

SERVIZIO SANITARIO NAZIONALE
REGIONE SICILIANA
AZIENDA OSPEDALIERA
OSPEDALI RIUNITI VILLA SOFIA - CERVELLO
SERVIZIO TECNICO

Lavori di ristrutturazione ed ampliamento dei locali della U.O.C. di Ematologia siti al piano primo del corpo "B5" del P.O. V. Cervello

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

IL PROGETTISTA ARCHITETTONICO
(Geom. Vincenzo Azzarello)

IL RUP
(Geom. Giuseppe Monteleone)

IL PROGETTISTA STRUTTURALE
(Arch. Liborio Sutera)

IL DIRETTORE
DELL'U.O.C. SERVIZIO TECNICO
(Ing. Vincenzo Di Rosa)

IL PROGETTISTA DEGLI IMPIANTI
ELETTRICI E SPECIALI
(Ing. Antonio Sindoni)

IL COMMISSARIO
(Dott. Maurizio Aricò)

COLLABORATORI ED OPERATORI CAD

geom. Antonino Altavilla

geom. Francesco Croce

geom. Stefano Mollica

Revisioni

Settembre 2017

DATA

DISEGNO SCALA:

TITOLO

N° TAVOLA

I.M.

1

AZIENDA OSPEDALIERA "OSPEDALI RIUNITI VILLA SOFIA-CERVELLO"

REPARTO DI EMATOLOGIA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

IMPIANTI MECCANICI

Oggetto della presente relazione sono tutte le opere occorrenti per dare, completi e funzionanti in ogni loro parte, gli impianti meccanici del "Nuovo reparto di Ematologia" dell'Azienda Ospedaliera "Ospedali riuniti Villa Sofia - Cervello. Gli impianti saranno rispondenti alle caratteristiche ed alle prescrizioni tecniche di seguito riportate, nonché al progetto che si allega alla presente e che ne costituisce parte integrante.

IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

A) PREMESSE

Definiscono le metodologie utilizzate nella impostazione generale del progetto esecutivo degli impianti tecnologici.

B) SVILUPPO DEL PROGETTO

Definisce la metodologia di calcolo, lo stato dell'arte attuale, le normative vigenti, il livello e l'approfondimento della restituzione grafica.

C) IMPIANTI MECCANICI E SPECIALI

Elenca l'insieme degli impianti previsti in progetto e le loro caratteristiche generali.

D) PARAMETRI ESECUTIVI

Forniscono i dimensionamenti di tutte le grandezze che concorrono allo sviluppo del progetto "impianti".

A) Premesse

Lo studio ha individuato le basi per una moderna impostazione del problema impianti in funzione delle condizioni al contorno, delle conoscenze tecniche più attuali e dell'impiego di apparecchiature affidabili.

Il primo aspetto considerato è costituito dall'insieme dei punti di vista dai quali partire per una corretta impostazione progettuale.

Sono stati definiti quindi:

- 1) un approccio bioclimatico (condizioni al contorno);
- 2) un approccio tecnologico (apparecchiature e affidabilità delle stesse);
- 3) un approccio costruttivo (tecniche e mezzi).

A.1 Approccio bioclimatico

Avviene mediante l'acquisizione conoscitiva dei parametri progettuali interni.

- Prevalenti direzione e intensità del vento.
- Valori stagionali dell'irraggiamento solare.
- Temperature minime, e massime e corrispondenti valori dell'umidità relativa per le varie stagioni dell'anno.
- Situazione ambientale con riferimento all'esposizione solare ed al contesto urbano circostante.

L'insieme di tali parametri non costituisce solo il sistema dei dati necessario al semplice calcolo termotecnico, ma anche fonte di possibili considerazioni correttive al puro dato algebrico, come pure, infine, la base per la scelta di particolari tipologie impiantistiche piuttosto di altre.

In particolare si è previsto il grado di isolamento termico ottimale, che sarà sì tale da soddisfare le impostazioni dettate dalle vigenti norme sul contenimento dei consumi energetici, ma anche da non richiedere una eccessiva ventilazione estiva per smaltire il calore accumulato dalla struttura per irraggiamento solare, soprattutto nelle zone in cui non verrà realizzato un impianto di condizionamento vero e proprio ma una semplice circolazione di aria esterna raffrescata e deumidificata.

Esaurita questa prima fase è stato possibile, anche in base ai risultati acquisiti, passare a considerare il microclima interno.

I valori di quest'ultimo, come impostazione progettuale, implicano la scelta di sistemi impiantistici in grado di garantirli.

La definizione ed il controllo di parametri microclimatici devono essere presentati, quindi, sotto forma di livelli successivi partendo da quelli minimi a quelli massimi.

In generale tali parametri sono i seguenti:

-
- temperature minime e massime;
 - umidità relativa;
 - rinnovo dell'aria con ventilazione forzata;
 - ricircolazione di aria interna;
 - filtrazione in tutti i casi di ventilazione meccanica;
 - asportazione corretta di gas medicali eventualmente diffusi in ambiente.

Per realizzare le condizioni di riferimento, rappresentate in generale dai parametri su esposti, sono state scelte opportunamente le caratteristiche delle apparecchiature che verranno descritte in apposito paragrafo.

In questa fase si è proceduto ad impostare invece il livello del controllo sia qualitativo che quantitativo del microclima interno.

In altri termini il progetto prende a base del dimensionamento:

- 1) il valore dei possibili scostamenti dai set-point di progetto;
- 2) la possibilità di intervento dei sistemi di regolazione, o meglio del complesso regolante sul sistema regolato.

Il primo punto coinvolge la scelta di apparecchiature elettroniche dell'ultima generazione se si vuole che lo scostamento sia sempre all'interno del $\pm 5\%$ nel caso dell'umidità relativa, delle portate di ventilazione, delle capacità filtranti e di $\pm 1^\circ\text{C}$ nel caso della temperatura.

Il secondo punto (che, d'altra parte, è interconnesso col primo) prevede l'installazione di un sistema centralizzato di supervisione e controllo che fornisca, con scansione programmata, lo stato del microclima (nel complesso delle grandezze parametriche che lo rappresentano) ed il grado di intervento delle apparecchiature in caso di scostamento, intervento che dovrà essere chiaramente automatico e realizzato in tempi più veloci possibile.

A.2 Approccio tecnologico

Si è sviluppato tenendo presente l'evoluzione delle strategie impiantistiche più recenti e moderne.

Infatti con l'introduzione di normative specifiche, con l'evoluzione dei sistemi costruttivi e la diffusione del concetto di prevenzione ormai dominante, si sono determinati orientamenti e tendenze in campo progettuale che coinvolgono a tal punto il "sistema impiantistico" da renderlo preminente.

Tali orientamenti e tendenze trovano applicazione di tutti gli impianti attraverso:

- **la standardizzazione e unificazione del sistema dei componenti.**

In altri termini si sono adottati standards diffusi, materiali ed apparecchiature omogenee e modulari, facilmente intercambiabili all'interno della struttura e tra le varie parti dello stesso sistema impiantistico;

- l'automazione delle funzioni di comando e controllo di tutti gli impianti tecnologici.

Il funzionamento e la manutenzione sono stati "previsti" in questa fase esecutiva della progettazione in modo tale da permettere il massimo livello di automazione e da ridurre la richiesta energetica complessiva al reale fabbisogno;

- la scelta della localizzazione del sistema di produzione dell'energia.

La centrale esistente risulta periferica rispetto al complesso ospedaliero, ma nello stesso tempo costituisce un centro nevralgico per il trasferimento dell'energia attraverso un sistema di cunicoli ispezionabili. La scelta periferica piuttosto che baricentrica è stata probabilmente adottata al fine di tenere lontana dalla zona ospedaliera vera e propria ogni produzione di rumorosità;

- la scelta di un sistema di supervisione e controllo di primaria marca, interfacciabile sia con il sistema di regolazione costituito dal controllo delle grandezze parametriche bioclimatiche (temperatura, umidità, ricambio d'aria, ecc.) sia con il sistema generale di supervisione di tutto il complesso ospedaliero,

- la predisposizione di spazi da destinare a future apparecchiature di produzione e trasporto dell'energia in previsione di futuri ampliamenti del complesso;

- la scelta specifica del sistema di produzione e trasferimento del calore (utilizzo del metano come combustibile e dell'energia elettrica come fonte primaria, dell'acqua come vettore termico primario e del acqua calda/fredda come vettore termico secondario estivo ed invernale).

A.3 Approccio costruttivo

Il progetto esecutivo prevede diversi aspetti che hanno risalto specifico nelle elaborazioni grafiche e nelle applicazioni costruttive.

I criteri costruttivi adottati per la fase realizzativa saranno i seguenti:

1) Montaggio di apparecchiature e tubazioni in fase di costruzioni.

Apposite schede forniranno gli ingombri minimi e massimi delle apparecchiature, le caratteristiche degli staffaggi delle tubazioni in dimensioni e posizionamento avendo particolare cura ad impedire che la freccia delle tubazioni stesse sia al di sotto della norma di buona costruzione.

Le schede forniranno inoltre le caratteristiche dei sistemi di attenuazione della rumorosità (delle apparecchiature contenenti parti in movimento) quali appoggi antivibranti di unità di trattamento aria, ed inoltre di giunti anti-vibranti su tubazioni e condotte d'aria idonei ad impedire la trasmissione dei rumori lungo le stesse.

Su tutte le tubazioni percorse da acqua calda, sarà prevista l'installazione di compensatori di dilatazione idonei ad assorbire l'allungamento dei tubi.

Le schede relative riporteranno indicazioni tali da conoscere il luogo dell'installazione, il diametro del compensatore, il materiale e la caratteristica di PN, al fine di permettere una precisa sostituzione in caso di avaria o di rottura.

2) Le apparecchiature principali saranno codificate con un numero di scheda nella quale saranno riportate tutte le caratteristiche ed il luogo di installazione al fine di permettere una perfetta manutenzione ed una sostituzione prive di problemi di scelta successiva.

3) Le tecniche di montaggio saranno quelle proprie degli impianti meccanici, in particolare, per quanto riguarda le tubazioni in acciaio nero o zincato, il progetto prevederà le seguenti tipologie:

4) tubi in acciaio per trasporto acqua calda, fredda.

Le tubazioni in acciaio nero saranno congiunte mediante saldatura elettrica con elettrodi normali per acciai dolci e per tutte le posizioni.

Le tubazioni in acciaio inox saranno congiunte mediante saldature in atmosfera di gas inerte.

Le tubazioni in acciaio zincato saranno congiunte mediante raccorderia filettata in ghisa zincata rigorosamente a cuore bianco.

La tenuta sarà realizzata con canapa stemperata per tubazioni di trasporto acqua o con teflon per tubazioni di trasporto aria e gas.

Il progetto prevede la tipologia e la scansione del sistema di staffaggio a seconda del diametro del tubo, e la tipologia del sistema di scorrimento delle tubazioni.

In linea di massima quest'ultimo sarà realizzato mediante guide ad attrito radente.

Tutti i collegamenti tra le tubazioni e le apparecchiature saranno di tipo flangiato in modo da permettere interventi rapidi senza l'ausilio di taglio ossiacetilenico.

A.4 Il risparmio energetico e l'ottimizzazione del funzionamento

A.4.1 Generalità

Si distingue il risparmio energetico ottenuto con mezzi passivi, tendenti cioè al contenimento delle dispersioni, e quello ottenibile mediante il recupero dell'energia termica contenuta nei fluidi dopo che gli stessi hanno già partecipato ai meccanismi di scambio ed il residuo andrebbe perduto in ambiente.

Sarà inoltre posta particolare attenzione all'energia assorbita dai sistemi di spinta dell'acqua al fine di impegnare solo l'energia necessaria ai fluidi effettivamente impiegati.

A.4.2 Contenimento delle dispersioni

Sarà ottenuto mediante il rivestimento coibente di tubazioni e condotte d'aria.

Il rivestimento coibente delle tubazioni di trasporto di acqua calda sarà previsto in conformità a quanto disposto dalla L. 10/91 e dal DPR 412/93.

Il rivestimento coibente delle canalizzazioni di trasporto dell'aria avrà caratteristiche tali per cui la dispersione che si otterrà dovrà essere al massimo pari al 10% di quella che avrebbe a canale nudo.

Ad ogni modo lo spessore dell'isolante di tubazioni e condotte non può prescindere dal calcolo di uno spessore economicamente ottimale.

La relazione di calcolo ha la seguente formula:

$$R2 = \frac{ma}{2\lambda \Delta th c} \times (R1 + R2) \times (R2 \times \ln \frac{R2}{R1})$$

dove: R1 = raggio tubazioni non isolate
R2 = raggio esterno tubazione isolate
m = costo complessivo dell'isolamento
a = quota annua di ammortamento
 λ = conducibilità termica dell'isolante
 Δ = salto termico
h = ore di funzionamento annuo
c = costo in Euro delle kcal

A.4.3 Variazione della portata delle pompe

La semplice regolazione mediante valvole ottimizza il funzionamento delle reti dei fluidi, ma elimina solo parzialmente gli sprechi energetici.

La potenza assorbita da parte dei motori rimane in effetti praticamente costante.

Il fatto incide pesantemente sul bilancio energetico in quanto le pompe sono organi che lavorano per migliaia di ore/anno.

La variazione di velocità applicata ai motori delle pompe di circolazione permette di ridurre la potenza assorbita.

La velocità di rotazione n , la portata V e la potenza P sono correlate dalla:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt[3]{\frac{P_2}{P_1}}$$

Risulta che riducendo della metà la velocità, la potenza assorbita scende ad 1/8 del valore nominale a pieno regime.

Il sistema di riduzione della velocità sarà del tipo con INVERTER direttamente accoppiato.

A.4.4 Variazione della portata dei ventilatori per canalizzazioni per la climatizzazione

In un impianto di ventilazione per la climatizzazione, il consumo di energia dei ventilatori rappresenta circa il 45% del consumo totale di energia.

Risulta evidente la ragione per la quale sono stati previsti in progetto tutti i sistemi che possono ridurre il loro consumo energetico.

Al fine di mantenere costante l'energia disponibile, negli impianti a portata variabile all'uscita dell'aria dal diffusore si varia la sezione della cassetta di calma.

I valori di variazione della pressione sono trasmessi al sistema di regolazione dello INVERTER, che provvederà a variare il numero di giri del ventilatore e quindi il suo assorbimento di potenza.

A.5 La sicurezza

A.5.1. Generalità

La misura di tutela e prevenzione relativa agli impianti tecnologici fa riferimento a quanto disposto dalle norme in materia di sicurezza dei lavoratori.

In particolare gli impianti sono stati progettati secondo lo schema seguente:

- * eliminazione dei rischi in relazione al progresso tecnico
- * eliminazione dei rischi alla fonte
- * limitazione al minimo di sostanze costituenti gli impianti che possano presentare rischio
- * programmazione della manutenzione dei componenti gli impianti

I macchinari e le attrezzature che sono previste in progetto hanno caratteristiche tali che, al momento della scelta sarà possibile reperire sul mercato quelle provviste di dichiarazione di conformità, di fascicolo tecnico e di marchio CE seguito dalle ultime cifre dell'anno di costruzione.

A.5.2. Protezione antincendio

Si distinguerà tra sistemi di protezione antincendio del complesso e sistemi di protezione dei componenti gli impianti.

Nel primo caso avremo nella protezione attiva svolta, come detto, dei sistemi di spegnimento ad acqua e/o a schiuma.

Nel secondo caso si prenderanno in esame gli accorgimenti intrinseci all'impianto.

A.5.3. Materiali

Un materiale è considerato non combustibile quando supera il test relativo previsto dalla 150/DIS 1182/2.

I materiali incombustibili non contribuiscono nè alla nascita nè allo sviluppo dell'incendio.

Ad essi è attribuita la classe 0 di reazione al fuoco.

Tralasciando i materiali di costruzione, considerati in altra sezione dal presente progetto, per quanto riguarda i componenti degli impianti, sono considerati di classe 0 i seguenti materiali (senza necessità di prova):

- materiali isolanti a base di fibre minerali privi di legami organici.
- materiali costituiti da metalli con o senza finitura superficiale a base inorganica.

I materiali che costituiranno i rivestimenti isolanti dovranno pertanto avere classe 0 in quanto elencati nel D.M. 14.1.1985 oppure in quanto certificati.

A.5.4 Funzioni tecniche

Nel predisporre un'accurata progettazione per la protezione degli incendi, particolare cura è stata posta nell'individuare i sistemi per la costruzione e la protezione di quegli impianti tecnologici che, in caso di incendio, devono mantenere inalterata il più a lungo possibile la loro funzione.

Rientrano in tale categoria sia gli impianti elettrici asserviti al funzionamento di particolari attrezzature, sia gli impianti di ventilazione e di estrazioni fumi.

Per quanto riguarda i cavi elettrici va osservata che essi stessi, a volte, possono essere causa di incendio e per tale ragione richiedono, in particolari situazioni ambientali, un'adeguata opera di segregazione.

I condotti d'aria, poi, se non adeguatamente protetti possono non solo perdere di funzionalità, ma in caso di collasso costituire essi stessi mezzo di propagazione per gli incendi.

In questo capitolo sono trattati i seguenti argomenti:

- condotte di ventilazione

Condotte di ventilazione

Sarà impedita la propagazione del fumo mediante:

- a) Installazione di serrande tagliafiamma resistenti al fuoco nei punti in cui la condotta attraversa un compartimento
- b) Costruzione di condotte in materiale incombustibile usando rivestimenti dello stesso tipo.

B) SVILUPPO DEL PROGETTO

I calcoli a base dei dimensionamenti sono conformi a quanto di seguito esposto.

B.1 Impianti di climatizzazione

I parametri in gioco sono:

- 1) tutti quelli esterni ed interni individuati nel punto A.1.1 (Approccio bioclimatico);
- 2) la norma UNI 10339;
- 3) l'impostazione delle minime e massime velocità di fluidi nelle varie condotte;
- 4) il grado di sicurezza relativo sia al sovradimensionamento sia all'installazione di apparecchiature in parallelo per garantire in ogni caso il funzionamento di reparti particolari quali terapie intensive, ecc.

B.2 La normativa

Tutta la progettazione degli impianti meccanici è stata eseguita in conformità alle leggi e alle norme vigenti che sono di seguito riportati.

B.2.1 Impianto di riscaldamento, termoventilazione e condizionamento

- Legge 9/01/91, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- D.P.R. 26/08/93, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e
- la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10
- D.M. 13/12/93 - Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici
- DM 6.8.94 Recepimento delle norme UNI attuative del DPR 412/93
- Legge 5.1.96, n. 25 Differimento di termini previsti da disposizioni legislative articolo 11 comma 3 del DPR 412/93.
- DM 2.4.98 Decreto attuativo articolo 32 della Legge 10/91: certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche dei componenti degli edifici e degli impianti.
- Direttiva 2002/91/CE Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16.12.02 sul rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto 27 luglio 2005 - Norma concernente il regolamento di attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (art. 4, commi 1 e 2), recante: "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"
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 - Ripubblicazione del testo del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia", corredato delle relative note

-
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311 – Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"
 - DLgs 30.05.2008, n. 115 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazioni della direttiva 93/76/CEE
 - DPR 02.04.2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b), del decreto legislativo 19 agosto n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
 - D.M. 12/04/96 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
 - D.P.R. 551/99 - Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia
 - D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A) – Parte II – Capo VI – Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici
 - UNI EN 10412-1/2006 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici
 - Decreto 22/01/2008, n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici
 - D.P.R. 21/04/93, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione (è considerato "materiale da costruzione" ogni prodotto fabbricato al fine di essere incorporato o assemblato in modo permanente negli edifici e nelle opere di ingegneria civile art. 1.2.)
 - Decreto 2 aprile 1998 - Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi
 - Decreto 7 aprile 2004 - Applicazione della direttiva 89/106/CEE, recepita con D.P.R. 21/04/93, n. 246, relativa alla pubblicazione dei titoli e dei riferimenti delle norme armonizzate europee
 - UNI 10339/95 - Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
 - UNI 10347/93 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante - Metodo di calcolo
 - UNI 10348/93 - Riscaldamento degli edifici - Rendimenti dei sistemi di riscaldamento - Metodo di calcolo
 - UNI 10349/94 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
 - UNI 7345/99 - Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni

-
- Raccomandazione del CTI - Sottocomitato n. 6 "Riscaldamento e ventilazione" - Calcolo del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento e dei rendimenti di impianto secondo la UNI 10348. Calcolo del fabbisogno di energia per acqua calda per usi igienico sanitari. Certificazione energetica. Dati relativi all'impianto
 - UNI EN ISO 13790/2005 - Prestazioni termiche degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
 - UNI EN 12831:2006 - Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
 - UNI EN 15217: settembre 2007 - Prestazione energetica degli edifici - Metodi per esprimere la prestazione energetica e per la certificazione energetica degli edifici - Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings
 - UNI EN 13779:2008 - Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento
 - UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
 - UNI/TS 11300-1:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
 - UNI/TS 11300-2/3/4:2008/2011 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2/3/4: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
 - D.M. 1.12.1975 Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione (raccolta R e H).
 - Circ. Min. 22.11.1974 n° 13011 Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni ospedaliere: proprietà termiche, igrometriche.
 - Norme DIN 1946/P 4 Aprile 1978 "Heating, ventilation and air conditioning - HVAC system in hospitals"
 - ASHRAE standards "Standards and handbooks of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers", approvati nel 2005 dall'American National Standards Institute.
 - D.P.R. 14 gennaio 1997 Requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private;
 - Decreto 17 giugno 2002 Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana;
 - Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

B.3 Lo stato dell'arte

L'attuale organizzazione del Policlinico coinvolge tutte le tipologie degli impianti tecnologici.

In particolare, per quanto riguarda gli impianti di climatizzazione, il progetto tiene conto delle attuali tendenze e stato dell'arte, e dei mezzi per ottenere un effettivo risparmio energetico.

Le prescrizioni progettuali tengono conto di quanto premesso ed in particolare per ogni tipologia di impianto avremo:

*** Climatizzazione estiva ed invernale.**

Gli impianti garantiranno:

- le condizioni di benessere ambientale richieste ed in ogni caso compatibili con il diagramma del benessere di P.O. FANGER;
- le condizioni di astaticità di reparti e locali con particolari caratteristiche quali terapie intensive ecc., nonché le condizioni di igiene in generale;
- la segregazione di reparti e locali che possono comportare rischi di contaminazione.

*** Produzione e distribuzione fluidi termovettori.**

Il progetto prendere in considerazione tutte le distribuzioni finalizzate a:

- climatizzare gli ambienti;
- alimentare gli impianti speciali;
- alimentare gli impianti dei servizi.

B.4. Restituzione grafica

La comprensibilità di un progetto di impianti tecnici nel suo aspetto grafico è legata principalmente a:

- schemi funzionali e di flusso di tutti i fluidi quali acqua calda e refrigerata, aria per la climatizzazione, ecc.;
- definizioni di zone particolari in scala 1: 20 e 1: 50, visualizzazione in piante, vista e sezione di punti significativi delle distribuzioni. Parallelamente a questi si ritengono importanti altri aspetti, che sono stati ben evidenziati sulle tavole grafiche, quali:
- indicazione delle caratteristiche dei coibenti e delle finiture di protezione per tutte le tubazioni e le canalizzazioni;
- indicazione delle velocità dei fluidi delle stesse;
- caratteristiche meccaniche ed elettriche dei componenti dinamici degli impianti ;

-
- caratteristiche costruttive e classi di pressione nominali (PN) del valvolame;
 - andamento piano-altimetrico di tutte le distribuzioni.

C) IMPIANTI CLIMATIZZAZIONE

La descrizione delle funzioni garantite dagli impianti, sommariamente descritte nel punto B, mostra l'importanza dell'interconnessione tra il sistema impianti e la struttura sia architettonica che portante in carpenteria metallica e ciò sia ai fini della progettazione degli spazi fisici per l'installazione delle apparecchiature e dei materiali, sia delle scelte atte a garantire la flessibilità per i futuri ampliamenti e modifiche e la possibilità di una manutenzione razionale e ottimizzata.

Il sistema degli impianti meccanici prevede:

- C.0. Distribuzione generale.
 - C.0.1. Generalità.
- C.1. Impianti termici, comprendenti:
 - C.1.1. Centrali di produzione
 - C.1.2. Impianti di riscaldamento, condizionamento, ventilazione
 - C.1.3. Impianto estrazione aria
 - C.1.4. Filtrazione dell'aria

C.0. Distribuzione generale

C.0.1. Generalità

Tutte le distribuzioni principali dei fluidi, (siano essi costituiti da acqua calda e refrigerata per la climatizzazione, saranno installati nel sistema di cavedi che congiunge la centrale con i locali da climatizzare.

Le tubazioni saranno staffate nelle pareti e saranno riconoscibili mediante indicazione di flusso colorati secondo la seguente tabella:

(in mancanza di una precisa norma UNI, si adotta la norma DIN 24024):

Acqua calda e refrigerata - Mandata:	Rosso
Acqua calda e refrigerata - Ritorno:	Blu

Vapore bassa pressione:	Arancio
Condense:	Verde chiaro

Le relative targhette saranno applicate sulle tubazioni e saranno complete di freccia indicante il senso del flusso.

Lungo le tubazioni di servizio caldo saranno installati:

- Punti fissi.
- Compensatori di dilatazione a soffiello in acciaio inox.
- Guide a valle dei compensatori posti a distanza 4 m e 12 m.

Le stesse tubazioni saranno rivestite con guaine coibenti aventi spessori calcolate con la formula

$$R2 = \frac{m a}{2 \lambda \Delta t h c} \times (R1 + R2) \times (R2 \times \ln R2)$$

le tubazioni di servizio freddo saranno rivestite con guaine coibenti anti-stillicidio.

Le guaine saranno di Classe 0 di resistenza al fuoco.

Tutte le tubazioni protette con guaine coibenti saranno necessariamente rivestite con gusci di alluminio sagomato e cilindrato, fissato con viti in acciaio inox autofilettanti.

Saranno infine installati rubinetti di svuotamento nei punti più bassi e valvole automatiche di sfiato nei punti più alti.

Gli stacchi di allacciamento alle sottocentrali saranno tutti intercettati mediante valvole del tipo flangiate:

- a) Acqua fredda: a saracinesca PN 16.
- b) Acqua calda: a flusso avviato PN 16.
- c) Acqua refrigerata: a flusso avviato PN 16.
- d) Vapore bassa pressione: a flusso avviato PN 16.
- e) Condense: a pistone PN 16.

C.1. Impianti termici

C.1.1. Centrali di produzione termo-frigorifera

Con il termine produzione deve intendersi il modo di produzione del fluido termovettore per il trattamento climatico invernale ed estivo e per la produzione dell'acqua calda per usi sanitari.

In altri termini, la produzione dell'energia termica e frigorifera necessaria al fabbisogno dell'intero edificio è affidata ad una centrale termo-frigorifera ubicata all'esterno dell'edificio dove trovano alloggio apparecchiature quali: pompe di calore del tipo polivalente, circolatori, collettori, quadri elettrici a servizio degli impianti termomeccanici.

L'acqua calda a media pressione 3.0 bar, durante il regime invernale, è prodotta ad una temperatura pari a 45°C, mentre l'acqua refrigerata in regime estivo ad una temperatura di 7°C, con salto termico massimo di 5°C dalla pompa di calore del tipo polivalente.

Questa confluisce in più collettori da dove si diramano tutti i circuiti di utilizzazione, ciascuno di essi è dotato di gruppo di elettropompe (una di riserva).

L'impianto è del tipo a vaso chiuso e l'espansione del contenuto d'acqua dell'impianto è affidata a dei vasi di espansione un per ciascun circuito di capacità adeguata.

Nella stagione estiva l'acqua calda sarà inviata alle batterie di post-riscaldamento delle unità di trattamento aria e delle singole zone.

C.1.2. Impianti di riscaldamento, ventilazione, condizionamento

Possono essere suddivisi a loro volta come di seguito indicato.

C.1.2.1 Impianto di climatizzazione estate/inverno

In generale sono impianti in grado di mantenere e controllare i parametri climatici di progetto previsti per tutte le stagioni dell'anno. Parametri che, si ricorda, sono:

temperatura interna a bulbo secco sia estiva che invernale;

- temperatura interna a bulbo umido (e quindi umidità relativa risultante) sia estiva che invernale;
- ventilazione forzata (in altri termini il numero di ricambi d'aria) con aria trattata in funzione delle stagioni;
- pressurizzazione dei locali aventi grado di asetticità maggiore rispetto a quelli ad essi limitrofi.

Le funzioni di tali impianti possono essere diverse a seconda delle zone o dei reparti a cui sono destinati.

Parallelamente anche le tipologie degli impianti possono essere notevolmente diverse tra loro.

Ad ogni modo possono essere individuate alcune tipologie che realizzano le funzioni previste.

Avremo pertanto:

1) Impianti a tutta aria.

Saranno installati nei reparti zone:

- Degenze Ematologia;
- Locali personale, medicheria, capo sala;
- Stanza piccola chirurgia.

Le unità di condizionamento potranno trattare tutta aria esterna.

Ad ogni modo particolare cura sarà posta nella progettazione dei sistemi di filtrazione la cui descrizione sarà fatta in apposito paragrafo.

Negli altri casi menzionati gli impianti di climatizzazione saranno di tipo speciale, come di seguito descritto.

DEGENZE EMATOLOGIA

Gli impianti di climatizzazione previsti sono in possesso dei seguenti requisiti fondamentali:

- il microclima mantenuto in ambiente non sarà genericamente quello legato al normale benessere fisiologico, ma quello imposto dall'uso particolare dei locali;
- particolare attenzione è stata posta, sin dalla fase progettuale ai seguenti fattori:
 1. contenimento della rumorosità;
 2. asetticità dell'aria immessa;
 3. pressurizzazione e depressurizzazione rispetto a locali vicini e diversamente trattati;
 4. possibilità di variare i parametri fondamentali del microclima interno in tempi relativamente brevi.

La filosofia impiantistica prevista in progetto per le degenze per infetti è quella che qui di seguito viene descritta.

In generale il trattamento dell'aria sarà suddiviso in due fasi distinte:

a) Trattamento dell'aria esterna realizzato mediante una unità di condizionamento per il solo reparto di degenza del tipo a sezioni componibili.

La composizione delle unità saranno le seguenti:

- 1) serranda di presa aria esterna, completa di rete antitopo e antivolatile, del tipo ad alette fisse anti-pioggia. La serranda sarà posta ad una altezza dal livello del terreno esterno tale da essere al riparo, per quanto possibile, da polveri o altri agenti inquinanti;
- 2) serranda motorizzata ad alette contrapposte;
- 3) prefiltro avente grado di separazione maggiore dell' 85% tipo G4;

-
- 4) filtro fine con rendimento di filtrazione 90% secondo ASHRAE tipo F8;
 - 5) batteria di recupero del calore
 - 6) batteria di raffreddamento ad acqua refrigerata alimentata con acqua a 7°C circa;
 - 7) batteria calda alimentata con acqua calda a 45°C;
 - 8) umidificazione con iniezione di vapore autoprodotta avente pressione max pari a 1 bar;
 - 9) separatore di gocce;
 - 10) ventilatore di mandata posto a monte del sistema di filtrazione;
 - 11) silenziatore a setti;

L'unità di trattamento dell'aria sarà costruita con pannelli sandwich al fine di evitare il contatto dell'aria con materiali coibenti.

Un sistema di canalizzazioni collegherà i CDZ con il reparto. Questi ultimi saranno coibentati con materiale fonotermoisolante posto all'esterno delle stesse per i motivi più sopra detti.

Saranno poste sul canale di mandata sia delle batterie di post-riscaldamento per controllare la temperatura ambiente che della unità CAV (unità terminali a portata d'aria costante) per il controllo delle portate d'aria immessa, mentre sulla canalizzazione di ripresa saranno montate delle unità VAV (unità terminali a portata d'aria variabile) per garantire il gradiente di depressione con gli ambienti limitrofi e la portata minima prevista nei servizi igienici.

C.1.3. Impianti estrazione aria

L'espulsione avviene per mezzo di ventilatori installati sulle coperture.

L'aria sarà ripresa nei vari ambienti mediante griglia in acciaio o in alluminio e sarà addotta ai ventilatori mediante un sistema di canalizzazione in pannelli sandwich alluminio-isolamento del tipo antimicrobico.

Il sistema di estrazione dell'aria sarà costituito da nr.1 ventilatori in modo da avere il reparto in depressione o in sovrappressione rispetto agli ambienti limitrofi, in maniera tale da scongiurare il rischio di contaminare o essere contaminati dagli altri reparti.

C.1.4. Unità di trattamento aria in genere.

Posizionamento

Le UTA saranno installate in un terrazzino.

In ogni caso saranno previsti sistemi di presa aria esterna e di espulsione in modo tale da non creare fastidi ai livelli superiori e di aspirare l'aria ad una quota maggiore di 3.00 metri dal piano di campagna.

Dotazione e componenti.

Oltre le batterie di riscaldamento, deumidificazione e raffreddamento, dei ventilatori di ripresa e mandata, le unità di trattamento aria saranno complete di:

- Giunti antivibranti in tela plastificata su tutti i collegamenti con le canalizzazioni.
- Termometri su tubazioni di collegamento idrico e su canalizzazioni aria.
- Sportelli di ispezione e lampade di illuminazione interna.
- Silenziatori e setti.
- Umidificazione: a vapore
- Serrande di taratura motorizzate su tutte le mandate e le riprese.
- Serrande tagliafuoco in corrispondenza degli attraversamenti tra il locale o la zona di installazione e l'interno degli edifici.
- Filtri come detto nei precedenti punti.
- Recuperatore di calore

C.1.5. Filtrazione.

Particolare importanza riveste il problema della filtrazione dell'aria, sia essa prelevata direttamente dall'esterno, sia riciclata dall'interno.

La soluzione progettuale di un sistema di filtrazione viene eseguita in funzione di:

- entità e caratteristiche degli agenti inquinanti presenti nell'aria;
- destinazione dell'edificio e grado di pulizia dell'aria;
- portate di aria esterna;
- tipo di impianto di condizionamento;
- durata della vita operativa c/o intervallo minimo ammesso tra successivi interventi di manutenzione.

E' possibile individuare classi di filtri secondo metodi in uso, specificando le classi di impiego.

Tale classificazione fa parte integrante del progetto soprattutto ai fini di una corretta gestione.

In altri termini per ogni tipologia di impianto è da individuare la classe del filtro, specificando la posizione all'interno dei CDZ e la funzione svolta ai fini di semplificare la sostituzione periodica.

I filtri d'aria sono realizzati in una vasta gamma di modelli con caratteristiche esecutive e prestazioni molto differenti. Di seguito sono riportati alcuni tipi di filtri normalmente utilizzati nelle unità di trattamento dell'aria e/o lungo i circuiti aeraulici.

Filtri primari / prefiltri

Per la filtrazione delle polveri grossolane si utilizzano celle filtranti: in maglia metallica, in fibra sintetica o in fibra di vetro. Alcuni filtri sono rigenerabili mediante lavaggio o soffiatura, altri sono a perdere.

Sono caratterizzati da un'efficienza ponderale tra il 70 - 95 % (classificazione da G1 a F5).

I filtri in maglia metallica sono utilizzati per la filtrazione di vapori grassi: le celle sono realizzate in forma ondulata o piana, con media filtrante e relativo elemento di supporto chiusi all'interno di un telaio di contenimento metallico.

I filtri in fibra sintetica o in fibra di vetro hanno reazione al fuoco classe 1, sono realizzati in forma piana od ondulata e il materiale filtrante è racchiusa in un telaio metallico o di cartone.

Filtri a media ed alta efficienza (filtri a tasche)

Questi filtri a media ed alta efficienza possono essere suddivisi in due tipologie:

- filtri a tasche flosce
- filtri a tasche rigide o multiedri

L'efficienza opacimetrica varia tra il 40 ed il 95 % (classificazione da F5 ad H10).

Microfiltri ad altissima efficienza

Rendimento RDF o DOP

a) Fascia RDF 95-99%

Applicazione: - ambienti sterili generali in cui esistono residui di emissione da agenti infettivi

b) Fascia RDF > 99,99% HEPA H14

Applicazione: - terapia intensiva, sale operatorie, etc.

C.1.6. Sistema di regolazione

C.1.5.1 Generalità

Il sistema di supervisione costituirà l'elemento centrale e caratterizzante dell'automazione degli impianti tecnologici dell'edificio. Esso, diverrà infatti l'unica effettiva interfaccia tra i gestori e gli impianti, e ne determinerà in larga parte l'efficacia operativa.

Il sistema di supervisione svolgerà due classi di funzioni:

- ❑ automazione e integrazione degli impianti, ovvero tutte quelle attività di coordinamento e ottimizzazione che vengono svolte autonomamente, ciò sarà senza interventi dei gestori del sistema.
- ❑ funzioni di sistema informativo, a supporto delle decisioni, dedicato alla gestione operativa dell'edificio.

La definizione delle specifiche progettuali per la realizzazione di un sistema di supervisione tengono conto di ambedue le classi di funzionalità; avrà quindi richiesto un'analisi delle procedure operative e organizzative nonché dei flussi di lavoro dei gruppi preposti alla manutenzione ed alla gestione degli impianti dell'edificio.

Ciò detto, occorre ancora osservare che le esigenze operative e gestionali avranno una tendenza a modificarsi nel tempo, assai più rapida delle esigenze impiantistiche; sarà quindi essenziale che l'architettura del sistema di supervisione, ferme restando le garanzie di sicurezza, offra la massima flessibilità sia dal punto di vista software che hardware, in modo da poter rispondere efficacemente ai cambiamenti.

Il sistema di supervisione scelto sarà in grado di integrare tutte le molteplici funzioni necessarie alla gestione degli impianti da esso controllati nonché di interagire con gli altri servizi che compongono l'intera entità denominata "Edificio Intelligente".

Le considerazioni che sono alla base dei criteri di progettazione esecutiva, sono state le seguenti:

- ❑ Un sistema in grado di supportare entità "locali" ed entità geografiche senza necessità di modifiche al sistema stesso.
- ❑ Il sistema sarà intrinsecamente "modulare" in tutti i suoi componenti, hardware e software appartenenti a qualsiasi livello di processo.
- ❑ Possibilità di integrare in maniera efficiente i sottosistemi di altri costruttori (es. impianti speciali) che siano parte dell'impianto.
- ❑ Possibilità di integrare in maniera globale le unità a microprocessore utilizzate per le parti denominate "servizi ausiliari": macchine HVAC autonome, macchine frigorifere a microprocessore, unità trattamento acqua, ecc., sia a livello processo che a livello Workstation in funzione del tipo di integrazione e delle funzioni richieste.

Tutto questo per permettere all'operatore la gestione completa, con le relative interazioni, di tutti gli impianti compresi quelli di "altro produttore" e quindi "non standard".

Lo scopo principale del sistema di controllo e monitoraggio tecnologico/elettrico sarà quindi quello di permettere la gestione, il buon funzionamento e la manutenzione dei vari impianti presenti nel modo più efficiente possibile.

L'integrazione in un sistema di tutte le funzioni per la gestione dei singoli impianti, consente un'ottimizzazione delle risorse energetiche e umane, eliminando tutte quelle operazioni manuali che impegnano una buona parte del tempo di lavoro del personale (letture, verifiche, accensioni, misure, ecc...).

C.1.5.2 Obiettivi del Sistema

Nel seguito sono descritte le funzionalità che il Sistema svolgerà per ogni Impianto o Sottosistema.

1. Climatizzazione del reparto

- a) Avviamento-arresto automatico di ventilatore di mandata ed eventuale ventilatore di estrazione;
- b) segnalazione degli stati di funzionamento e delle anomalie di tutte le apparecchiature;
- c) controllo livelli di pressione differenziale ambienti reparto ematologia;
- d) controllo dei valori di temperatura e di umidità ambiente richiesti;
- e) Controllo valvole batterie di preriscaldamento/refrigerazione e postriscaldamento;

D) PARAMETRI ESECUTIVI

D.1. Individuazione dei fabbisogni termici

Dati di progetto

Per il dimensionamento esecutivo degli impianti di climatizzazione sono stati assunti i seguenti dati generali:

Località: Palermo

Zona Climatica: "B"

Gradi giorno: 751

Quota sul livello del mare: 14 m

Latitudine: 38°7' N

Condizioni climatiche esterne:

Inverno: Temperatura minima convenzionale $T_e = +5\text{ °C}$
Umidità relativa 90%

Estate: Temperatura massima convenzionale $T_e = +34\text{ °C}$
Umidità relativa 60 %

Temperatura dei fluidi primari:

Acqua calda: 45°C-40°C

Acqua fredda: 7°C-12°C

Aumenti per esposizione:

Esposizione Nord 20%

Esposizione Est 15%

Esposizione Ovest 10%

Esposizione Sud 0%

Velocità dei fluidi:

Le velocità indicate di seguito rappresentano i limiti minimi e massimi entro i quali sono stati eseguiti i calcoli delle tubazioni e dei canali d'aria:

a) Velocità dell'acqua nelle tubazioni dell'impianto termico comprese fra 0.5-1.5 m/sec per cadute di pressione comprese fra 10 e 25 mm c.a./m.

b) Velocità dell'aria:

 Presa aria esterna: 2.5 m/s

 Premente ventilatore: 5.0-6.0 m/s

Canali principali:	3.5-5.0 m/s
Canali secondari:	2.0-4.0 m/s
Terminale di mandata:	1.5-2.0 m/s
Terminali di ripresa:	1.0-2.0 m/s

Condizioni climatiche interne reparto di ematologia

NOME AREA	MINIMO EST.	RICAMBIO/H	ARIA PRESSIONE RELATIVA ALL'AREA	TEMPER. INVERNO °C	TEMPER. ESTATE °C	UMIDITA' RELATIVA
STUDI MEDICI	2		POS	20	25	45/55%
AMBULATORI	4		NEU	20	25	45/55%
MEDICHERIE	3		NEU	20	25	45/55%
DEGENZA	8		POS/NEG	20	25	45/55%
DEPOSITI	-10 (RIC)		NEG	18	-	-
SERVIZI	-10 (RIC)		NEG	20	-	-
CORRIDOI	1,5		NEU	20	26	50/60%

D.2. Carichi Termici e calcoli esecutivi impianto di climatizzazione

Il calcolo del Fabbisogno di Potenza dell'edificio, così come previsto dalle norme vigenti in materia di risparmio energetico, nonché da quanto previsto dalle norme tecniche specifiche e dalla buona tecnica, finalizzato al dimensionamento dell'impianto di condizionamento, indica come potenza termica da fornire per bilanciare le dispersioni verso l'esterno e verso ambienti non riscaldati relativamente alla zona d'intervento è di $P_d = 26024 \text{ W}$, mentre come potenza termica assorbita dall'aria considerata la quantità d'aria esterna trattata circa 12000 mc/h di $P_v = 87895 \text{ W}$ per una potenza totale di $P_i = P_d + P_v = 113920 \text{ W}$.

La potenza estiva, alle condizioni di progetto stabilite nei paragrafi precedenti risulta di 171220 W come da calcolo, occorre osservare che il progetto della centrale termofrigorifera prevedeva nr.1 gruppo polivalente di potenza frigorifera pari a 180 kWf .

Per il calcolo della rete di canali d'aria è stato necessario seguire un procedimento ordinato, che può essere così schematizzato:

1. Uno studio attento della pianta dell'edificio, al fine di progettare l'impianto più conveniente, evitando per quanto possibile tutti gli ostacoli ed assicurando ogni necessario accesso alle sue parti componenti. Allo stesso tempo facendo in modo che il progetto sia semplice e che preveda curve ampie e variazioni graduali di sezione, ove previste;
2. Una collocazione delle uscite dal condotto tale da garantire un'appropriata distribuzione dell'aria nell'ambiente da servire;

-
3. Determinazione delle dimensioni delle bocche d'uscita in base al volume d'aria necessario, al loro numero ed alla velocità consentita, al fine di ottenere il lancio considerato, non dimenticando, però, che all'aumentare della velocità aumenta anche il rumore ed assicurandosi che tutte le bocchette abbiano un'adeguata superficie libera;
 4. Calcolare le dimensioni di tutte le condotte con uno dei tre metodi seguenti:
 - Metodo dell'equiresistenza;
 - Metodo delle velocità fissate;
 - Metodo del recupero di pressione statica.

Prima di passare al dimensionamento vero e proprio dell'impianto, è stato necessario raccogliere delle informazioni preliminari. Basandosi sullo schema dell'impianto, per ogni tronco di canale a portata costante è stata individuata la lunghezza, che serve per il calcolo delle perdite di carico distribuite, e le discontinuità geometriche che lo caratterizzano (curve, diramazioni, ostacoli etc.), che servono per il calcolo delle perdite di carico concentrate. Partendo dai valori delle portate richieste dai vari diffusori (che sono un dato noto vedi tabella condizioni climatiche interne), è stato possibile innanzi tutto calcolare per ogni tratto appartenente alla rete il valore della portata che lo attraversa. In particolare, la portata d'aria che il ventilatore dovrà fornire sarà pari alla sommatoria di tutte le portate richieste ai diffusori. A questo punto è stato possibile passare al dimensionamento del cosiddetto ramo principale. Per il suo dimensionamento si è scelto il metodo dell'equiresistenza e come risultato si sono ottenuti i valori del diametro, della velocità, della resistenza, delle perdite di carico distribuite, concentrate e totali per ogni tratto del ramo (vedi calcolo allegato in cui sono riportati oltre la quantità di materiale, anche tutte le sezioni equivalenti, le perdite di carico, i diffusori scelti in funzione delle portate). Successivamente si sono dimensionati tutti i rami restanti con lo stesso metodo.

Il software utilizzato consente il dimensionamento delle condotte dell'aria di ventilazione e condizionamento e delle condotte di ripresa a sezione sia rettangolare sia circolare con tre metodi diversi:

- perdita di carico costante;
- velocità fissata tratto per tratto;
- guadagno statico.

Il programma di calcolo per il dimensionamento dei canali, in base ai valori delle portate delle bocchette terminali e laterali e alla geometria della rete, dapprima calcola le portate d'aria in ogni tratto di condotta e poi procede al dimensionamento dell'impianto, assegnando ad ognuno dei tratti una dimensione che consente di avvicinarsi il più possibile alle condizioni di equilibrio dell'impianto.

A differenza di quanto si verifica nel dimensionamento delle reti di tubi per l'acqua, per le condotte non è prevista la determinazione iterativa dei valori effettivi delle portate. Nel caso delle condotte, infatti, la serie delle dimensioni e dei diametri disponibili è molto vasta e quindi l'equilibratura è sempre possibile. Tuttavia, nella pratica, come vedremo, si è soliti fissare sempre un passo, cioè una variazione minima consentita tra due valori di dimensioni consecutivi, e una dimensione limite sotto la quale non scendere, e questo si ripercuote sui calcoli per il dimensionamento portando a una equilibratura non proprio perfetta, ma senz'altro soddisfacente: eventuali eccessi di pressione residua possono sempre venire

smaltiti nelle bocchette di aspirazione o di mandata procedendo ad una opportuna operazione di taratura.

Palermo, maggio 2017

Il tecnico
Ing. Antonio Sindoni