x 2
Aula media 300 P	47x2	60x2	2 x 6500	182	2	2 x 6800	2 x 4760	2 x 59	2 x 49	25,9 x 2
Aula media 300 P	47x2	60x2	2 x 6500	182	2	2 x 6800	2 x 4760	2 x 59	2 x 49	25,9 x 2
Aula singola 150 P	55	60	6500	182	1	6800	4760	59	49	25,9
Aula singola 150 P	55	60	6.500	182	1	6.800	4760	59	49	25,9
Aula singola 150 P	55	60	6.500	182	1	6.800	4760	59	49	25,9
<b>TOTALE :</b>	<b>1013</b>	<b>1272</b>			<b>27</b>			<b>1313</b>	<b>1065</b>	<b>630,7</b>

L'impiego di tali macchine prevede il solo asservimento elettrico con notevole risparmio di tubazioni in copertura per il collegamento alle batterie previste per le UTA e conseguente risparmio energetico per la ridotta inerzia termica del sistema di produzione .

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	33 di 65

Tutte le aule di lezione sono dotate di impianto di climatizzazione a tutt'aria con ricircolo a portata variabile con sezione di miscela. Ogni aula avrà dedicata un Roof top unico per un totale di 27 unità dedicate di varie portate d'aria.

Il controllo termico per ogni aula avverrà automaticamente dal sistema di gestione del Roof top, che sarà interfacciato con il sistema centrale di supervisione. I parametri controllati sono gli stessi previsti per le UTA.

Nelle aule verrà prevista una schermatura delle superfici vetrate che abbassi il valore di trasmissione dell'irraggiamento solare incidente sulle stesse in relazione al fatto che per tali aule la superficie vetrata è molto grande e che l'orientamento è molto gravoso dal punto di vista dei carichi termici estivi.

Le canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'impianto saranno in lamiera di acciaio zincato, avranno origine dai Roof top e viaggeranno nei cavedi predisposti fino alle aule da trattare. le canalizzazioni saranno rivestite con pannelli in poliuretano o in lastre di polietilene in classe 1 di reazione al fuoco e rivestimento in lamierino di alluminio da 6/10 di mm. All'interno dell'edificio l'isolamento dei canali (dei due tipi indicati in precedenza) sarà rivestito in lamierino di alluminio da 6/10 di mm per i tratti correnti in vista e nei cavedi accessibili.

Ogni volta che la canalizzazione incontra una struttura delimitante un compartimento, è interposto sul canale in corrispondenza della struttura stessa una serranda tagliafuoco del tipo omologato REI 120.

La chiusura di dette serrande avviene tramite un fusibile termico e contatto di fine corsa connesso in serie con una linea attivante l'allarme.

La distribuzione dell'aria di mandata nelle aule avverrà tramite canalizzazioni correnti entro finte travi ai due lati delle stesse e bocchette di mandata a doppio ordine di alette dotate di serrande di taratura, la ripresa avverrà tramite canalizzazioni passanti nelle aule con ripresa a terra con griglie di ripresa a semplice ordine di alette inclinate a 45° dotate di serranda di taratura.

Tutte le macchine a servizio delle aule hanno la possibilità di funzionare a tutto ricircolo per permettere una più veloce messa a regime mattutina e per l'eventuale raffreddamento gratuito delle strutture delle aule in estate nel periodo notturno.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	34 di 65

## 5.5 Impianto di climatizzazione a servizio dei laboratori

L'impianto di climatizzazione a servizio dei laboratori didattici sarà di tipo misto. All'aria di rinnovo sarà assegnato il compito del controllo della qualità dell'aria all'interno degli ambienti, con un ricambio minimo pari a 6 vol/h (l'aria sarà ricambiata all'interno del laboratorio ogni 10 minuti). L'aria sarà immessa in condizioni neutre (24°C 50% in estate e 20°C 50% in inverno) dopo essere stata opportunamente trattata nelle Unità di Trattamento dedicate.

I locali laboratorio saranno tenuti in leggera depressione rispetto agli ambienti circostanti, questo per evitare fuoriuscite di inquinanti; la ripresa dell'impianto di condizionamento sarà in comunione con l'estrazione delle cappe, attraverso un sistema di commutazione all'accensione dell'estrazione delle cappe chimiche corrisponderà la diminuzione della ripresa dell'impianto di condizionamento in quantità tale da lasciare i locali sempre in depressione, utilizzando 2 serrande motorizzate disposte sui 2 canali di estrazione ( cappa – bocchetta di estrazione locale). L'aria estratta dal locale verrà portata in copertura ed 'espulsa dopo essere stata opportunamente filtrata.

Il controllo delle condizioni termo-igrometriche sarà affidato alle unità terminali costituiti da mobiletti ventilconvettori installati a parete o a soffitto a seconda delle esigenze ed alimentati da un impianto a quattro tubi tale da assicurare in qualsiasi periodo dell'anno lo smaltimento dei carichi interni o il normale riscaldamento durante il periodo invernale.

Le quantità di radioisotopi presenti nei laboratori non prevedono particolari precauzioni oltre quelle riportate in progetto ad eccezione della camera calda al 2°P.

## 5.6 Camera calda con impiego di isotopi radioattivi non sigillati.

### **ZONA CONTROLLATA**

La camera calda della Facoltà è destinata all'impiego di sostanze radioattive non sigillate e pertanto tali ambienti saranno sigillati e compartimentali rispetto all'esterno. *Pertanto la camera calda sarà dotata di filtro di decontaminazione REI 120 dotato di porta tagliafuoco REI 120, di L = 1,0 mt, apribile verso l'esterno e dotata di maniglione antipanico ed autochiusura.*

*Il filtro di accesso esclusivo alla camera è previsto in base alla norma D.Lgs. n° 241/00 e n° 230/95 con ampiezza pari all'incirca alla camera calda, dove l'operatore possa cambiarsi e posare gli abiti da lavoro senza contaminare l'area esterna.*

*Il disimpegno-filtro sarà dotato di monitor di controllo MPV*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	35 di 65

La pavimentazione e le pareti saranno rivestite in materiale lavabile, impermeabile ed ignifugo, con superfici continue ed a spigoli arrotondati superiormente ed inferiormente. L'aria immessa dalla UTA in ambiente attraverserà la serranda tagliafuoco REI 120 posta in corrispondenza della parete confinante con il corridoio, dimensionata a 350 mc/h; mentre il canale di estrazione sarà dotato anch'esso di filtro assoluto in corrispondenza della parete divisoria fra camera calda e disimpegno, e di serranda tagliafuoco REI 120. In definitiva ogni canalizzazione (mandata ed estrazione) verrà dotata di 1 filtro assoluto cad. e 3 serrande tagliafuoco REI 120. (1 sulla mandata e 2 sulla estrazione) .

#### **CARATTERISTICHE FILTRO ASSOLUTO :**

**Filtro assoluto classe H 14 (classificazione HEPA )**

**DF  $\geq$  100.000**

**EI  $\geq$  99,999 % (DOP 0,3  $\mu$ m)**

**Filtro assoluto serie DELTA mod. AB (HEPA) per flussi laminari**

La climatizzazione della camera calda verrà derivata dall'impianto a tutt'aria esterna di climatizzazione estiva ed invernale prodotto dalla UTA ad aria primaria a servizio dei laboratori del corpo C 2°P e 3°P . I ricambi d'aria previsti per la camera calda sono 6-8 ricambi/ora a tutt' aria esterna, con estrazione separata, in modo da creare una leggera depressione 10-15% verso l'ambiente esterno .

L'aria estratta dal canale a soffitto a vista con canalizzazione indipendente, attraverserà la serranda tagliafuoco REI 120 posta in corrispondenza delle pareti del disimpegno, sarà dimensionata a circa 400 mc/h e filtrata con filtro assoluto. Sia il canale di mandata che di estrazione saranno dotati di ventilatore centrifugo supplementare tarato a (350 mc/h -  $\Delta$ P 120÷400 Pa) dotato d'inverter, che autoregoli tramite pressostato differenziale la spinta d'aria proporzionalmente all'intasamento dei filtri assoluti; spie luminose avviseranno il superamento dei dati di pressione impostati (filtri intasati) e la loro sostituzione. Inoltre un pressostato ambiente rileverà il gradiente negativo di pressione all'interno della camera rispetto all'esterno e quindi ne consentirà l'ingresso nella camera calda senza pericolose fuoriuscite di aria contaminata.

### **5.7 Impianto di climatizzazione misto a servizio degli uffici/studi**

L'impianto a servizio degli uffici sarà di tipo misto a fan-coils ed aria primaria. A l'aria, che sarà interamente prelevata dall'esterno e opportunamente trattata viene dedicato il compito di provvedere alla ventilazione degli ambienti ( controllo della qualità dell'aria) ed il controllo dell'umidità relativa degli ambienti; ai ventilconvettori installati viene affidato il compito di abbattere i carichi sensibili in ambiente. I fan-coils sono del tipo a doppia batteria ( 4 tubi) con regolazione della temperatura gestita da valvola a 2 vie On/off.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	36 di 65

Ogni fancoil sarà dotato di scarico di condensa collegato alla rete annegata sotto pavimento realizzata in tubi di PVC rigido di diametro variabile da DN 15 a DN 32 raccordati e confluenti nelle pluviali disposte perimetralmente all'edificio

In ogni ambiente sarà installato uno o più mobiletti ventilconvettori a batteria doppia alimentata da doppio circuito fornente acqua calda in inverno e refrigerata in estate. I mobiletti saranno installati in idonea posizione come da grafici di progetto, e saranno dotati di involucro in lamiera di acciaio verniciato a fuoco. I fluidi termovettori , acqua calda e refrigerata, mantenuti in circolazione da coppie di elettropompe (una di riserva) saranno prelevati dal circuito principale, mediante un sistema a "spillamento" ed inviati con circuiti separati alle unità di trattamento dell'aria ed ai ventilconvettori.

All'unità di trattamento l'acqua calda giungerà alla temperatura di 45°C; la temperatura di ritorno sarà funzione del carico 40°C; l'acqua fredda giungerà alla temperatura di 7°C, con temperatura di ritorno, funzione del carico di circa 12°C.

Per ciascun ambiente o porzione di ambiente (se di grandi dimensioni) sarà prevista una unità di regolazione della temperatura ambiente occorrente su uno o più ventilconvettori. La regolazione sarà effettuata mediante 1 valvola a 2 vie su ogni batteria, asservita a regolatore comandato da sonda in ambiente .

Un commutatore estate-inverno invertirà il senso di azione di tutti i regolatori automaticamente al cambiamento di stagione. Al fine di ridurre il livello di rumore negli ambienti la scelta della taglia dei mobiletti ventilconvettori sarà effettuata in funzione della resa alla velocità media e controllando le prestazioni alle velocità massime per le condizioni di messa a regime. Le tubazioni di alimentazione dei ventilconvettori sono in rame coibentato, derivate dalle centraline di distribuzione poste nei corridoi o disimpegni, alimentate dai collettori in acciaio nero coibentato UNI 8863, posati nella controsoffittatura del piano e seguiranno i percorsi indicati sui disegni e saranno opportunamente coibentate con materiale isolante del tipo a base di sostanze sintetiche pure con struttura a cellule chiuse contenenti un gas inerte che ne eleva il potere isolante ed impedisce la formazione di condensa costituendo una perfetta barriera al vapore. L'unità di trattamento dell'aria primaria, ad elementi componibili , a doppia pannellatura, del tipo per esterno isolata acusticamente, dotata di appoggi antivibranti e giunti di collegamenti elastici con i canali sarà essenzialmente costituita da :

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	37 di 65

- sezione di presa aria esterna con serranda
- sezione filtri a rullo ad avanzamento pressostatico
- batteria di preriscaldamento
- batteria di raffreddamento e deumidificazione
- sezione umidificazione adiabatica
- batteria di post-riscaldamento
- sezione ventilante di mandata aria a portata variabile

Tali condizioni consentiranno il controllo termoigrometrico ambientale operando peraltro in maniera più significativa sulla batteria del ventilconvettore, cui è demandato l'abbattimento di circa il 60 % del carico sensibile, lasciando all'aria primaria oltre la funzione del ricambio, quella dell'abbattimento di tutto il carico latente e di parte (circa 20 %) del carico sensibile. In regime invernale l'UTA, come già detto fornirà aria con temperatura ed umidità regolabili da 15° C e 70 % a 20°C e 50 % .Le valvole a tre vie delle batterie calde ed il sistema di umidificazione saranno regolati in modo da garantire all'uscita dell'unità le condizioni prefissate. In regime estivo le UTA forniranno, come già detto, aria a punto fisso, con temperatura di 16°C ed umidità relativa del 90 %. La valvola a tre vie delle batterie fredde sarà regolata in modo da garantire all'uscita dell'unità le condizioni prefissate. Il pre ed il post trattamento illustrati saranno assicurati mediante un sistema di regolatori e di sonde. Il termostato agente sulla valvola a 2 vie della batteria del fan-coil agirà in modo da ottenere aria in condizioni termoigrometriche tali da soddisfare le condizioni di progetto.

Al passaggio del regime invernale a quello estivo verrà ritarato il set-point dei regolatori per portarlo dai 20°C (T° ambiente invernale) ai 25-26°C (T° ambiente estiva). Tale ritaratura avverrà mediante ausilio del sistema di telegestione e controllo , che in funzione della temperatura esterna eleverà, nel periodo estivo, il valore del set-point.

I canali di distribuzione dell'aria in lamiera di acciaio zincata saranno coibentati internamente mediante lastre termoisolanti costruite con schiuma di polietilene espanso, da 16 mm di spessore, onde garantire un adeguato isolamento ed insonorizzazione. Particolare cura si è avuta nella scelta di apparecchiature di diffusione dell'aria degli ambienti che consentiranno comunque condizioni operative soddisfacenti le prescrizioni acustiche.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	38 di 65

L'alimentazione elettrica di potenza dei ventilconvettori sarà prelevata direttamente dai quadri elettrici di piano a servizio dell'impianto elettrico generale.

#### **5.7.1 Incremento calore sensibile canali aria**

L'aria inviata in ambiente presenta una temperatura compresa fra 10°C e 15°C , pertanto il passaggio dei canali in ambienti non climatizzati provoca un aumento di T° dell'aria stessa, che riduce la sua capacità raffreddante; il calore così assorbito si può considerare come un aumento di calore sensibile ambiente , che si tramuta in un aumento di portata d'aria rispetto a quella richiesta.

Naturalmente i canali saranno coibentati come sopra.

#### **5.7.2 Fughe d'aria canali mandata**

Se le fughe d'aria si verificano in controsoffitti di ambienti non condizionati , per i canali di notevole lunghezza è preferibile incrementare la portata d'aria di 5-10 %.

Le bocchette di mandata aria saranno complete di serranda di taratura .Gli ambienti saranno mantenuti in leggera sovrappressione in modo da escludere la possibilità che vi entri aria non trattata. Il circuito principale di alimentazione in tubo nero coibentato correrà in apposito cavedio, ed ai piani sotto il pavimento galleggiante con una distribuzione orizzontale a ritorno inverso per. una migliore equilibratura dell'impianto. La coibentazione delle tubazioni nei cavedi sarà del tipo a base di sostanze sintetiche pure con struttura e cellule chiuse

### **5.8 IMPIANTO ESTRAZIONE ARIA PER I SERVIZI IGIENICI**

I servizi igienici saranno dotati di impianto di estrazione aria viziata.

La quantità di aria verrà aspirata dalle bocchette montate in alto direttamente sul canale di lamiera ed espulsa all'esterno per mezzo di elettroventilatore del tipo elicocentrifugo.

L'estrazione dell'aria sarà tale da garantire il rinnovo di 10 Vol/h nei servizi igienici .

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	39 di 65



## 6.0 PANNELLATURA AFONICA DI SBARRAMENTO ACUSTICO

La struttura in esame prevede la installazione in copertura di Roof-Top e pompe di calore aria-acqua, che sono sempre fonti di inquinamento acustico, come nel ns. caso dove il problema presenta particolare rilevanza, essendo la struttura insediata nei pressi della II Facoltà di medicina (circa 500 mt).

Le macchine termofrigorifere insediate sono :

<b>3°Piano copertura :</b>	(Livello di pressione sonora)
▪ Roof Top Clivet serie CSNX tipo 182	n° 11 (65 dBA)
▪ Roof Top Clivet serie CSNX tipo 82	n° 14 (63 dBA)

<b>4°Piano copertura :</b>	
▪ Roof Top Clivet serie CSNX tipo 362	n° 2 (70 dBA)
▪ Pompa di calore aria-acqua Clivet serie WSAN SC – 125 E	n°3 (68 dbA)
▪ Gruppo frigo acqua-acqua Clivet serie WSH SC – 75 C	n°1 (70 dbA)

<b>5°Piano copertura :</b>	
▪ Pompa di calore aria-acqua Clivet serie WSAN SC – 125 E	n°1 (68 dbA)
▪ Gruppo frigo acqua-acqua Clivet serie WRH 322	n°1 (66 dbA)

Tutte le macchine saranno fornite nella versione (EN) supersilenziata ad eccezione dei roof top, con livelli di rumore misurati ad 1 mt dalla sorgente ad unità a pieno carico, in campo aperto.

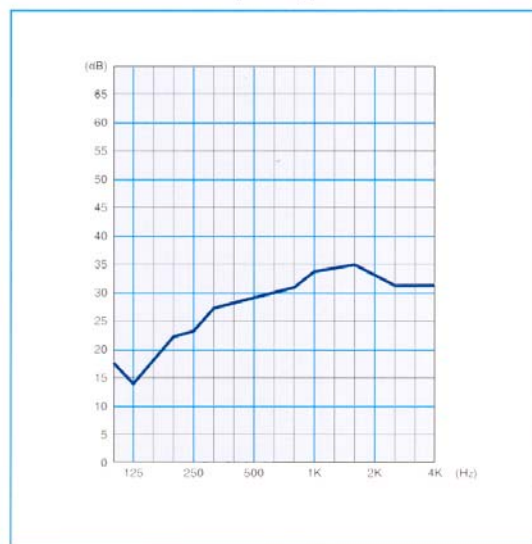
Per poter ridurre ulteriormente le emissioni sonore è stata prevista una pannellatura fonoassorbente realizzata in lamiera di ferro grecata preverniciata con microforatura variabile ed interposto strato coibente in lana di roccia, in corrispondenza delle macchine frigorifere e a pompa di calore.

Le pareti facilmente montabili si inseriscono in profilati HEA 140 fissati a terra, che hanno la funzione di supporto verticale, formano la barriera al rumore con una altezza minima di 3 mt.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	40 di 65

I gruppi frigo verranno perimetralmente circondati dalla barriera fonica , che consente un abbattimento del rumore medio di  $R_w = 32,2$  dB su un campo di frequenze medio-basse come si evince dal grafico allegato.

Potere fonoisolante. Sound-proofing power.



Indice di valutazione (ISO 717/1):  $R_w = 32,2$  dB  
Evaluation index (ISO 717/1):  $R_w = 32,2$  dB

Frequenza/Frequency (Hz)	R (dB)
100	18,0
125	14,0
160	18,7
200	22,3
250	23,2
315	27,9
400	28,7
500	29,6
630	30,3
800	31,0
1000	33,4
1250	34,6
1600	34,8
2000	33,2
2500	32,1
3150	31,8
4000	31,7

Inoltre è da tener presente che :

- i CSNX (roof top) installati sono dotati tutti di 2 compressori ermetici Scrool a 3 gradini di capacità, a spirale orbitante di protezione sul motore, particolarmente silenziosi. Inoltre sono dotati di pannellatura esterna in lega di Al. preverniciata tipo sandwich a doppia parete con interposto isolamento poliuretano sp. 30 mm.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	41 di 65

## 7.0 IMPIEGO DI VENTILATORI ED ESTRATTORI A 6 POLI

Oltre tali macchine termofrigorifere sono presenti in copertura 11 ventilatori cassonati di varie caratteristiche installati in copertura al fine di estrarre dagli ambienti di varia tipologia l'aria viziata.

### Ventilatori cassonati afonici

I ventilatori cassonati scelti sono con trasmissione a cinghia a doppia aspirazione con le canalizzazioni di distribuzione dell'aria e per ridurre le rumorosità degli impianti.

Sono realizzati per installazioni esterne con pannellatura a doppia parete in lamiera zincata con guarnizione perimetrale ed isolante con materassino in poliuretano espanso sp. 25 mm., giunto antivibrante, carrello tendicinghia, motore elettrico asincrono trifase IP 55.

Il ventilatore viene montato su supporti antivibranti in gomma e completo del giunto antivibrante sulla bocca premente, al fine di isolare completamente la struttura e l'impianto.

I modelli scelti sono stati surdimensionati, in modo da poter ottenere le stesse prestazioni di progetto, ma con un numero di giri della ventola inferiore, variando il rapporto di trasmissione alla cinghia, indipendentemente dalle caratteristiche del motore elettrico a 6 polarità.

In tal modo è stato possibile raggiungere una emissione sonora inferiore a parità di funzionamento .

In riferimento alle caratteristiche tecniche ,le tipologie di estrattori cassonati sono essenzialmente 2 :

- La serie AerService tipo CPR per portate medio elevate (1500 – 30.000 mc/h) e pressioni (da 200 a 1300 Pa) prevede giranti con pale curve rovesce in acciaio trattato e verniciato con trattamento epossidico .
- La serie AerService tipo CPA per portate medie (800 – 30.000 mc/h) e pressioni (da 100 a 800 Pa) prevede giranti con pale curve in avanti in acciaio trattato e verniciato con trattamento epossidico .

Entrambi le tipologie di estrattori sono dotate sulla bocca aspirante di silenziatore.

Le caratteristiche tecniche dei singoli estrattori accoppiati con giranti Nicotra sono riportate in allegato.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	42 di 65

## 8.0 SISTEMI ISOLAMENTO VIBRAZIONI – RUMORI TRASMESSI PER VIA SOLIDA

In copertura sono installati al 3° piano – 4° piano – 5° piano , sia gruppi frigo pompe di calore, che Roof-top del peso di circa 2 tons. cad.

La presenza di tali macchine oltre a pretendere una efficiente barriera acustica, come già relazionato, obbliga l'installatore a dover isolare le stesse dalle vibrazioni e rumore che si propagano nella struttura edilizia .

### **Adozione di un sistema di isolamento delle vibrazioni e dei rumori trasmessi per via solida.**

Il sistema consiste nel poggiare i basamenti dei gruppi in corrispondenza delle travi e di pilastri, su cui andranno a poggarsi travi di acciaio tipo HEA 200 o inferiore ed interporre tra la trave e la struttura metallica del gruppo una sospensione ad aria ,fissata su piastra , che consente di assorbire fino al 95 % delle vibrazioni e di non trasmetterle alla struttura ed al suo piano tecnico .

L'irrigidimento dei longheroni di base dei gruppi ha realizzato 3 obiettivi :

- Irrigidimento del telaio dei gruppi frigo contro flessioni-torsioni con riduzione del grado di libertà
- Aumento della massa statica e riduzione conseguente della frequenza del sistema
- Migliore distribuzione dei carichi sui punti di appoggio dei gruppi e scelta di supporti antivibranti omogenei per tipologia e dimensione.



**Sospensioni ad aria Gummimetal tipo Luftfedern**

Le sospensioni sono costituite da una robusta struttura cilindrica in acciaio solidale con la flangia di base predisposta per il fissaggio di base.

Nella parte superiore il cilindro in acciaio è vulcanizzato con una calotta di chiusura in elastomero e dotata di inserto filettato per il fissaggio alla macchina.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	43 di 65

Nel cilindro viene immessa aria compressa per il controllo dei cedimenti elastici della calotta e dell'isolamento delle vibrazioni.

Per evitare sfregamenti fra la flangia di base della sospensione e la struttura portante entrambe in acciaio, che avrebbe potuto dare origine a disturbi ad alte frequenze trasmissibili alle strutture sottostanti, è stata interposta una piastra in gomma costituita da 2 strati di elastomero con impronte scanalate antiscivolo dello spessore di circa 15 – 10 mm.

Questo tipo di sospensione risulta da esperienze precedenti da risultati di laboratorio altamente versatili, altamente dissipative e di comportamento omogeneo anche in presenza di carichi differenziati sui punti di appoggio.

Oltre al buon grado di isolamento è stato ottenuto un buon livello di smorzamento energetico delle onde vibratorie.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	44 di 65

## 9.0 PULIZIA DELLE RETI E DEGLI ELEMENTI DI DIFFUSIONE DELL'ARIA

La struttura in esame prevede una estesa rete di canalizzazioni di mandata aria – aria primaria – ripresa – estrazione forzata laboratori, etc....., con conseguente notevole costo sostenibile per le operazioni di pulizia e manutenzione delle reti aerauliche.

La rete dei condotti aria prevista e realizzata in lamiera zincata coibentata si sviluppa orizzontalmente – verticalmente nei cavedi e sulle coperture per uno sviluppo complessivo di circa 5.500 mtl. di varia sezione. Tale dato fa evidentemente peso sul costo globale della manutenzione dell'edificio anche alla luce delle normative vigenti, che obbligano la Proprietà ad una costante ed efficace pulizia dei condotti.

**Per tale motivo si è ricorsi ad un sistema automatico in grado di videoispezionare, sanificare e bonificare le condotte aerauliche con un procedimento sicuramente efficace e rapido.**

***Un esempio di manutenzione mirata alla pulizia e mantenimento dei canali di distribuzione d'aria si ottiene con l'utilizzo di videocamere telecomandate che viaggiando nei canali d'aria della struttura sono in grado di effettuare una pulizia radicale e relativa bonifica, rilevando eventuali punti ossidazione, muffe,etc...***

*Le Linee Guida emesse dal Ministero della Salute (pubblicate sulla G.U. n276 del 27.11.2001) , richiedono una rapida e corretta iniziativa di Prevenzione volta a scongiurare una possibile estensione del contagio dei virus.*

*In conformità alle direttive emanate dal Ministero della Salute,ritenendo fondamentale la Politica di Prevenzione,sarebbe opportuno verificare presso tutte le strutture sanitarie del Territorio Nazionale lo stato degli impianti di condizionamento con particolare riferimento alla proliferazione di virus,muffe e batteri che possono favorire il proliferare di Legionelle ed altre patologie comunque pericolose .*

***Esistono attualmente dei sistemi automatici in grado di videoispezionare, sanificare e bonificare le condotte aerauliche con un procedimento sicuramente efficace e rapido.***

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	45 di 65

Il Decreto legislativo 626/94, trattando la materia in maniera specifica e circostanziata, ha previsto all'art.33 che gli impianti di areazione debbano essere funzionanti ed efficienti e che *"qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un immediato pericolo per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria, respirata deve essere eliminato rapidamente"* .

Gli impianti di condizionamento quindi, devono essere sottoposti a rigorosa e periodica manutenzione per evitare che le flore batteriche ed i sedimenti in genere, inquinino il microclima ambientale.

Inoltre vanno tenuti in considerazione l' aumento del rischio di incendio ed i costi di gestione che saranno più elevati in presenza di un sporcizia.

### **ELEVATI COSTI DI ESERCIZIO**

Le incrostazioni di sporcizia dentro i condotti creano resistenza al flusso dell'aria rallentando

- la velocità di scorrimento
- aumentando le perdite di carico del circuito aeraulico
- costituendo resistenza termica per l' assorbimento di calore

Ciò comporta un notevole aumento dei consumi energetici dell'impianto.

### **PERICOLI D'INCENDIO**

Sono dovuti alla elevata presenza di polveri che aderiscono alle pareti interne delle tubazioni.

### **RISCHI PER LA SALUTE**

La sporcizia presente nei condotti dell'impianto costituisce il terreno ideale per lo sviluppo e la crescita di batteri, muffe, lieviti, parassiti ed altri microrganismi nocivi nonché per la veicolazione di virus con conseguente dispersione nell' ambiente.

Molte allergie trovano qui la loro origine così come alcuni sintomi che contrassegnano la sindrome della malattia da edificio insalubre.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	46 di 65

Sino a ieri i tentativi di pulizia dei condotti venivano eseguiti con metodologie inefficaci perchè non garantivano la normale rimozione dello sporco e la sanificazione delle superfici.

**La metodologia d'intervento adottata da ditte specializzate si articola nelle seguenti fasi:**

### ***MONITORAGGIO***

azione finalizzata alla valutazione delle condizioni igienico-sanitarie dell'impianto di condizionamento e del sistema di distribuzione dell'aria, l'indagine viene svolta per mezzo di robot dotato di video camera a colori;

### ***ANALISI***

prelievo di analisi da parte di laboratorio certificato delle polveri presenti, per l'identificazione dei microrganismi ed agenti inquinanti;

### ***BONIFICA***

pulizia e sanificazione dei condotti di areazione (anche coibentati internamente) effettuata con attrezzature altamente specializzate, realizza la pulizia delle canalizzazioni di mandata e ripresa dell ' aria, delle unità di trattamento aria, delle bocchette, degli anemostati e dei diffusori presenti, al termine viene ripetuta una ulteriore ispezione che va a costruire una documentazione di confronto;

### ***ROBOT PER VIDEO-ISPEZIONE DEI CANALI***

Il sistema di videoispezione , pulizie e sanificazione delle condotte aerauliche, si articola in un afase preliminare di videoispezione con un robot, equipaggiato con una telecamera ad alta risoluzione per l'acquisizione di immagini a colori.

La movimentazione del robot è controllata e diretta da un operatore con l'ausilio di un PC.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	47 di 65



Introdotta negli sportelli di ispezione e guidata per la lunghezza della canalizzazione, il ROBOT, verifica lo stato di conservazione dei canali. Durante la fase di ispezione, il robot effettua anche il rilievo metrico dei canali di condizionamento, nello specifico misura l'altezza – larghezza – lunghezza – pendenza degli stessi, (parametri questi molto importanti, in caso di smarrimento dei grafici di progetto in edifici vetusti da ristrutturare).

La pulizia interna può avvenire con sistemi a getto d'aria, con impiego di fruste e con spazzole pneumatiche e manuali.

Il trattamento sgrassante e disinfettante avviene utilizzando prodotti specifici, nebulizzanti all'interno delle canalizzazioni, dopo la pulizia.

Nel caso di condotte in lamiera zincata, ma particolarmente rovinate dal tempo o dall'umidità, si realizza un trattamento di coating filmante.

#### **A fine lavoro viene effettuata una ulteriore video-ispezione dei canali.**

Per ottenere un efficiente risultato per la pulizia e bonifica dei canali, in fase di progettazione verranno presi alcuni semplici accorgimenti :

- Praticare massimo ogni 30 mt. dei portelli di ispezione nei condotti orizzontali e nelle derivazioni di piano
- Disegnare le canalizzazioni in modo da facilitare lo scorrimento del robot, applicando le riduzioni di sezione sul lato superiore e disegnare curve a largo raggio di curvatura.

Con tale semplici accorgimenti il tempo di manutenzione ed ispezione dei canali per una struttura estesa come questa è di circa 150 mt/giorno e per squadra.

Il modello di robot per video-ispezione telecomandato è munito di doppia telecamera montata su di un telaio molto robusto. Una telecamera a colori, sul davanti, permette di vedere ciò che si ha di fronte in relazione all' eventuale tipo di sporcizia o contaminazione presente all' interno del condotto.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	48 di 65



Un'altra telecamera in bianco e nero permette invece di poter riportare facilmente il veicolo, a ritroso, verso l'apertura di accesso.

Mentre si effettua l'operazione è possibile vederla riprodotta su monitor a 10" e registrare il tutto grazie al videoregistratore incorporato. Una volta terminato il servizio, si può introdurre nuovamente il veicolo all'interno del condotto ed offrire la miglior prova di qualità del lavoro di pulizia compiuto, oltre alla realizzazione della videocassetta/ cd-rom da cui si ha il quadro del prima e del dopo l'intervento.

Nel caso in cui si voglia procedere all'ispezione dei condotti molto piccoli, la telecamera può essere smontata dal telaio ed inserita in un tubo di protezione a cui può essere collegato il cavo di 30 mt. della macchina pulitrice. Grazie ad un aumento delle luci sulla telecamera si può ottenere una visuale ottimale spingendo il cavo all'interno dei condotti le cui dimensioni partono da 75 X 75 mm. e dentro i condotti verticali.

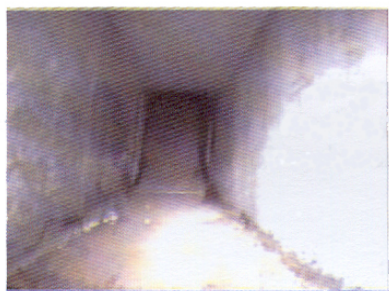
Il Robot d'ispezione può essere munito di una bocchetta d'aria orientabile in qualsiasi direzione al fine di rimuovere piccole quantità di polvere all'interno di condotti coibentati.

### ***PULIZIA IMPIANTO***

Le bocchette, gli anemostati le prese d'aria esterne e le relative griglie sono lavate, pulite e sgrassate con apposito prodotto. Le bocchette di aspirazione che presentano con qualche segno di deterioramento sono anche riverniciate. Prima di essere rimontate sono state, infine, disinfettate con lo stesso prodotto utilizzato anche per la sanificazione dei canali.

Tutto quanto presente all'interno dei condotti aerulici è asportato utilizzando spazzole di diverse dimensioni, a seconda delle grandezze dei canali, e collegate ad un motore elettrico a velocità variabile.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	49 di 65



Detriti e la polvere, dopo essere stati rimossi, sono stati aspirati e convogliati nei filtri HEPA di cui è dotata l'unità aspirante.

Particolare cura è posta per la pulizia delle griglie in prossimità delle bocchette di immissione aria in ambiente, dove sono presenti i maggiori depositi.

I canali verticali sono puliti utilizzando spazzole calate dall'estremità superiore del montante, fino all'imbocco dello stesso sul condotto orizzontale del piano interrato.

L'intervento di bonifica ha interessato anche le UTA e Roof-Top ed estrattori aria.

Tutti i filtri sono smontati e, a conclusione dell'intervento, in considerazione delle loro condizioni (se non buone) non sono stati riposizionati, chiedendone la sostituzione con nuovi.

All'interno delle macchine è effettuata una pulizia completa di tutte le sezioni, con asportazione per aspirazione, delle polveri, terra e detriti vari presenti. La ruggine presente all'interno dell'UTA e Roof-Top del piano in oggetto è stata raschiata ed asportata.

Le batterie sono pulite, da prima, utilizzando aria compressa per asportare la polvere anche nei punti non accessibili ed, in seguito, mediante l'ausilio di una idropulitrice, aspirando alla fine acqua e sporco di risulta.

Le casse esterne dei ventilatori, sono lavate a mano con uno speciale prodotto sgrassante.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	50 di 65

## PANORAMICA NORMATIVA

Sulla GU n. 276, del 27.11.2001, S.O. n. 252 sono state pubblicate *Le Linee Guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, che forniscono un quadro conoscitivo, dello stato della qualità dell' aria "indoor" (IAQ) ed evidenziano le aree prioritarie d'intervento e gli obiettivi verso cui indirizzare le azioni per la realizzazione di un Programma Nazionale di Prevenzione negli ambienti confinati di vita e di lavoro (ospedali, abitazioni, scuole, uffici, aeroporto, mezzi di trasporto etc).

Il documento, che origina da un rapporto tecnico preparato da una apposita Commissione del Ministero della salute", è divenuto oggetto di Accordo, nell'ambito della Conferenza permanente Stato-Regioni, tra il Ministro della salute e le Regioni e le Province autonome. Il provvedimento è stato pubblicato sulla G. U. del 27 novembre 2001, n. 252, SO n. 276.

Alcuni aspetti .prioritari sono stati oggetto di maggior approfondimento da parte di gruppi di esperti, operanti nell' ambito della Commissione del ministero e sono stati elaborati alcuni documenti tecnici finalizzati all'attuazione di importanti obiettivi specifici del Piano di prevenzione "indoor".

Il presente documento, relativo Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione degli impianti di "climatizzazione", è stato elaborato dal "gruppo tecnologico" della "Commissione indoor", con la collaborazione del sottocomitato 5-UNI-CTI (impianti di climatizzazione).

Le indicazioni tecniche fanno riferimento alla recente norma tedesca V DI .60?2 (Luglio 1998) : Hygienic standars for ventilation and Air Condirioning Systems for Offices and asseby Rooms e a quanto esistente circa la progettazione, l'installazione e la manutenzione dei comparti e sistemi aeraulici, in particolare:

- UNI8199/91 Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione
- UNI 10339/95 Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti.
- UNI 10381-1/96 Impianti aeraulici. Condotte: classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera.
- UNI 10381-2/96 Impianti aeraulici. Condotte: classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	51 di 65

- ASAPIA I /92 Scelta, ordinazione e costruzione delle condotte in lamiera.
- ASAPIA 2/95 Classificazione. scelta e applicazione di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico nelle distribuzioni aerauliche.
- D L 19-9-94 n.626 Attuazione di direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	52 di 65

## **INTRODUZIONE**

L'importanza delle problematiche relative all'alterazione della qualità dell'aria interna Indoor Air Quality, (IAQ): ha assunto sempre più rilievo in questi ultimi anni per una maggiore consapevolezza degli effetti che gli inquinanti indoor possono avere sulla salute, il comfort e la produttività delle persone, incidendo significativamente sulla collettività in termini di ricadute sanitarie, sociali ed economiche.

Negli ambienti chiusi alcuni inquinanti possono provenire dall'esterno e sono legati all'inquinamento atmosferico ma la maggior parte di essi sono generati all'interno degli edifici dal fumo di sigaretta, da nuovi materiali da costruzione e di arredo da sistemi impiantistici, strumenti di lavoro e di svago.

Il microclima, oltre agli inquinanti, è un altro fattore indoor che riveste una importanza fondamentale e incide, in maniera determinante sulla qualità degli ambienti in cui si vive e si lavora e, quindi sul comfort ed il benessere delle persone. Benessere microclimatico e comfort ambientale si riferiscono ad una condizione dell'aria percepita come ottimale dal soggetto dal punto di vista delle proprietà sia fisiche (temperatura, umidità, ventilazione); che chimiche (aria "pulita" o "fresca"). Dal punto di vista igienico-sanitario una condizione ambientale è da "considerare accettabile quando i principali parametri microclimatici sono nell'intervallo di normalità, nell'aria non sono presenti contaminanti specifici in concentrazioni dannose e quando la grande maggioranza delle persone esposte (80% o più) sono soddisfatte della qualità dell'aria. Gli impianti di climatizzazione svolgono le funzioni di controllo delle condizioni termiche e di umidità dell'aria, di ricambio controllato dell'aria e di cattura per filtrazione di polveri ed altre particelle trasportate. In pratica però, esistono molti casi in cui l'impianto non svolge in maniera adeguata queste funzioni e per giunta può trasportare o diventare fonte di contaminanti rumore e vibrazioni.

In effetti gli impianti se da un lato tendono a migliorare L'IAQ, garantendo una sensazione di benessere e di comfort ambientale negli occupanti, dall'altro essi stessi possono diventare potenziali fonti di inquinamento chimico, fisico o biologico, se non sottoposti con regolarità ad adeguata manutenzione.

Le conseguenze di una cattiva manutenzione delle apparecchiature di particolare delle canalizzazioni dell'aria sull'IAQ sono in molti casi gravi.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	53 di 65

Spesso si è riscontrata l' esistenza di microrganismi e di agenti patogeni trasmessi negli ambienti condizionati proprio attraverso le reti di distribuzione, con gravi rischi per la salute ed il benessere degli occupanti.

Trascurare la manutenzione Condizionamento e in dei filtri comune : mente utilizzati negli impianti di climatizzazione provoca : un notevole accumulo di polveri, e scorie che viene direttamente messo in circolazione attraverso le canalizzazioni di distribuzione dell'aria. Oltre a serie di implicazioni sulla salute ed il comfort delle persone, ciò determina maggiori costi di funzionamento, a causa di un aumento della resistenza incontrata dall'aria, da una più bassa efficienza delle batterie di scambio termico oltre che un incremento dei rischi di incendio e corrosione.

È frequente il caso in cui i problemi di manutenzione derivano da errori progettuali e diviene dunque molto problematico, se non addirittura impossibile, intervenire su sistemi aeraulici installati. Per questi motivi; ai fini di una buona manutenzione delle condotte dell'aria, occorre progettare, costruire ed installare i sistemi aeraulici tenendo sempre presente le esigenze manutentive.

Per quanto attiene agli ambienti di lavoro, si sottolinea che in base al D.Lvo 626/94 il datore di lavoro deve provvedere affinché i lavoratori dispongano di aria salubre e che gli impianti vengano sottoposti a regolare pulizia e manutenzione tecnica onde assicurare condizioni igieniche adeguate.

## **Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione degli impianti di climatizzazione.**

### ***Campo di applicazione***

Campo di applicazione: tutti gli impianti, con l' esclusione di quelli nell'industria e degli ospedali, e per impianti con condotte prive di rivestimenti interni.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	54 di 65

## **Generalità**

I sistemi di condizionamento dell'aria e di ventilazione devono essere progettati, costruiti ed installati in modo tale da consentire la pulizia di tutte le superfici interne e di tutti i componenti, in conformità alle disposizioni della ENV 12097. Ciò costituisce premessa indispensabile affinché tali sistemi possano funzionare ed essere mantenuti in modo che i requisiti igienici siano permanentemente rispettati. A questo proposito devono essere effettuate ispezioni tecniche e manutentive regolari insieme a frequenti controlli igienici da parte di personale specializzato. Ogni controllo deve essere registrato. In particolare il primo controllo deve avvenire contestualmente all'attivazione dell'impianto al fine di accertare che lo stesso sia stato posto in opera pulito. (assenza di detriti e polveri).

I sistemi impiantistici devono essere controllati regolarmente per evidenziare eventuali contaminazioni e devono essere puliti, se necessario, da personale qualificato. Un sistema può essere mantenuto pulito solo quando tutte le superfici del sistema (in particolare dei condotti d'aria) non presentano accumuli di particolato ritenuti non accettabili .

### **Note :**

1 ENV 12097 "Rete delle rondone. Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte" GENNAIO 1997.

2 Il limite ammissibile per il particolato depositato nei condotti d'aria onsi rati liti rivi di rivestimento int r- ng, è 0,1 g/ m<sup>2</sup>; le procedure per la prova, almeno per quanto riguarda le condotte non coibentate, sono quelle per aspi- razione, secondo la metodologia descritta in NADCA -National Air Duct Cleaners Association (1996) "Mechanical Cleaning of H V AC Systems -Specifications -Developed for Architects, Consultig Engineers, Facility Managers" Section 15891,2/96, Washington, DC.

3 La contaminazione può essere riferita sia alla presenza di agenti patogeni ben individuati (ad esempio quelli classificati a maggior rischio nella 626/96), sia al superamento delle concentrazioni limite della carica micotica e batterica. Per le condotte pulite, prive di rivestimento interno, il NADCA fornisce i seguenti valori limite: carica batterica < 30.000 CFU/g, carica micotica < 15.000 CFU/g.

4 Il limite per la contaminazione ammissibile nei condotti d'aria è 1 g/m<sup>2</sup> ; le procedure per la prova, almeno per quanto riguarda le condotte non coibentate, sono quelle per aspirazione, secondo la metodologia descritta in NADCA1.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	55 di 65



I filtri devono essere ispezionati regolarmente e, se vi è una evidente contaminazione devono essere rimpiazzati, senza considerare la loro vita utile.

La salvaguardia delle condizioni igieniche per i sistemi impiantistici che utilizzano l'acqua deve essere effettuata mediante regolari controlli e pulizie, inclusa la eventuale sterilizzazione dei componenti. Il conteggio batterico totale (TS-Blut-Agar) nell'acqua di umidificazione non deve superare 1000 C FU/ml (a una temperatura di incubazione di 20°C +/- 1°C e 36°C +/- 1°C).

Nel caso della **legionella**, il conteggio batterico totale non deve superare 1 CFU / ml. Questo controllo deve essere effettuato almeno ogni due anni. La sterilizzazione deve essere effettuata usando metodi fisici o chimici. La disinfezione chimica può essere effettuata solo utilizzando materiali biocidi la cui efficacia e innocuità siano stati provati in condizioni pratiche.

Le ispezioni debbono prevedere controlli tecnici e test in accordo con la normativa vigente.

**Le ispezioni periodiche devono includere le seguenti operazioni :**

- Visita di ispezione dell' 'unità centrale di trattamento dell' aria e degli ambienti da questa serviti per rilevare eventuali danneggiamenti, da effettuarsi insieme al responsabile della sicurezza e a un rappresentante del personale
- Registrazione dei parametri microclimatici (temperatura, umidità, velocità dell' aria) in punti significativi del sistema di condizionamento dell' aria e degli ambienti serviti.
- Ispezione delle condizioni igieniche inclusi specifici test su filtri, umidificatori e batterie di scambio termico.
- Controllo del conteggio batterico totale della legionella .
- Rapporto scritto sui risultati dell'ispezione insieme alle eventuali raccomandazioni richieste per le misure igieniche necessarie.

Le ispezioni igieniche dei sistemi di condizionamento dell' aria devono essere effettuate da specialisti :

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	56 di 65

- ogni due anni nel caso di sistemi con umidificatori d'aria
- a intervalli di tre anni per sistemi senza umidificatori d'aria.

Per poter effettuare ispezioni manutentive è indispensabile una specifica preparazione nel settore .

### ***Operazioni sui componenti***

Le operazioni e le manutenzioni devono essere eseguite in accordo con le istruzioni fornite a tal scopo dal progettista dell'impianto e dai costruttori delle apparecchiature e dei componenti.

La manutenzione igienica dei sistemi impiantistici è descritta dalle operazioni individuate nel presente paragrafo e anche riassunta nella checklist (par.4). Tale check-list specifica anche le periodicità. La qualifica del personale coinvolto nelle attività di manutenzione è riportata nel par. 3.

Le apparecchiature e i componenti devono essere lasciati adeguatamente puliti dopo ogni intervento su di essi, prima che il sistema venga rimesso in servizio. Dopo la disinfezione, prima di riavviare il sistema occorre sincerarsi che nessuna sostanza tossica, biologicamente pericolosa o emanante odori possa essere introdotta nell'aria da inviare negli ambienti.

I controlli sull'igiene, la pulizia e la disinfezione devono essere riportati su apposito registro e la documentazione affidata al responsabile dell'edificio. Il responsabile dell'edificio deve essere conosciuto dagli utenti e dagli operatori.

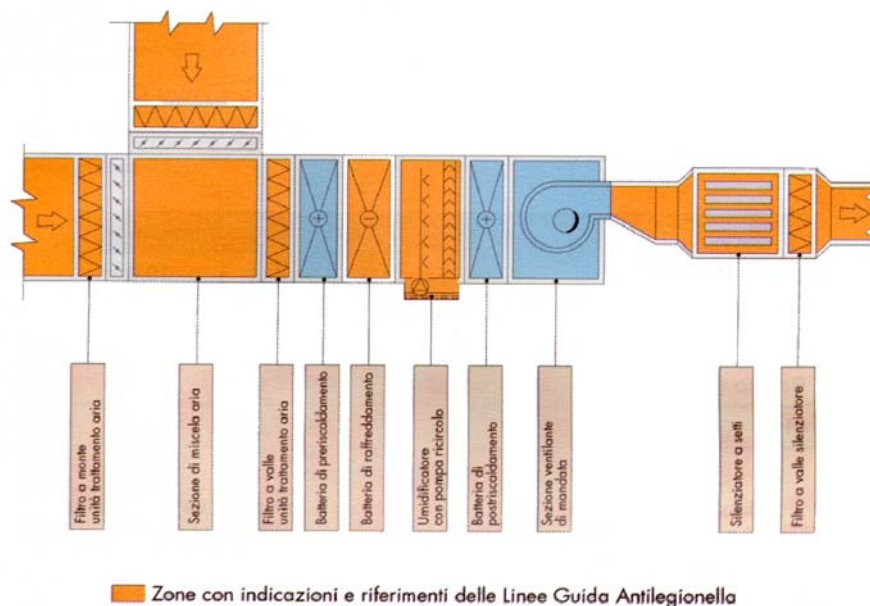
### ***Prese d'aria esterna e griglie di espulsione.***

*Gli ingressi e le uscite dell'aria esterna devono essere ispezionate almeno una volta all'anno. Se necessario se ne deve eseguire la pulizia o la riparazione.*

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	57 di 65

## Unità centrali di trattamento aria.

I locali dove sono installate le unità e gli alloggiamenti delle apparecchiature devono essere puliti a fondo prima dell'avvio iniziale. Tale pulizia consiste nell' aspirazione e, se necessario, nella disinfezione dei locali. Durante le successive operazioni, si devono eseguire regolari ispezioni per verificare la presenza di materiale contaminante, e quindi all' occorrenza bisogna provvedere alla relativa pulizia.



## Filtri per l'aria.

I filtri per l'aria devono mantenere la loro corretta efficienza per tutta la durata del loro servizio. Per assicurarne la funzionalità, i filtri devono essere ispezionati a intervalli regolari. Durante tali ispezioni devono essere verificati e registrati separatamente per ciascun filtro i seguenti parametri:

- **Differenza di pressione a monte e a valle del filtro**
- **Tempo di esercizio**
- **Stato dei filtri** (controllo delle perdite di materiale filtrante e della mancanza di tenuta del filtro).

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	58 di 65

I filtri per l' aria devono essere sostituiti se c' è una evidente contaminazione o se vi è una perdita; la contaminazione può essere accertata anche mediante prelievo di campioni dell ' aria trasportata immediatamente a valle del filtro. Quando si raggiunge la differenza di pressione finale ammissibile, o è trascorso l'intervallo per la loro sostituzione, o se la funzionalità è inadeguata dal punto di vista tecnico o igienico, i filtri devono essere cambiati. Inoltre, è necessario cambiarli dopo eventuali lavori di installazione o di modifica del sistema di climatizzazione che possano aver determinato una perdita di efficienza. Un cambio anticipato, o intervalli di sostituzione più brevi, sono necessari quando ciò è richiesto a seguito di 1 una specifica ispezione mirata. La sostituzione di un elemento individuale di un pacco di filtri è permesso solo quando un singolo elemento è danneggiato, è solo nel caso in cui tale pacco non sia stato sostituito più di sei mesi prima. Montando nuovi filtri, occorre che sia assicurata la tenuta all' aria nella struttura portante. Le tasche dei filtri a tasca non devono essere bloccate o danneggiate. Tutte le tasche dei filtri devono essere libere di allinearsi nel verso del flusso dell'aria.

Durante la sostituzione dei filtri per l' aria si deve evitare la contaminazione a valle della sezione filtrante e negli ambienti da condizionare. Occorre avere cura che i nuovi filtri da montare non siano contaminati dalla polvere dei vecchi filtri.

I filtri devono essere stoccati in camere senza polvere e in modo tale che non si verifichino danneggiamenti durante lo stoccaggio. I filtri non devono essere utilizzati oltre il termine massimo di durata stabilito dal costruttore.

### ***Umidificatori d'aria***

Bisogna aver cura che l' acqua non possa precipitare o condensare a valle della sezione di umidificazione, soprattutto nelle condizioni critiche di portata d'aria variabile.

Tutte le parti a contatto con l'acqua devono essere regolarmente ispezionate, pulite se necessario, lavate con disinfestazione.

Apparecchi per misurare e controllare l'umidità devono essere regolarmente ispezionati e mantenuti in ordine per garantirne la funzionalità in servizio.

In caso di umidificazione adiabatica la qualità dell'acqua deve essere mantenuta sotto controllo.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	59 di 65

L'acqua di alimentazione deve essere almeno in grado di limitare la deposizione di calcare sulle superfici e pertanto va sottoposta a trattamento anticalcare.

Si può prevenire un incremento della contaminazione batterica con un efficace sistema di sterilizzazione o con una regolare pulizia. La contaminazione batterica dell'acqua circolante non deve eccedere il valore standard di 1000 CFU/ml con temperature di incubazione tra i 20°C e 36°C. La comparsa della legionella nell'acqua degli umidificatori deve essere evitata e questo significa che la contaminazione batterica non deve eccedere 1 CFU/ml.

L'umidificatore deve arrestarsi automaticamente non appena il sistema di condizionamento dell'aria viene arrestato o va in blocco. Un sistema di controllo dell'arresto deve assicurare che la camera di umidificazione sia resa asciutta prima dell'arresto.

Il test di funzionalità del sistema di controllo dell'arresto deve essere eseguito periodicamente e se necessario bisogna provvedere alle necessarie riparazioni. Durante i periodi in cui non c'è richiesta di umidificazione dell'aria, le tubazioni dell'acqua devono essere svuotate ed asciugate in non più di 48 ore.

Nella check-list sono indicati tipo e periodicità di ispezioni, pulizie e disinfezioni degli umidificatori.

Come misure ulteriori da considerare si elencano :

- Controllo dei depositi di calcare negli ugelli atomizzatori con eventuale loro sostituzione
- Controllo della formazione di precipitati sul fondo con eventuale pulizia. Ove ci fossero incrostazioni visibili, pulire il separatore di gocce.
- Controllo della pompa di circolazione
- Test di funzionalità
- Controllo del sistema di trattamento dell'acqua

Gli umidificatori d'aria a vapore devono funzionare in modo tale che nessuna condensa possa penetrare nel sistema dei condotti. Il vapore non deve contenere sostanze pericolose per la salute.

Utilizzare la checklist per le ispezioni, le pulizie e le disinfezioni da attuare periodicamente.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	60 di 65

### **Ulteriori misure riguardano il :**

- Controllo delle condizioni di esercizio della camera di umidificazione
- Controllo della precipitazione dell' acqua nella camera dell' umidificatore (in inverno). Se c'è presenza di acqua, pulire la camera
- Controllo del drenaggio
- Test di funzionalità della valvola di controllo

### **Batterie di scambio termico**

*Le batterie di scambio termico e i loro accessori devono essere periodicamente ispezionate per verificare eventuali contaminazioni, corrosioni o danneggiamenti, così come deve essere periodicamente ispezionata la tenuta della parete di separazione fra i due fluidi termovettori. In presenza anche di lieve quantità di contaminazioni, procedere alla pulizia. Se l' aspirazione o il soffiaggio in situ non sono sufficienti, le batterie devono essere estratte e pulite usando una pulitrice ad alta pressione. Se lo spazio permette la pulizia in situ, porre attenzione che la polvere o l' umidità rimossa non sia introdotta nei componenti del sistema che si trovano a valle. Le perdite nella parete di separazione tra i fluidi devono essere immediatamente eliminate.*

Durante ogni ispezione, si deve porre particolare attenzione alle condizioni della vasca di raccolta della condensa e alla funzionalità del sifone.

### **Ventilatori**

I ventilatori e i motori devono essere periodicamente ispezionati, gli eventuali danneggiamenti prontamente riparati.

Se si deve eseguire una disinfezione igienica o una pulizia ad umido, il liquido che si produce può essere scaricato attraverso il drenaggio dell' acqua posto nel punto più basso dell' alloggiamento dei ventilatori. La funzionalità di tale drenaggio deve essere controllata durante le ispezioni annuali.

### **Recuperatori di calore**

Le raccomandazioni relative alle batterie di scambio termico si applicano anche ai recuperatori di calore.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	61 di 65

### **Condotte d'aria e silenziatori.**

*Le condotte d'aria devono essere periodicamente ispezionate sia sul lato esterno sia sul lato interno, nei punti di ispezione definiti dal progettista e/ o nei punti suggeriti dalla ENV 12097 in corrispondenza dei vari componenti (silenziatori, serrande di regolazione, serrande tagliafuoco, ecc.); le ispezioni suddette devono essere comunque non inferiori a due per tratti di lunghezza fino a 60 m, o essere stabilite in funzione del sistema di pulizia che si intende adottare (se già definito in sede di progetto). Le condutture flessibili devono essere sostituite se sono diventate sede di depositi di materiale contaminante. Anche i silenziatori devono essere controllati periodicamente e ogni danneggiamento immediatamente riparato.*

### **Prese d'aria**

Le prese d'aria devono essere periodicamente ispezionate. Le griglie devono essere controllate, pulite o sostituite se necessario.

Deve essere effettuato un controllo a campione per verificare l' assenza di abrasioni.

Occorre aver cura che la funzionalità operativa non venga compromessa dalle ispezioni e dalle pulizie. Le prese d'aria e le griglie di espulsione spesso mostrano depositi solidi sulla loro superficie visibile dopo lungo funzionamento. Tali superfici devono essere pulite periodicamente.

### **Torri di raffreddamento**

Occorre sincerarsi che la qualità dell ' acqua sia adeguata all 'utilizzo nelle torri di raffreddamento.

La portata d'acqua di progetto deve essere misurata periodicamente. L' operatività della torre di raffreddamento deve essere sospesa durante la manutenzione e la pulizia. Deve essere redatto un calendario per la manutenzione e la pulizia.

Gli intervalli di pulizia devono dipendere dalle condizioni climatiche e di inquinamento locale.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	62 di 65

La pulizia e il drenaggio del sistema sono necessari:

- prima dell' avvio iniziale
- alla fine della stagione fredda o prima di lunghe fermate .all'inizio della stagione fredda o dopo una lunga fermata
- almeno due volte all' anno.

Il personale della manutenzione deve indossare maschere respiratorie di protezione, usando soprattutto apparecchi per la pulizia ad aria compressa.

Se e con quali intervalli l' acqua circolante debba essere disinfettata dipende dalle condizioni locali. Si raccomanda di eseguire regolarmente un'analisi microbiologica dell'acqua. Per la disinfezione si deve utilizzare personale addestrato. Per raggiungere una disinfezione efficace, si richiede una preventiva pulizia meccanica. La contaminazione batterica ammessa non deve eccedere il valore standard di 10000 CFU/ml. Se tale valore viene superato, si può eseguire una sterilizzazione usando agenti biocidi, la cui efficacia sia stata verificata e la cui non tossicità sia stata dimostrata. I biocidi non devono essere aggiunti continuamente, bensì ad intermittenza. Il tipo di mezzo disinfettante utilizzato deve essere adatto ai materiali componenti il sistema.

Per il raffreddamento con umidificatori ad evaporazione per il raffreddamento adiabatico dell'aria si applicano gli stessi requisiti che per gli umidificatori ad evaporazione.

### ***Apparecchi terminali.***

*Gli apparecchi devono essere messi in esercizio solo in locali puliti. Due o tre mesi dopo l' avvio, a pulizia completa dell' edificio avvenuta e a seguito dell'accettazione e del collaudo, i filtri per la polvere devono essere rimossi e rimpiazzati. La pulizia e la operatività funzionale devono essere controllati contemporaneamente.*

I requisiti igienici caratteristici dei componenti degli apparecchi terminali devono corrispondere almeno a quelli dei componenti dell 'unità centrale di trattamento aria. Ci si deve assicurare che nelle vicinanze delle apparecchiature, particolarmente delle prese d' aria, non ci siano oggetti come arredi, piante, e simili che possano interferire con la loro corretta funzionalità, causando problemi igienici.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	63 di 65



Nel caso di apparecchi senza filtri per l' aria di ricircolo, le batterie di scambio termico devono essere regolarmente controllate e periodicamente pulite. Se sono montati dei filtri, essi devono essere controllati regolarmente e sostituiti se necessario. Il ciclo di vita per i filtri sull' aria esterna è più breve di quello dei filtri sull'aria di ricircolo. Notevole presenza di pubblico, ambienti pieni di polvere o bassi rendimenti di filtrazione aumentano la necessità di pulire le batterie di scambio termico e di sostituire i filtri.

### **Soffitti freddi .**

*Per i soffitti freddi, e in genere per le superfici radianti a bassa temperatura, si deve porre particolare attenzione per evitare la formazione di condensa. Il sistema di controllo deve essere monitorato durante l' esercizio per essere certi che la temperatura dell' acqua, nel caso di elementi alimentati ad acqua refrigerata, non scenda sotto la temperatura di rugiada dell' aria ambiente.*

Le vasche per la raccolta della condensa e i relativi drenaggi devono essere regolarmente controllati per verificarne la corretta funzionalità e condizione e periodicamente puliti.

I sensori, le tubazioni e le valvole devono essere ispezionate a intervalli regolari. I componenti devono essere sostituiti se ci sono segni di corrosione o di leggere perdite.

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	64 di 65

## 10.0 CARICHI TERMICI MASSIMI

Sulla base di un'indagine si è provveduto al calcolo della conducibilità termica dei principali componenti edilizi, facendo riferimento ai valori di conducibilità dei componenti elementari.

Per lo studio del comportamento termoigrometrico degli ambienti nel caso estivo si è utilizzato un algoritmo in regime variabile con periodicità giornaliera diversa a seconda del mese considerato.

Sulla base dei dati di progetto, si proceduti al calcolo del massimo carico estivo ed invernale, sia per i circuiti aria primaria di rinnovo e per il circuito ventilconvettori.

I valori complessivi ottenuti sono i seguenti :

### ESTATE :

➤ rientrate di calore per trasmissione, irraggiamento e carichi interni :	KW	1.253
➤ rientrate di calore per ventilazione :	KW	1.587
<b>Rientrate di calore totali :</b>	<b>KW</b>	<b>2.238</b>

### INVERNO :

➤ dispersioni per trasmissione :	KW	472
➤ dispersioni per aria di rinnovo :	KW	1.460
<b>Totale dispersioni :</b>	<b>KW</b>	<b>1.727</b>

File	Descrizione	Pagina n°
T-RT_IM_06_05_16.doc	Facoltà di scienze biotecnologiche - relazione impianto termico	65 di 65