

MINI GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO TERMOTECNICO

SUGGERIMENTI E METODOLOGIE OPERATIVE

Prof. Ing. Giuliano Cammarata

Organizzazione del progetto

Il progetto degli impianti termotecnici procede sinergicamente con la progettazione architettonica e con la progettazione degli impianti elettrici.

Per la progettazione occorre disporre almeno dei seguenti documenti:

- **Tavole grafiche (piante, prospetti e sezioni) a scala adeguata (gli impianti vanno disegnati a scala 1:50);**
- **Abaco degli infissi, delle pareti, dei soffitti e dei pavimenti con l'indicazione dettagliata delle stratigrafie dei materiali utilizzati);**
- **Condizioni di progetto: dati esterni e condizioni interne (T , ϕ) nei locali e condizioni di utilizzo particolari (ad esempio sale operatore, magazzini speciali, asili infantili,);**
- **Tutte le indicazioni (economiche e topologiche) utile per la scelta delle soluzioni impiantistiche per il progetto considerato.**

Se si prevede di utilizzare impianti ad aria e quindi di porre in opera canali di distribuzione per l'aria occorre subito verificare la disponibilità degli spazi necessari per il loro passaggio.

Verificare la disponibilità dei locali tecnici (centrali termiche, cavedi, spazi esterni per gruppi refrigeratori e/o torri evaporative,).

Nel caso in cui una o tutte le suddette disponibilità non dovessero essere presenti occorre subito concordare con i progettisti architettonici le modifiche progettuali necessarie.

Ricordare sempre che:

- **Il progetto delle strutture murarie e degli infissi è competenza degli progettisti architettonici e non degli impiantisti per cui, effettuate le verifiche energetiche, occorre immediatamente concordare le necessarie modifiche con questi ultimi.**
- **Assicurarsi che non si apportino modifiche ai disegni ricevuti (si consiglia una comunicazione scritta firmata) che possano inficiare i calcoli termotecnici. I progettisti architettonici tendono facilmente a modificare i progetti spostando pareti, modificando dimensioni e/o destinazione d'uso dei locali.**

Le fasi progettuali per gli Impianti Meccanici

Le procedure di calcolo per la progettazione degli impianti termotecnici possono così essere schematizzate (vedi le dispense per ulteriori approfondimenti):

- 1. Calcolo dei carichi termici della struttura in funzione delle condizioni ambientali esterne ed interne (condizioni di progetto);**
- 2. Scelta della tipologia impiantistica da realizzare per raggiungere le specifiche di progetto;**
- 3. Schematizzazione della soluzione impiantistica (layout degli impianti);**
- 4. Dimensionamento dei componenti di impianto;**
- 5. Dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi di lavoro;**
- 6. Disegno esecutivo degli impianti.**

Fase 1 – Ipotesi di calcolo e carichi termici

Individuazione delle specifiche di progetto (cioè dei dati progettuali quali la temperatura interna, esterna, umidità relativa ambiente, velocità dell'aria ambiente, qualità dell'aria,...)

1. Selezionare la località ove situare l'edificio scelto;
2. Tramite il programma di calcolo scelto (vedere software certificato disponibile) indicare i dati generali di progetto;
3. Individuare il numero di generatori termici, nel caso di più edifici o più centrali termiche;
4. Individuare la destinazione d'uso dell'edificio;
5. Effettuare il calcolo dei carichi termici invernali di picco;
6. Individuare i carichi interni e i profili d'uso per il carico termico estivo, se richiesto;
7. Effettuare il calcolo dei carichi termici estivi con il metodo TFM o con il metodo Carrier o con altra metodologia consolidata.

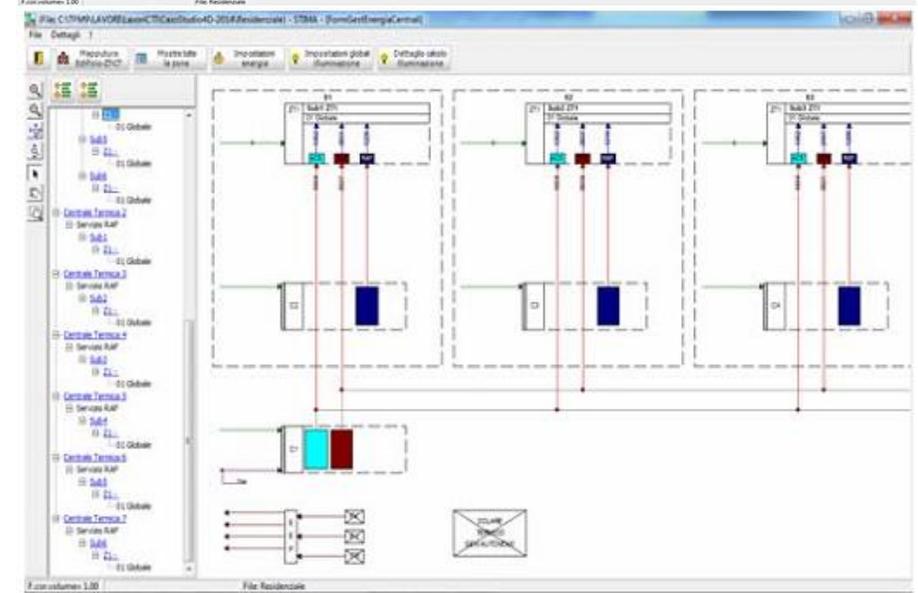
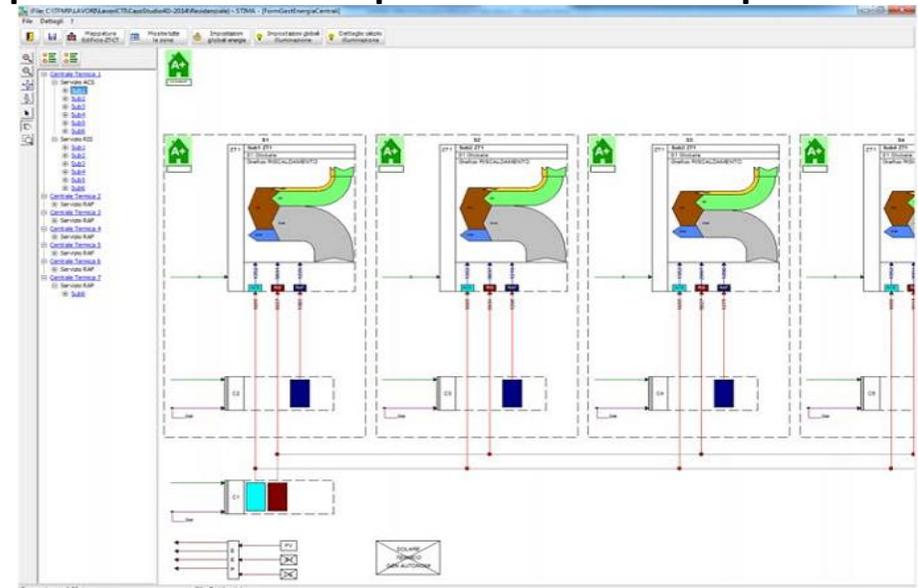
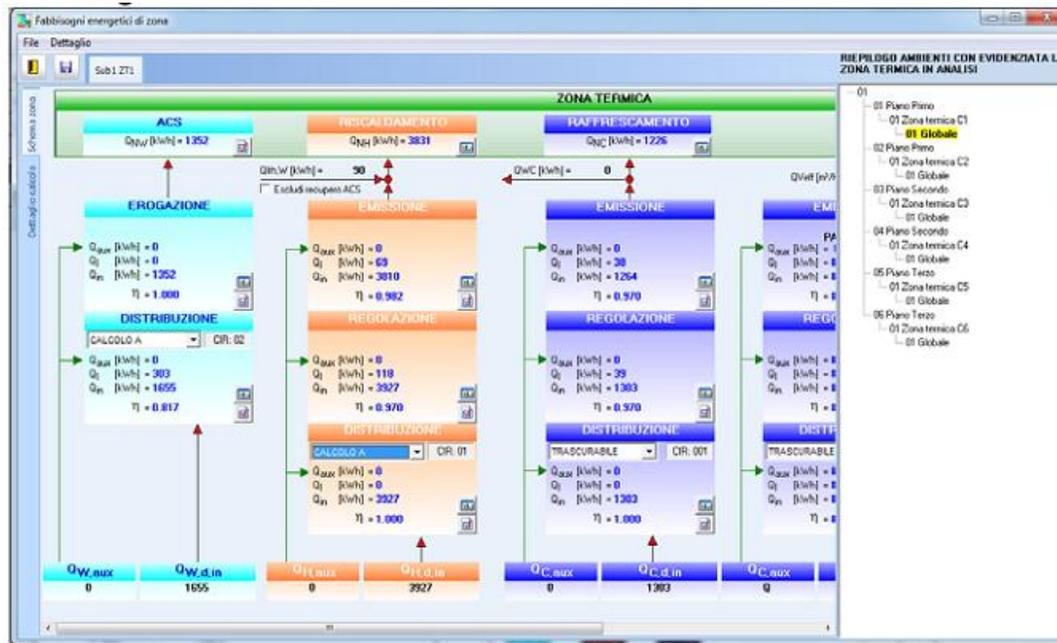
Occorre applicare le nuove norme attuative della L. 90/13 e dei DM 26/06/2015 e predisporre, ove richiesto, l'**Attestato di Prestazione Energetica (APE)** o l'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE). Applicare le norme UNI TS 11300 Parte 1°, 2°, 3° e 4° nelle versioni aggiornate del 2014.

Per l'applicazione del D.Lgs 28/11 occorre prevedere l'uso di fonti rinnovabili in modo da soddisfare le percentuali di utilizzo indicate dal decreto per l'epoca in cui si effettua il progetto.

Fase 1 – Applicazione delle Nuove UNI TS 11300/1 e /2

Le nuove UNI TS 11300/1 e /2 cambiano molto le procedure di calcolo e verifica energetica degli edifici. Adesso le norme prevedono che l'edificio possa essere suddiviso in più **zone termiche** e per ciascuna zona si può avere una centrale termica che può fornire i seguenti servizi:

1. Riscaldamento
2. Condizionamento (Opzionale)
3. Ventilazione (Opzionale)
4. Acqua calda sanitaria
5. Illuminazione
6. Trasporto (ascensori e montacarichi)

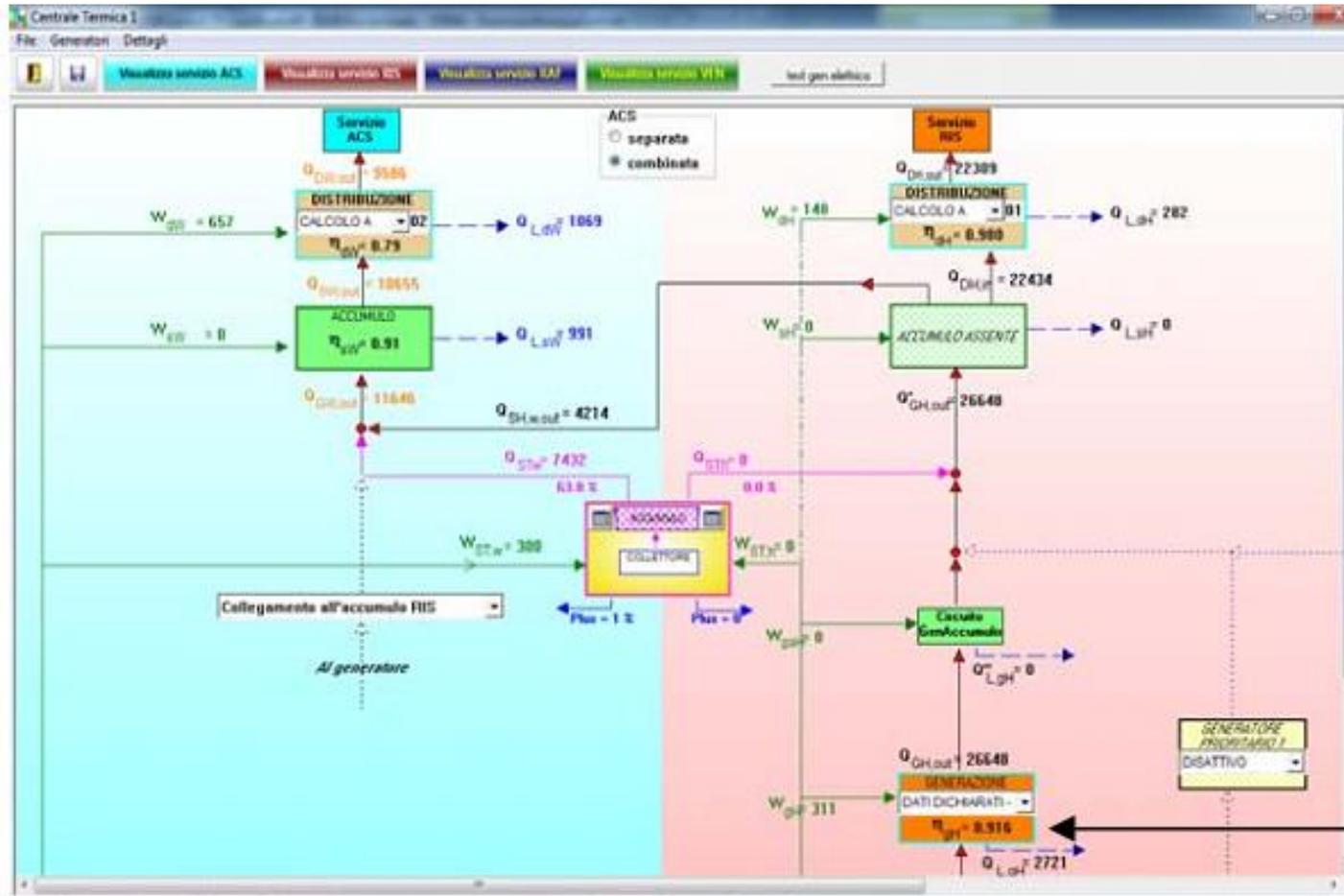


Fase 1 – Applicazione delle Nuove UNI TS 11300/1 e /2

Per ciascuna zona e per ciascuna centrale termica occorre poi selezionare il generatore di calore per ciascuna tipologia di servizio..

Si ricordi che nel caso di selezione di una pompa di calore occorre indicare i dati necessari secondo le UNI TS 11300/4. Inoltre occorre tener presente che la PdC fornisce energia anche rinnovabile mentre le caldaie no.

Per le caldaie occorre indicare i dati di targa, compresi le efficienze al 100% e al 50%.



Fase 1 – Condizioni climatiche di riferimento

Condizioni di riferimento per le PdC fornite dalla UNI TS 11300/4 per i dati prestazionali forniti dal fabbricante.

Pompe di calore per **solo riscaldamento o funzionamento combinato**.

Sorgente fredda	Temperatura sorgente fredda				Temperatura pozzo caldo riscaldamento ad aria ¹⁾	Temperatura pozzo caldo riscaldamento idronico ²⁾			Temperatura pozzo caldo produzione acs ³⁾	
	-7	2	7	12		35	45	55	45	55
Aria	-7	2	7	12	20	35	45	55	45	55
Acqua		5	10	15	20	35	45	55	45	55
Terreno/roccia	-5	0	5	10	20	35	45	55	45	55

1) Temperatura di ripresa.
2) Per almeno una delle temperature indicate. Altri dati suggeriti: 25 °C, 65 °C.
3) Per almeno una delle temperature indicate.

Fase 1 – Dati caratteristici forniti dal costruttore per PdC

Esempio di dati per PdC. I dati relativi al COP e alla potenza termica sono essenziali per la verifica della copertura energetica con il metodo BIN.



Fase 1 – verifiche da effettuare

Occorre applicare le norme dei **Decreti Attuativi DM 26/06/2015** della L. 90/2013 e predisporre l'Attestato di Prestazione Energetica (APE). Applicare le norme UNI TS 11300 Parte 1°, 2°, 3° e 4°.

Per l'applicazione del D.Lgs 28/11 occorre prevedere l'uso di fonti rinnovabili in modo da soddisfare le percentuali di utilizzo indicate dal decreto. In sintesi occorre effettuare le seguenti verifiche.

VERIFICHE AI SENSI DEL **DECRETI ATTUATIVI DELLA L.90/13**

Occorre verificare che:

- l' EP_g dell'edificio sia inferiore all' $EP_{g,lim}$ (calcolato con l'edificio di riferimento). A seconda del tipo di progetto (nuovo, ristrutturazione importante di 1° o di 2° livello, riqualificazione energetica) i parametri energetici da verificare possono variare;
- Verifica di H_m e degli altri parametri ($A_{sol,est}$) previsti dai decreti attuativi.
- che la produzione di acqua calda sia coperta, su base annuale, per almeno il 50% da energia solare.

Il terzo requisito può non essere soddisfatto per giustificati motivi (ad esempio indisponibilità di superficie utile, edifici storici, ...) da inserire nella relazione tecnica.

VERIFICHE AI SENSI DEL **D.LGS. 28/2011**

Occorre verificare che:

- si abbia una quota di energia rinnovabile (QR) superiore al valore in vigore (attualmente 35% dal 01/01/2014);
- che si produca energia elettrica con **da fonti rinnovabili (ad esempio con impianto fotovoltaico)** con potenza:
$$P=S/K \quad (\text{kW}).$$

Nel caso in cui uno o entrambi i requisiti non siano soddisfatti viene ridotto l' $EP_{g,lim}$ con la relazione indicata dal D.Lgs. 28/2011 in funzione delle percentuali effettive e delle potenze effettive.

Fase 2 – Scelta della tipologia impiantistica

Scelta della tipologia impiantistica da realizzare per raggiungere le specifiche di progetto

Ad esempio, se l'edificio è adibito ad uffici e biblioteca, con una composizione architettonica diversificata si possono individuare le seguenti zone.

- Zona ufficio tecnico;
- Zona biblioteca;
- Zona di servizio;

La tipologia di impianto deve tenere conto del **numero di ricambi d'aria** per gli uffici e per la biblioteca. Pertanto si può scegliere un impianto di climatizzazione (inverno ed estate) ad esempio di tipo misto (aria primaria e fan coil) per le zone uffici mentre si utilizzerà un impianto a tutt'aria con ricircolo (ove possibile) negli altri ambienti (ad esempio nei depositi libri della biblioteca).

IMPORTANTE: Un esame dei carichi termici reali può suggerire di utilizzare impianti a 4 tubi se alcuni ambienti hanno anche la necessità di raffrescamento durante alcuni mesi invernali.

Occorre individuare i locali tecnici ove disporre le macchine (caldaia, generatori di acqua refrigerata, pompe, ...).

Fase 2 - Progetto di riqualificazione

Il progetto di riqualificazione prevede interventi di vario genere che possono così riassumersi:

- Isolamento delle pareti;**
- Isolamento dei pavimenti;**
- Isolamento dei soffitti;**
- Sostituzione dei serramenti vetrati;**
- Sostituzione dei generatori con altri di alta efficienza o con pompe di calore;**
- Inserimento di impianti FER.**

Ogni intervento, o più interventi, ha una conseguenza nella verifica energetica e nei costi di intervento.

Effettuare un'analisi costi – benefici per ciascuna soluzione di riqualificazione ipotizzata e selezionare quella più conveniente.

Fase 2 - Zone termiche e soluzioni progettuali

- Suddividere l'edificio in **zone omogenee**, come indicato in precedenza. Contornare le zone con linee ben visibili;
- Per ciascuna zona effettuare le fasi di progetto elencate in precedenza.

Per il progetto di riqualificazione edilizia è opportuno prevedere due soluzioni di progetto:

SOLUZIONE INIZIALE SULLO STATO DI FATTO

- Predisporre le strutture murarie e l'abaco infissi esistenti nell'edificio per l'utilizzo nel programma da utilizzare.
- Selezionare la località (zona climatica, GG, Te,);
- Selezionare il tipo di calcolo (a seconda dei decreti attuativi);
- Effettuare il calcolo di verifica energetica ($E_{p_g} < E_{p_{g.lim}}$ calcolato con l'edificio di riferimento) per conoscere la situazione di partenza;
- Verificare, se presente, l'integrazione solare per ACS;
- Verificare, ove possibile, il D.Lgs 28/2011 e le condizioni necessarie per ottenere la verifica.

SOLUZIONE FINALE PER RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

- Predisporre le nuove strutture murarie (ad esempio coibentate) e l'abaco nuovi infissi (ad esempio a vetro camera) per l'utilizzo nel programma da utilizzare;
- Selezionare la stessa località (zona climatica, GG, Te,);
- Selezionare il tipo di calcolo (secondo le tipologie indicate dal DM 26/06/2015);
- Effettuare il nuovo calcolo di verifica energetica ($E_{p_g} < E_{p_{g.lim}}$) e quantificare il miglioramento di classe energetica;
- Verificare che l'integrazione solare per ACS soddisfi il D.Lgs 28/2011;
- Verificare che il D.Lgs 28/2011 sia soddisfatto o che, in caso contrario, sia ($E_{p_g} < E_{p_{g.lim.28}}$).

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

La soluzione impiantistica non è univoca ma dipende da numerosi fattori, alcuni di tipo tecnico ed altri di tipo architettonico ed economico.

Dopo un'attenta analisi del problema occorre scegliere la soluzione impiantistica per il progetto. Si tengano presenti alcuni consigli:

- Se l'edificio è già stato **costruito** (ancora di più se è storico) occorre scegliere soluzioni impiantistiche poco invasive e compatibili con lo stato dell'edificio stesso. Ad esempio se si hanno muri portanti di elevato spessore (60-80 cm) è poco conveniente pensare ad impianti ad aria perché i canali risultano molto ingombranti e possono minare la stabilità dei muri. Inoltre spesso mancano spazi interni da destinare ai locali tecnici (UTA, Caldaie, Pompe di Calore, ...) e quindi occorre trovare una sistemazione congruente dei componenti di impianto. In questi casi è opportuno usare impianti ad acqua (più facili di installare perché meno invasivi) e generatori che possono essere installati anche all'esterno (come le P.d.C. aria – acqua).
- Se si usano gli **impianti misti** (Aria primaria + Fan Coil) allora occorre trovare gli spazi per l'installazione delle UTA all'interno dell'edificio (soluzione spesso non possibile per mancanza di locali da riqualificare come locali tecnici). Le UTA possono anche essere installati all'esterno (nelle versioni predisposte a quest'uso) ma occorre allora individuare i cavedi tecnici per i canali. Questi ultimi risultano spesso di dimensioni notevoli, a seconda della grandezza dell'impianto, e pertanto anche il passaggio dei canali fra piani diversi può costituire un grosso problema. L'uso di **UTA a soffitto canalizzabili** (ne esistono in commercio alcune ben fatte e capaci di inglobare tutte le sezioni di trattamento aria necessarie) può aiutare a risolvere il problema in edifici già costruiti e/o storici.
- Se si sta progettando un impianto per edifici non residenziali (cioè diversi da E.1) allora i **ricambi d'aria** diventano un problema importante da risolvere. In questi casi, infatti, occorre avere un impianto di ventilazione meccanica capace di garantire i necessari ricambi d'aria. E' opportuno valutare la possibilità di trasformare questi impianti di ventilazione in impianti di termoventilazione.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

- Per edifici destinati ad uffici occorre avere almeno **1 Vol/h**. Per le scuole, a seconda del grado giusto DM 12/1975, si va da **2.5** a **5 Vol/h**. Pensare di installare un impianto a radiatori o a termoconvettori senza assicurare i necessari ricambi d'aria non è possibile. In questi casi gli impianti misti sono in grado di risolvere pienamente il problema.
- Per edifici particolarmente importanti (teatri, sale teatrali, sale convegni, ...) o per edifici industriali ove è necessario il controllo totale della temperatura e dell'umidità ambiente allora occorre spesso predisporre **impianti a tutt'aria** (con o senza ricircolo a seconda dei carichi latente interno).
- Il **problema degli spazi** in un edificio già costruito è spesso vincolante sia per la scelta della tipologia impiantistica ma anche per l'inserimento degli impianti al loro interno. In genere è bene ricordare che gli impianti idronici sono meno invasivi degli impianti aeraulici.
- Negli **edifici già costruiti** e in quelli in **centro storico** (soprattutto se antichi e vincolati dalla Soprintendenza ai BB.CC. E AA.) lo spazio esterno non sempre disponibile. Ciò pone problemi sia per l'installazione dei componenti di impianto (UTA, Refrigeratori – P.d.C., serbatoi, ...) che per l'installazione di componenti per le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER). Spesso si ricorre a strutture esterne fatte ad hoc per ospitare i componenti di impianto ma questa soluzione è ad alto impatto negativo. In ogni caso per l'impiantistica occorre trovare una soluzione pratica che sia la meno invasiva e deturpante. Per le FER si può anche fare a meno di utilizzarle, a patto che **si riduca il limite di EP_{cl}**, come previsto dal D.Lgs, 28/2011:

$$EP_{Dlgs28-11} = EP_{g_L90} \left[\frac{1}{2} + \frac{\frac{\%_{eff}}{P_{eff}} + \frac{\%_{obbl}}{P_{obbl}}}{4} \right]$$

Fase 3 – Soluzione Impiantistica – Impianti Misti

PROBLEMATICHE DEGLI IMPIANTI MISTI

Si vuole qui presentare brevemente un prontuario per gli **impianti misti** poiché sono fra quelli più utilizzati. Si rimanda alle Dispense ogni altro approfondimento per tutte le tipologie di impianto.

Gli impianti misti sono costituiti da due impianti separati:

1. Un impianto **ad aria** che deve garantire almeno i ricambi fisiologici;
2. Un impianto **ad acqua** che alimenta i fan Coil e che forniscono, prevalentemente ma non esclusivamente, calore sensibile agli ambienti.

Pertanto occorre affrontare le due problematiche:

1. Selezione del generatore termico (per l'estate e per l'inverno) per il trattamento dell'aria e la progettazione della rete aeraulica di distribuzione negli ambienti;
2. Selezione del generatore termico (estivo ed invernale) per il trattamento dell'acqua e la progettazione della rete idronica di distribuzione ed alimentazione dei fan coil negli ambienti.

I due generatori possono coincidere (quindi unici sia per l'aria che per l'acqua) o possono essere separati. Inoltre si può usare un refrigeratore d'acqua per l'estate che può funzionare anche a pompa di calore per l'inverno.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica – Impianti Misti

SELEZIONE DEL GENERATORE PER L'ESTATE

Per il trattamento dell'aria primaria (che avviene sempre in una **Unità di Trattamento Aria, UTA**) occorre avere acqua refrigerata prodotta da un **refrigeratore d'acqua**.

A seconda delle trasformazioni psicrometriche che si intendono svolgere nell'UTA si può avere una sola batteria di raffreddamento (sx) o anche una seconda batteria di post-riscaldamento (dx).

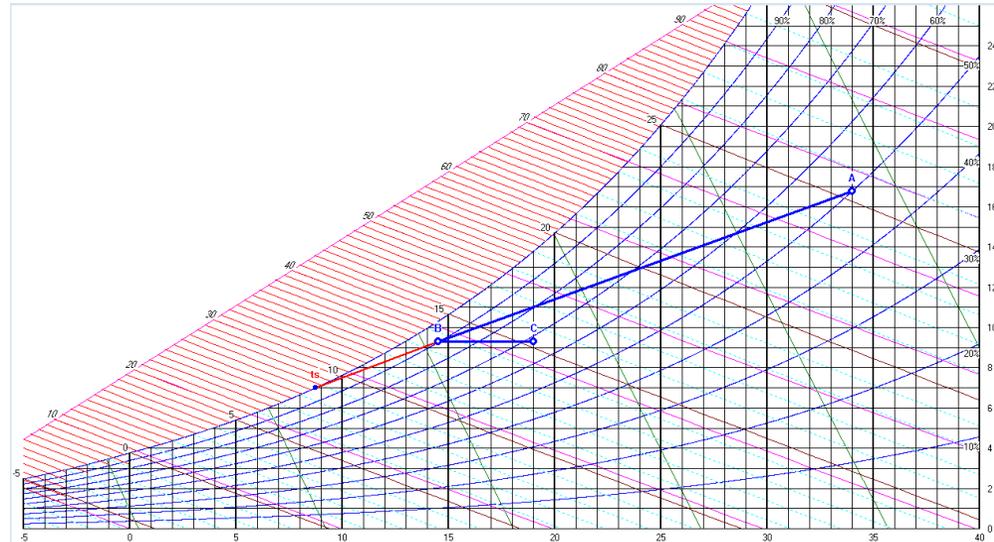
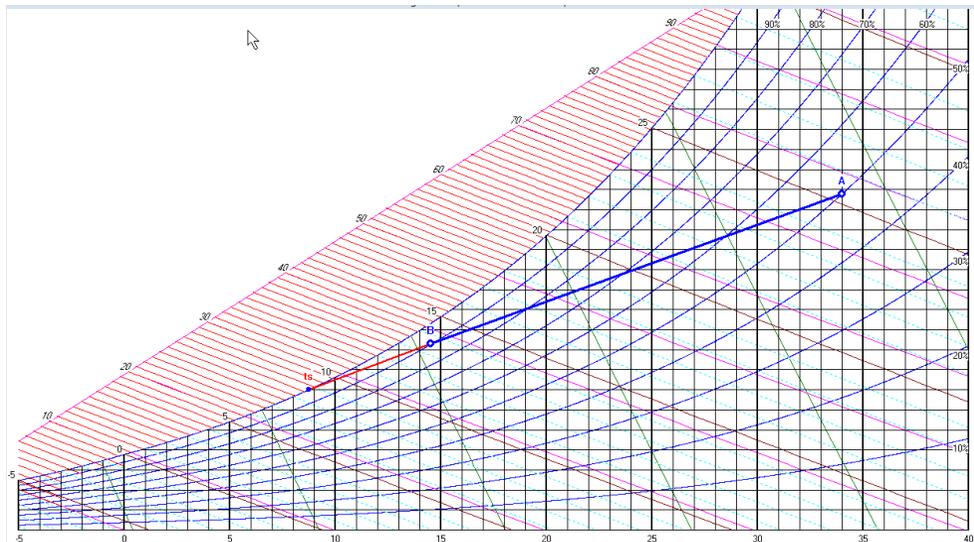
Nel caso si debba avere la seconda batteria di riscaldamento si possono avere due casi:

1. Si utilizza una caldaia esterna che alimenta (in estate) la batteria calda;
2. Si utilizza una macchina frigorifera che consenta di avere un recupero termico.

In quest'ultimo caso si utilizza il calore di desurriscaldamento al condensatore con

La possibilità di recuperare circa il 30% del calore riversato in ambiente. La temperatura dell'acqua dal desurriscaldatore varia dai 45 ai 55 °C a seconda del ciclo utilizzato.

```
--RAFF. CON DEUMIDIFICAZIONE--  
Qs = 33.947 kW  
Qt = 66.573 kW  
Qs/Qt = 0.510  
qx = 12.733 g/s  
dh/dx = 5.228  
fe = 0.773 ; fattore di contatto  
qmA = 1.7021 kg/s ; portata massica  
qvA = 5476 m3/h ; portata volumica  
qmB = 1.7021 kg/s ; portata massica  
qvB = 5068 m3/h ; portata volumica  
dt = 19.50 K  
dx = 7.48 g/kg  
dh = 39.113 kJ/kg  
  
--RISCALDAMENTO--  
Qs = 7.834 kW  
qmB = 1.7021 kg/s ; portata massica  
qvB = 5068 m3/h ; portata volumica  
qmC = 1.7021 kg/s ; portata massica  
qvC = 5147 m3/h ; portata volumica  
dt = 4.50 K  
dx = 0.00 g/kg  
dh = 4.603 kJ/kg
```



Fase 3 – Soluzione Impiantistica - Impianti Misti

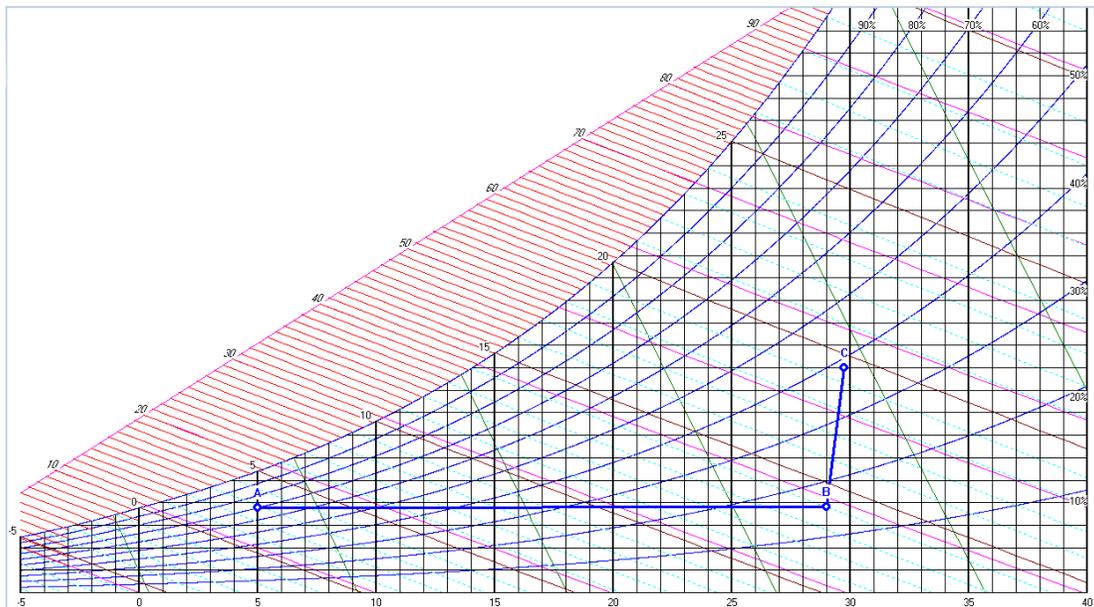
SELEZIONE DEL GENERATORE PER L'INVERNO

Il generatore invernale può essere una caldaia (preferibilmente ad alto rendimento a condensazione) o una P.d.C. Quest'ultima presenta le problematiche tipiche e che possiamo così riassumere:

- La potenza della P.d.C. non è costante ma dipende dalle condizioni climatiche esterne. Inoltre per regioni climatiche fredde possono esserci problemi di ghiacciatura oltre che di resa termica.
- Se la P.d.C. è anche refrigeratore d'acqua allora la potenza termica nominale fornita è di poco superiore a quella frigorifera (ad esempio una refrigeratore da 100 kW estivi fornisce circa 110 kW in inverno) e pertanto occorre verificare se, in funzione della zona climatica e dei carichi termici calcolati, è sufficiente una sola P.d.C. ovvero se occorre averne un'altra.

Il trattamento dell'aria primaria invernale è tipicamente quello indicato in figura e composto da:

1. Un riscaldamento dalla temperatura esterna alla temperatura di 28-31 °C;
2. Un'umidificazione (in figura è a vapore ma può anche essere ad acqua) che porti l'aria primaria ad avere $x = 9-10 \text{ g}_v/\text{kg}_{\text{as}}$.



--RISCALDAMENTO--

$Q_s = 41.496 \text{ kW}$
 $q_{mA} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vA} = 4858 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $q_{mB} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vB} = 5277 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $dt = 24.00 \text{ K}$
 $dx = 0.03 \text{ g/kg}$
 $dh = 24.380 \text{ kJ/kg}$

--UMIDIFICAZIONE--

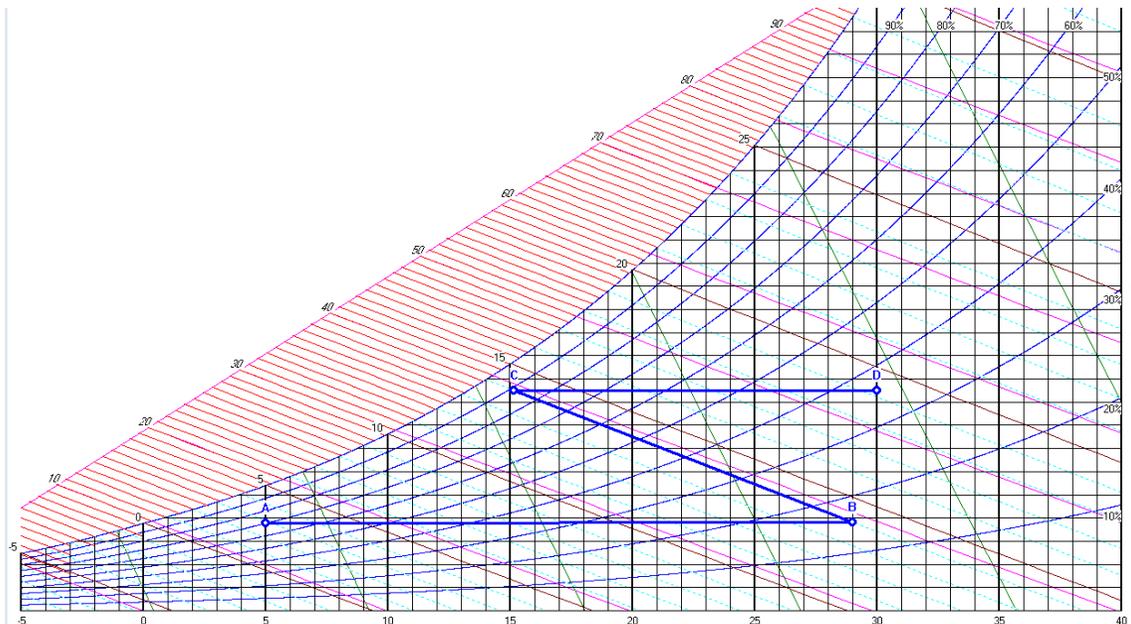
$q_x = 10.553 \text{ g/s}$
 $q_{mB} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vB} = 5277 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $q_{mC} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vC} = 5342 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $dt = 0.74 \text{ K}$
 $dx = 6.20 \text{ g/kg}$
 $dh = 16.587 \text{ kJ/kg}$

Fase 3 – Soluzione Impiantistica - Impianti Misti

SELEZIONE DEL GENERATORE PER L'INVERNO

Nel caso non si desideri usare l'umidificazione a vapore allora si può usare quella ad acqua, seguita da un post riscaldamento a 28-31 °C. Le fasi di trattamento nell'UTA sono allora le seguenti:

1. Un riscaldamento dalla temperatura esterna alla temperatura di 28-31 °C;
2. Un'umidificazione (in figura è ad acqua) che porti l'aria primaria ad avere $x= 9-10 \text{ g}_v/\text{kg}_{as}$;
3. Un post riscaldamento che porti l'aria primaria a 28-31 °C.



--RISCALDAMENTO--

$Q_s = 41.496 \text{ kW}$
 $q_{mA} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vA} = 4858 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $q_{mB} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vB} = 5277 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $dt = 24.00 \text{ K}$
 $dx = 0.03 \text{ g/kg}$
 $dh = 24.380 \text{ kJ/kg}$

--UMIDIFICAZIONE--

$q_x = 9.682 \text{ g/s}$
 $q_{mB} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vB} = 5277 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $q_{mC} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vC} = 5081 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $dt = 13.85 \text{ K}$
 $dx = 5.69 \text{ g/kg}$
 $dh = 0.357 \text{ kJ/kg}$

--RISCALDAMENTO--

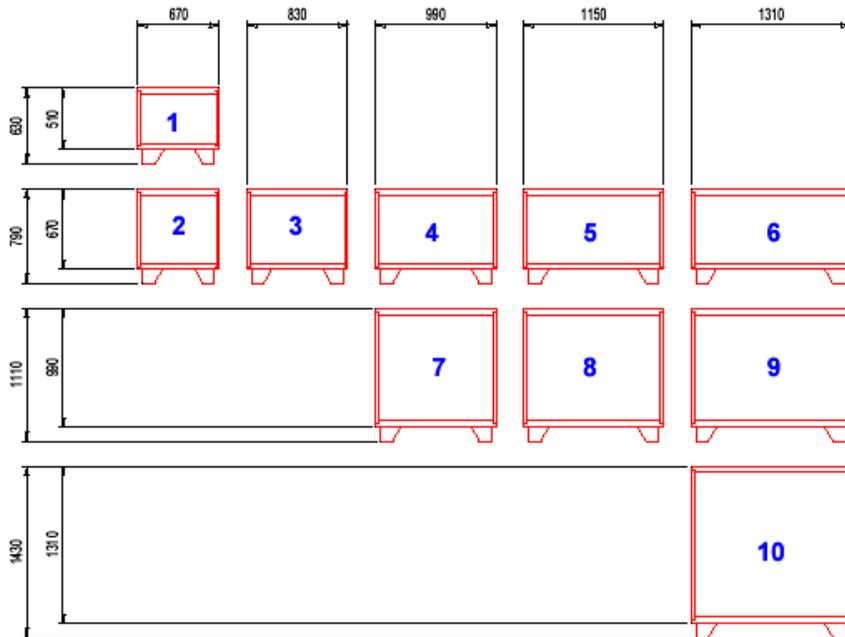
$Q_s = 25.855 \text{ kW}$
 $q_{mC} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vC} = 5081 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $q_{mD} = 1.7021 \text{ kg/s}$; portata massica
 $q_{vD} = 5343 \text{ m}^3/\text{h}$; portata volumica
 $dt = 14.85 \text{ K}$
 $dx = 0.00 \text{ g/kg}$
 $dh = 15.190 \text{ kJ/kg}$

Fase 3 – Soluzione Impiantistica - Impianti Misti

SELEZIONE DELL'UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA

Una volta determinate le trasformazioni dell'aria primaria, sia in condizioni estive che invernali, allora occorre dimensionare l'UTA in modo congruente.

A tale scopo si possono utilizzare sia i cataloghi commerciali che i software di selezione che ormai diverse case costruttrici mettono a disposizione degli utenti.



m³/h	velocità (m/s)					Modello	Sezione frontale (mm. B x H)
	5	4	3	2	1		
1000						KK01	670 x 590
2000						KK02	760 x 670
3000						KK03	840 x 760
4000						KK04	1090 x 760
5000						KK05	1390 x 760
6000						KK06	1090 x 1090
7000						KK08	1390 x 1090
8000						KK11	1390 x 1390
9000						KK14	1590 x 1390
10000						KK19	2090 x 1390
15000						KK25	2090 x 1730
20000						KK30	2090 x 2090
25000						KK35	2310 x 2090
30000						KK40	2810 x 2090
35000						KK45	3190 x 2090
40000						KK50	3420 x 2090
45000						KK60	4030 x 2090
50000							
55000							
60000							
65000							
70000							
75000							
80000							
85000							
90000							
95000							
100000							
105000							
110000							

NB: Per esecuzioni con pannellatura sp. 48mm aumentare le quote della sezione frontale di 20mm.

	Testate e Miscela	Filtrazione	Recupero calore	Riscaldamento raffreddamento deumidificazione	Umidificazione	Ventilazione
	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						

Fase 3 – Soluzione Impiantistica - Impianti Misti

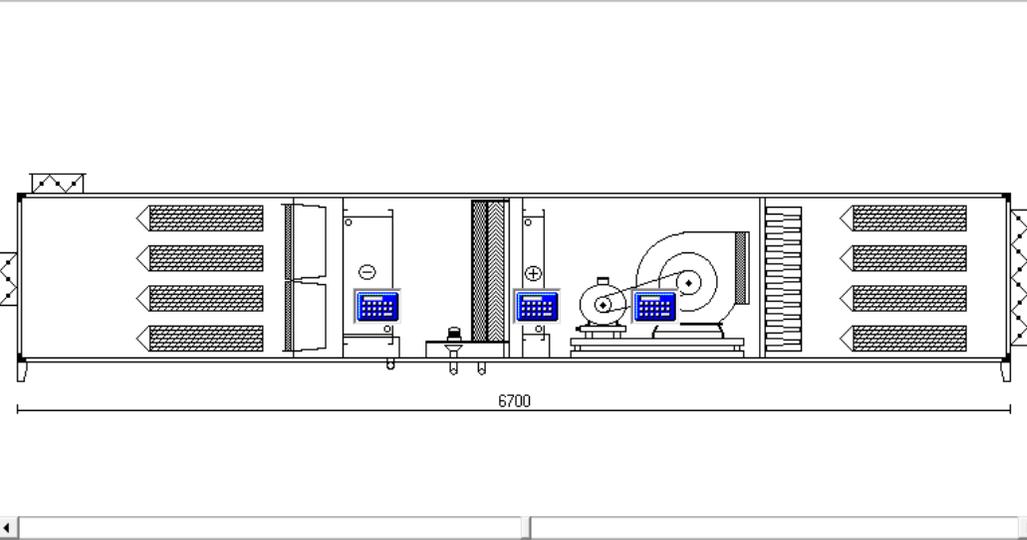
SELEZIONE DELL'UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA

Si ricordi che l'utilizzo di software commerciale messo a disposizione dalle case costruttrici vincola la selezione dell'UTA al catalogo delle stesse ditte.

<input type="checkbox"/> Presa aria esterna	<input type="checkbox"/> Batteria recupero	<input type="checkbox"/> Separatore di gocce	<input checked="" type="checkbox"/> Filtri Speciali
<input checked="" type="checkbox"/> Camera di miscela	<input type="checkbox"/> Batteria di riscaldamento	<input checked="" type="checkbox"/> Batteria di riscaldamento	<input checked="" type="checkbox"/> Silenziatore di Mandata
<input checked="" type="checkbox"/> Silenziatore di Ripresa	<input checked="" type="checkbox"/> Batteria di raffreddamento	<input type="checkbox"/> Distanziatori Jolly	<input checked="" type="checkbox"/> Serranda di Mandata
<input type="checkbox"/> Prefiltri	<input type="checkbox"/> Batteria di riscaldamento	<input checked="" type="checkbox"/> Ventilatore Mandata	
<input checked="" type="checkbox"/> Filtri	<input type="checkbox"/> Batteria di raffreddamento	<input type="checkbox"/> Multizone	
<input type="checkbox"/> Filtri Speciali	<input type="checkbox"/> Distanziatori Jolly	<input type="checkbox"/> Filtri	
<input type="checkbox"/> Distanziatori Jolly	<input checked="" type="checkbox"/> Umidificazione+separatore	<input type="checkbox"/> Filtri	

Progetto _____
Riferimento _____

39CI 17
Totale € 13.664,00
Peso [kg] 1120



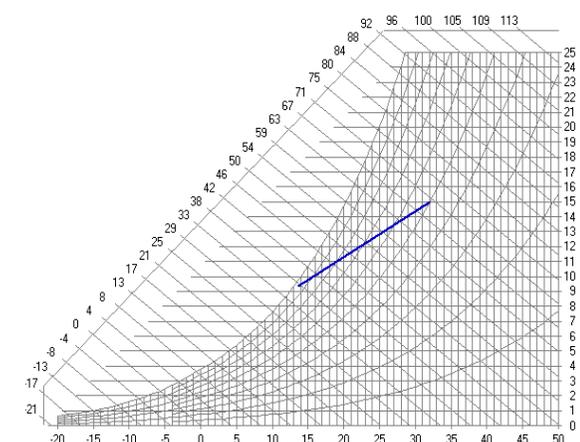
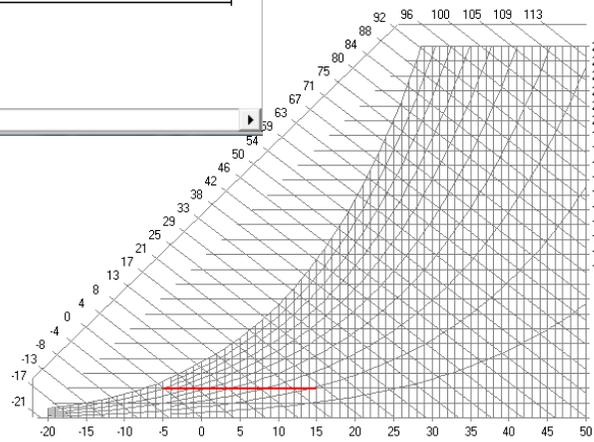
Dati geometrici e dimensionali

Geometria	Alette	Tubi
Passo tubi P6016	Materiale Al Passo 2,5	Materiale Cu
Lunghezza [mm] 1300	Altezza [mm] 1020	Calcolo completo <input checked="" type="radio"/>
N. ranghi _____	N. circuiti _____	Ranghi imposti <input type="radio"/>
		Solo predisposizione <input type="radio"/>

Lato aria				Lato fluido			
ingresso aria		uscita aria		Tipo fluido		T. ingresso [°C]	
T. bulbo secco [°C]	32	T. bulbo secco [°C]	14	Acqua	T. uscita [°C]	12	7
T. bulbo umido [°C]	23,6	Portata [m³/h]	12000	Verifica in Caldo	Portata [m³/h]		
Umidità relativa [%]	50	Portata [kg/h]	13586		Massima dp [kPa]	30	
Resa totale [kW]	0						

RISULTATI

Codice	CAPACITA'			ARIA					ACQUA				
	Qt [kW]	Qs [kW]	S/T	TBSout [°C]	URout [%]	Vel [m/s]	dpa [Pa]	Jin [kJ/kg]	Jout [kJ/kg]	Twout [°C]	Vel [m/s]	qw [m³/h]	dpw [kPa]
P6016AF 9R 17T 1300A 2,5P 38NC Cu-Al	126	70	0,55	13,6	96	2,51	137	70,7	37,3	12,0	0,8	21,61	13,3
P6016AF 8R 17T 1300A 2,5P 34NC Cu-Al	117	66	0,56	14,6	94	2,51	125	70,7	39,6	12,0	0,8	20,12	14,2
P6016AF 7R 17T 1300A 2,5P 30NC Cu-Al	112	63	0,56	15,4	92	2,51	113	70,7	41,1	12,0	0,9	19,16	11,7



Fase 3 – Soluzione Impiantistica - Impianti Misti

SELEZIONE DELL'UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA - VENTILATORE

Qualche precisazione va fatta sulla scelta del ventilatore dell'UTA. Si ricorda, infatti, che la prevalenza generata dalla soffiante deve vincere le cadute totali di pressione dell'aria dall'imbocco fino all'ultima bocchetta di mandata. Pertanto di è soliti suddividere il Δp della soffiante in:

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_{\text{interno}} + \Delta p_{\text{Utile}}$$

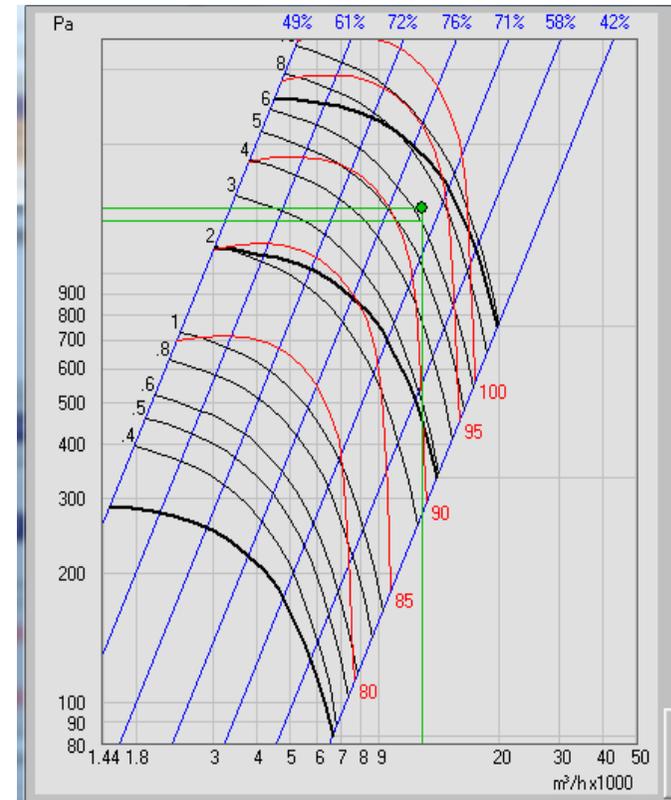
La caduta di pressione interna la calcola il Costruttore dell'UTA in funzione degli elementi interni presenti (filtri, batterie, recuperatori, umidificatori,) mentre la caduta di pressione esterna deve essere fornita dal Progettista in funzione del progetto della rete aeraulica esterna.

Si consiglia di progettare prima le reti aerauliche in modo da indicare la corretta caduta di pressione (definita Δp_{Utile}) necessaria per la rete aeraulica collegata al ventilatore.

Ad esempio può essere $\Delta p_{\text{Utile}} = 200 \text{ Pa}$ mentre $\Delta p_{\text{tot}} = 1300 \text{ Pa}$ perché le cadute di pressione interne sono $\Delta p_{\text{interno}} = 1300 - 200 = 1100 \text{ Pa}$

RISULTATI												
Modello	Tipo Pale	P.Din. [Pa]	P.Tot. [Pa]	Rend. [%]	P.Ass. [kW]	Giri/min [rpm]	Lw dB(A)	Lp dB(A)	Pot. Motore [kW]	Marg. Mot. [%]	Vel. Bocca [m/s]	Prezzo [€]
BQR 400	rovesce	91	1421	74	6.43	2714	92	85	11 kW	71	12,2	2.634,92
BQR 450	rovesce	58	1388	77	6,01	2270	90	83	7,5 kW	25	9,8	2.584,65
BQR 500	rovesce	37	1367	75	6,06	1895	89	82	7,5 kW	24	7,8	2.838,55

ORIENTAMENTO PALE		DATI DI CALCOLO		MOTORE	
<input checked="" type="checkbox"/> Avanti	<input checked="" type="checkbox"/> Rovescce	Portata [m³/h]	12000	Polarità	2POLI
PRESSIONE SONORA		Pressione statica utile [Pa]	300	Margine	20
Distanza [m]	1	Margine prevalenza [Pa]	0	<input type="button" value="Calcolo"/> <input type="button" value="Analisi"/> <input type="button" value="Curve"/> <input type="button" value="Esci"/>	



Fase 3 – Soluzione Impiantistica – Generatori Termici

La scelta del o dei generatori termici è dettata da situazioni impiantistiche contingenti. In genere l'installazione di più generatori termici comporta i seguenti problemi:

- Ogni generatore in più ha costi aggiuntivi;
- Ogni generatore in più occupa più spazio;
- Ogni generatore in più comporta una complicazione delle reti distributive.

Pertanto la scelta di uno o più generatori deve tenere conto di varie esigenze quali, ad esempio:

- La presenza di **più zone di impianto** con necessità di utilizzo dei generatori in tempi diversi. Ad esempio, se si ha una scuola non è pensabile avere un unico generatore da accendere quando, nel pomeriggio, è solo presente il personale di segreteria o il personale docente per qualche riunione. Allo stesso modo l'esigenza di attivare gli impianti per la palestra o per il teatro scolastico può essere diversa da quella degli impianti per le aule.
- A volte nello stesso edificio si hanno **attività diverse**, ad esempio attività commerciali al piano terra ed abitazioni civili negli altri piani. In questi casi occorre avere generatori diversi per gestire le diverse esigenze di utilizzo giornaliero degli impianti.
- Il tipo di impianto deve avere una **ridondanza** per motivi di sicurezza o di processo. Ad esempio un impianto per un complesso operatorio o per un reparto di terapia intensiva deve funzionare sempre e pertanto occorre duplicare i generatori di calore.
- Spesso per **impianti estesi** è possibile avere più generatori per evitare reti molto estese. In questi casi occorre suddividere l'edificio in zone termiche opportune.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

SCelta FRA CALDAIA E POMPA DI CALORE

La scelta fra l'utilizzo di generatori di calore tradizionali a combustione (a metano o a gas) e la pompa di calore può essere critica. In ogni caso vanno considerati i seguenti criteri:

- Un **generatore termico a combustione** funziona sempre, qualunque sia la zona climatica interessata. Non ha bisogno di verifiche energetiche stagionali (metodo BIN) e consente di utilizzare corpi scaldanti più economici, quali i radiatori. Per contro questi generatori **non forniscono energia rinnovabile** (tranne per le caldaie a biomassa) e quindi rendono problematica la verifica della QR (Quota Rinnovabile) imposta dal D.Lgs. 28/2011;
- Una **pompa di calore** ha un utilizzo più condizionato dalla sorgente di calore esterna (sorgente fredda) e va verificato il grado di copertura energetica stagionale con il metodo BIN. Non richiede canna fumaria né depositi di combustibile (come per il gasolio o per la biomassa) e, in genere, richiede l'utilizzo di termoventilconvettori o (là dove possibile per il solo riscaldamento) i pannelli radianti poiché forniscono acqua calda fra 45-50 °C in mandata. Per contro le pompe di calore **forniscono un'aliquota di energia primaria rinnovabile** che può essere molto utile per la verifica della Quota Rinnovabile (QR), specialmente se non si possono utilizzare fonti energetiche rinnovabili (FER) per edifici già costruiti o in zone storiche.

$$E_{RES} = Q_{usable} \left[1 - \frac{1}{SCOP} \right]$$

- In alcuni casi, ad esempio in zone climatiche molto fredde, è possibile avere entrambe le tipologie di generatori che, come indicato dalla UNI TS 11300/4, vedrà utilizzata prioritariamente la pompa di calore e la caldaia quale generatore secondario.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

SCelta DELLA POMPA DI CALORE

La scelta della pompa di calore deve tener conto di diversi parametri:

- La **temperatura esterna**: se si hanno periodi nei quali si scende sotto i 10 °C la P.d.C. può non essere conveniente se è del tipo aria – acqua. Per zone climatiche rigide si possono utilizzare le pompe di calore geotermiche o del tipo acqua – acqua con sorgente fredda data da un bacino a temperatura controllata.
- La **temperatura di utilizzo**: date le caratteristiche funzionali delle P.d.C. è bene utilizzarle alla temperatura più bassa possibile. Pertanto la temperatura di mandata può variare dai 35 °C (ad esempio per alimentare i pannelli radianti) 45 °C (per alimentare fan coil). Andare più in alto con la temperatura comporta, oltre alla riduzione del COP, problemi di funzionamento poiché per aumentare la temperatura di pozzo caldo occorre avere P.d.C. con particolari fluidi frigoriferi.

In ogni caso la scelta della pompa di calore va effettuata anche in funzione dello **SCOP** fornito per le temperature di utilizzo.

Oggi sempre più numerosi costruttori forniscono i data sheet con i dati corretti sia per la selezione (SCOP) che per l'applicazione del metodo BIN.

Sorgente fredda	Temperatura sorgente fredda				Temperatura pozzo caldo riscaldamento ad aria ¹⁾	Temperatura pozzo caldo riscaldamento idronico ²⁾			Temperatura pozzo caldo produzione acs ³⁾	
Aria	-7	2	7	12	20	35	45	55	45	55
Acqua		5	10	15	20	35	45	55	45	55
Terreno/roccia	-5	0	5	10	20	35	45	55	45	55

1) Temperatura di ripresa.
2) Per almeno una delle temperature indicate. Altri dati suggeriti: 25 °C, 65 °C.
3) Per almeno una delle temperature indicate.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

SCelta DELLA POMPA DI CALORE

Nel caso di scelta della P.d.C. occorre tenere presente anche la tipologia dell'impianto e dei carichi termici dell'edificio. Ad esempio per un albergo può essere necessario disporre durante tutto l'anno sia di acqua refrigerata che di acqua calda. Tale contemporaneità può derivare da esigenze climatiche (contemporaneità di riscaldamento e raffrescamento) sia per esigenze funzionali (ad esempio acqua calda sanitaria, riscaldamento di piscina, ...).

I **Refrigeratori multifunzione** sono predisposti proprio per la produzione indipendente o simultanea di acqua refrigerata per raffreddamento ed acqua calda per riscaldamento (impianti a 4 tubi), durante tutto l'arco dell'anno.

Le macchine sono realizzate con materiali resistenti agli agenti atmosferici che le rendono idonee per installazione all'esterno.

Queste macchine consentono di alimentare i fan coil a quattro tubi e, contemporaneamente, avere ACS per usi vari.

Nei casi in cui d'estate si desideri avere recupero di calore di desurriscaldamento occorre richiedere macchine opportunamente predisposte al recupero parziale (solo desurriscaldatore) o totale (tutto il condensatore).

Nella scelta della pompa di calore occorre prestare attenzione ai dati tecnici e in particolare alle temperature disponibili in uscita e in entrata.

Si ricorda, infatti, che tali temperature condizionano fortemente il progetto delle reti idroniche.

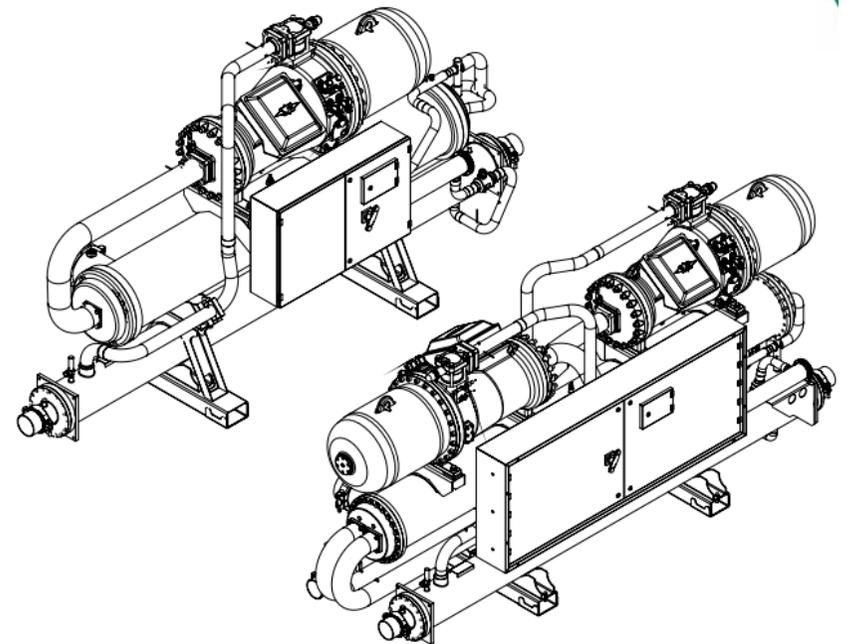
Nel caso di impianti per il terziario in cui siano contemporaneamente presenti carichi positivi (riscaldamento) e negativi (raffrescamento) allo si possono utilizzare anche gli anelli ad acqua. Per questa tipologia si rimanda ai volumi 3 e 4 per la loro progettazione.

Fase 3 – Soluzione Impiantistica

SCelta DELLA POMPA DI CALORE E REFRIGERATORE RAFFREDDATA AD ACQUA

Nel caso si preferisca utilizzare refrigeratori/pompe di calore raffreddati ad acqua occorre avere disponibile acqua di raffreddamento proveniente da un serbatoio (lago, fiume, mare) ovvero utilizzare le torri di raffreddamento.

In questo caso occorre selezionare la torre di raffreddamento in funzione delle condizioni climatiche esterne reali del sito.



Fase 4 – Componenti di Impianto

Dimensionamento dei componenti di impianto

Per ciascuna zona e per ciascun ambiente si conoscono:

- i carichi totali invernali;
- I carichi totali estivi (sensibile e latente).

Si possono quindi dimensionare sia i corpi scaldanti (ad esempio i fan coil) che le batterie delle UTA nonché la caldaia (o la pompa di calore) e il refrigeratore d'acqua.

Per le batterie di post riscaldamento estive si può anche utilizzare l'energia di desurriscaldamento del condensatore delle macchine di refrigerazione dell'acqua.

Per l'utilizzo dell'energia rinnovabile occorre dimensionare gli impianti solari (termici e fotovoltaici) e verificarne l'effettiva possibilità di inserimento negli spazi di pertinenza dell'edificio.

E' possibile prevedere, se lo si desidera, l'utilizzo di mini pale eoliche, caldaie a biomassa, sistemi di cogenerazione con micro turbine a gas o altro sistema previsto dalle norme UNI TS 11300 Parte 4°.

Fase 4 – Riepilogo carichi termici - Esempio

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE											
AMBIENTE : 010101 Soggiorno											
Te = - 5											
Ta = 20											
	q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol				
	1	0.5	6.25	5.00	3.30	103.1	316				
nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.30	13.58	168.45	1.05	177
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.30	36.30	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.30	14.52	107.33	1.00	107
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	510 PAV	1	T1	0.59	11	5.00	6.25	31.25	204.30	1.00	204
08	602 SOF	1	ZC	0.76	5	5.00	6.25	31.25	118.75	1.00	119
TOTALI: dispvol		+		(dispra·au%)		=		A	volume	S/V	
316		1100		15%		1700		68.38	103.1	0.66	
AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio											
Te = - 5											
Ta = 20											
	q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol				
	1	2.0	1.20	2.70	3.30	10.7	131				
nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.30	20.46	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.30	3.96	29.27	1.00	29
03	510 PAV	1	T1	0.59	5	2.70	1.20	3.24	9.71	1.00	10
04	602 SOF	1	ZC	0.76	5	2.70	1.20	3.24	12.31	1.00	12
TOTALI: dispvol		+		(dispra·au%)		=		A	volume	S/V	
131		39		0%		182		7.20	10.7	0.67	
AMBIENTE : 010103 Camera											
Te = - 5											
Ta = 20											
	q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol				
	1	0.5	4.10	4.20	3.30	56.8	174				
	1	0.5	0.30	3.10	3.30	3.1	9				
nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.30	14.30	177.32	1.20	213
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.30	5.61	41.47	1.00	41
06	304 P.I	1	ZC	0.65	5	4.00	3.30	13.20	42.70	1.00	43
07	510 PAV	1	T1	0.59	13	18.15	1.00	18.15	142.52	1.00	143
08	602 SOF	1	ZC	0.76	5	18.15	1.00	18.15	68.97	1.00	69
TOTALI: dispvol		+		(dispra·au%)		=		A	volume	S/V	
183		726		15%		1130		41.58	59.9	0.69	

RIEPILOGO DISPERSIONI						
GLOBALE EDIFICIO	1140.8	1967.6	0.580	0.501	0.563	33630
Appart/zona/ambiente	A	volume	S/V	Cdr	Cdi	dispers
Piano/Scala: 01 P.no Terra 11707						
0101 App. Zona Termica A	222.4	320.1	0.695			5766
01 Soggiorno	68.38	103.13	0.663			1700
02 Bagno di servizio	7.20	10.69	0.673			182
03 Camera	41.58	59.89	0.694			1130
04 Camera matrimoniale	45.52	58.82	0.774			1054
05 Bagno padronale	16.20	28.96	0.559			725
06 Cucina	39.74	46.20	0.860			1321
07 Disimpegno	3.75	12.38	0.303			66
0102 App. Zona Termica B	227.6	337.4	0.675			5941
01 Soggiorno	68.38	103.13	0.663			1746
02 Bagno di servizio	7.20	10.69	0.673			206
03 Camera	46.83	77.22	0.606			1249
04 Camera matrimoniale	45.52	58.82	0.774			1033
05 Bagno padronale	16.20	28.96	0.559			741
06 Cucina	39.74	46.20	0.860			1311
07 Disimpegno	3.75	12.38	0.303			86
Piano/Scala: 02 P.no Primo 10005						
0201 App. Zona Termica C	125.4	337.4	0.372			4983
01 Soggiorno	37.12	103.13	0.360			1565
02 Bagno di servizio	3.96	10.69	0.370			186
03 Camera	23.43	77.22	0.303			1114
04 Camera matrimoniale	27.72	58.82	0.471			922
05 Bagno padronale	7.42	28.96	0.256			678
06 Cucina	25.74	46.20	0.557			1211
07 Disimpegno	0.00	12.38	0.000			64
0202 App. Zona Termica D	125.4	337.4	0.372			5022
01 Soggiorno	37.12	103.13	0.360			1565
02 Bagno di servizio	3.96	10.69	0.370			186
03 Camera	23.43	77.22	0.303			1114
04 Camera matrimoniale	27.72	58.82	0.471			930
05 Bagno padronale	7.42	28.96	0.256			690
06 Cucina	25.74	46.20	0.557			1230
07 Disimpegno	0.00	12.38	0.000			64

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Per la selezione dei fan coil per un impianto ad aria primaria occorre valutare il calore sensibile che questi debbono fornire agli ambienti. Pertanto, noto il carico totale degli ambienti, fissata la portata d'aria primaria (di solito almeno quella fisiologica) si calcola:

$$Q_{S_FC} = Q_{S_Ambiente} - Q_{S_Aria_Primaria} = Q_{S_ambiente} - \dot{m}_{Aria_Primaria} c_p (t_A - t_{AP})$$

Alcuni programmi di calcolo forniscono direttamente il calore sensibile dei fan coil per le condizioni estive.

Per le condizioni invernale si ha la difficoltà di non avere un calcolo dei carichi termici separato per calore sensibile e calore latente. Si può usare la seguente espressione semplificativa:

$$Q_{S_FC_inv} = Q_{Picco_Ambiente} - Q_{S_Aria_Primaria} = Q_{S_ambiente} - \dot{m}_{Aria_Primaria} c_p (t_{AP} - t_A)$$

Per fan coil a due tubi la batteria è unica e quindi occorre selezionare la batteria per le condizioni estive e poi verificare che vada bene anche per le condizioni invernali.

Per i fan coil a quattro tubi si hanno due batterie, una per riscaldamento ed una per raffrescamento, e quindi la verifica è separata per ciascuno dei due casi.

E' bene tenere presente che se si effettua la selezione dei fan coil utilizzando i cataloghi tecnici sintetici allora è opportuno verificare che le condizioni di esercizio indicate dal Costruttore siano pari a quelle di progetto. In particolare le condizioni standard per le condizioni estive sono:

- Temperatura di ingresso dell'acqua fredda 7 °C
- Temperatura di uscita dell'acqua fredda 12 °C
- Temperatura dell'ambiente 27 °C.

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Esempio di determinazione automatica dei carichi estivi dei fan coil. Nei casi in cui questi dati non siano disponibile occorre predisporre fogli di calcolo riepilogativi sia per l'estate che per l'inverno.

RIEPILOGO CARICO TERMICO ESTIVO MESE: Luglio

denominazione zona	dati risultati dall'analisi in regime continuo					potenze di picco unità terminali		
	tbs °C UR %	portata di ventilaz in l/s ; carichi in W	pot necess	a.prim.+FC	tutta aria			
	volume port. rinn	ora critica carico tot	sens. loc sens. rinn	laten. loc laten. rinn	sensibile totale	tbs di imm potenza FC	tbs di imm portata l/s	
GLOBALE EDIFICIO		198 26.4	15 4021	2967 286	98 670			

01 P.no Terra		198 26.4	15 4021	2967 286	98 670		
---------------	--	-------------	------------	-------------	-----------	--	--

0101 App. Zona Termica A		198 26.4	15 4021	2967 286	98 670		
01 Soggiorno	25 50	72 0.0	18 1248	1248 0	0 0	1248 1248	15.0 253.7
02 Bagno di servizio							
03 Camera	25 50	42 5.8	8 868	696 -3	28 148	693 868	15.0 625
04 Camera matrimoniale	25 50	41 5.7	8 724	556 -3	27 14.5	552 724	15.0 48.5
05 Bagno padronale							
06 Cucina	25 50	32 10.8	12 1666	1113 83	198 27.3	1198 1666	15.0 98.1
07 Disimpegno	25 50	9 4.1	17 269	104 39	22 10.4	143 269	15.0 53

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Dimensionamento FC .xlsx - Excel														
FILE HOME Menu INSERISCI LAYOUT DI PAGINA FORMULE DATI REVISIONE VISUALIZZA COMPONENTI AGGIUNTIVI Test di carico TEAM														
Calibri 14 A⁺ A⁻ Testo a capo Numero Normale Neutrale Valore non v... Somma automatica Riempimento Or fi														
Incolla Copia Copia formato G C S Unisci e allinea al centro Numero Formattazione condizionale Formatta come tabella Valore valido Calcolo Cella collegata Inserisci Elimina Formato Celle Modifica														
F10 =B53+I53+O53+U53														
A B C D E F G H I J K L														
9														
10		TOT. POT. FRIGORIFERA [kW]				52,80								
11		PIANO TERRA				TOT POT. TERMICA [kW]		53,97						
12						TOT. PORTATA H2O [l/h]		12914,0						
13														
14		BIBLIOTECA						ARCH. DI STATO						
15		ambiente	18	21	22	24	18abcd	ambiente	6	7	8	9		
16		locale	hall	ufficio	ufficio	sala lettura	wc	locale	hall + wc	sala lettura	sala lettura	ufficio		
17		QS estivo [W]	4524	1625	1635	4878	874	QS estivo [W]	141	1550	1590	1909		
18		QL estivo [W]	351	163	169	3074	0	QL estivo [W]	45	986	1023	175		
19		Qtot estivo [W]	4875	1788	1804	7952	874	Qtot estivo [W]	186	2536	2613	2084		
20		QS/QT	0,93	0,91	0,91	0,61	1,00	QS/QT	0,76	0,61	0,61	0,92		
21		Qs + 10%Qs	4976	1788	1799	5366	961	Qs + 10%Qs	155	1705	1749	2100		
22		Qt + 10%Qt	5363	1967	1984	8747	961	Qt + 10%Qt	205	2790	2874	2292		
23		Modello Fc	FCX 32	FCX 42	FCX 42	FCX 42	FCX 22	Modello Fc	FCX 17	FCX 42	FCX 42	FCX 50		
24		Numero Fc	4	1	1	4	1	Numero Fc	1	1	1	1		
25		QS estivo SINGOLO FC [W]	1244,1	1787,5	1798,5	1341,5	961,4	QS estivo SINGOLO FC [W]	155,1	1705	1749	2099,9		
26		Qtot estivo SINGOLO FC [W]	1340,6	1966,8	1984,4	2186,8	961,4	Qtot estivo SINGOLO FC [W]	204,6	2789,6	2874,3	2292,4		
27		Velocita	media	media	media	media	media	Velocita	minima	media	media	media		
28		Resa Frigorifera sensibile [W]	1540	2115	2115	2115	1055	Resa Frigorifera sensibile [W]	540	2115	2115	3640		
29		Portata h2o [l/h]	380	585	585	585	258	Portata h2o [l/h]	258	585	585	721		
30		Totale portata h2o [l/h]	1520	585	585	2340	258	Totale portata h2o [l/h]	258	585	585	721		
31		t in h2o [°C]	8	8	8	8	8	t in h2o [°C]	8	8	8	8		
32		Δt [°C]	5	5	5	5	5	Δt [°C]	5	5	5	5		
33		Resa Frigorifera sensibile [W]	1625	2561	2561	2561	1149	Resa Frigorifera sensibile [W]	769	2561	2561	2829		
34		correzione x velocita	0,81	0,77	0,77	0,77	0,85	correzione x velocita	0,65	0,77	0,77	0,92		
35		Resa Frigorifera sensibile [W]	1316,3	1972,0	1972,0	1972,0	976,7	Resa Frigorifera sensibile [W]	499,9	1972,0	1972,0	2602,7		
36		Resa Frigorifera totale [W]	1938	3013	3013	3013	1311	Resa Frigorifera totale [W]	875	3013	3013	3791		
37		correzione x velocita	0,86	0,82	0,82	0,82	0,89	correzione x velocita	0,72	0,82	0,82	0,87		
38		Resa Frigorifera tot. 1FC [W]	1666,7	2470,7	2470,7	2470,7	1166,8	Resa Frigorifera tot. 1FC [W]	630,0	2470,7	2470,7	3298,2		
39		Resa Frigorifera totale [W]	6666,7	2470,7	2470,7	9882,6	1166,8	Resa Frigorifera totale [W]	630,0	2470,7	2470,7	3298,2		
40		Dispersioni termiche [W]	3185	1595	2237	9321	1211	Dispersioni termiche [W]	527	2121	2191	3342		

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Per le condizioni estive le condizioni nominali sono, di solito:

- Temperatura dell'acqua calda in entrata 60 °C;
- Temperatura dell'acqua calda in uscita 50 °C;
- Temperatura dell'ambiente 20 °C.

Se si hanno condizioni di esercizio diverse, specialmente per il riscaldamento invernale con pompe di calore ($T_{ing}=35\div45$ °C), allora occorre disporre dei diagrammi di selezione o delle tabelle fornite dai costruttori.

Capacità Raffrescamento													
Temperatura acqua ingresso °C	Delta T acqua °C	Temperatura aria ingresso °C		Capacità in Raffrescamento (ventilatore tangenziale alta velocità) 2 tubi									
				42N16		42N25		42N33		42N43		42N50	
		b.u.	b.s.	Totale	Sensibile	Totale	Sensibile	Totale	Sensibile	Totale	Sensibile	Totale	Sensibile
3	5	19	27	1,94	1,32	3,11	2,19	4,42	3,05	5,67	3,93	6,20	4,29
3	7	19	27	1,76	1,23	2,58	1,96	3,73	2,74	4,89	3,60	5,37	3,93
3	9	19	27	1,55	1,14	2,03	1,72	2,98	2,41	3,98	3,20	4,43	3,53
5	3	19	27	1,86	1,28	3,12	2,19	4,40	3,03	5,60	3,90	6,12	4,25
5	5	19	27	1,68	1,20	2,63	1,98	3,76	2,75	4,82	3,56	5,28	3,89
5	7	19	27	1,48	1,11	2,09	1,75	3,04	2,44	4,00	3,21	4,39	3,51
5	9	19	27	1,25	1,01	1,63	1,52	2,39	2,14	3,20	2,83	3,56	3,11
7	3	19	27	1,59	1,16	2,63	1,98	3,72	2,73	4,75	3,53	5,19	3,84
7	5	19	27	1,43	1,11	2,18	1,82	3,14	2,52	4,04	3,28	4,42	3,55
7	7	19	27	1,17	0,98	1,66	1,54	2,41	2,15	3,18	2,83	3,51	3,10
7	9	19	27	1,01	0,88	1,34	1,31	1,94	1,86	2,59	2,46	2,87	2,70
9	3	19	27	1,30	1,04	2,11	1,76	3,01	2,43	3,83	3,14	4,19	3,43
9	5	19	27	1,09	0,94	1,67	1,55	2,41	2,16	3,11	2,81	3,39	3,05
9	7	19	27	0,93	0,85	1,35	1,33	1,94	1,88	2,55	2,45	2,80	2,68
9	9	19	27	0,80	0,76	1,09	1,09	1,58	1,57	2,12	2,08	2,33	2,29
11	3	19	27	1,00	0,91	1,63	1,55	2,34	2,14	2,97	2,76	3,24	3,00
11	5	19	27	0,86	0,82	1,35	1,34	1,92	1,88	2,49	2,43	2,72	2,65
11	7	19	27	0,74	0,73	1,10	1,10	1,58	1,58	2,08	2,07	2,28	2,26
11	9	19	27	0,64	0,63	0,85	0,85	1,24	1,24	1,68	1,68	1,85	1,85
13	3	19	27	0,78	0,78	1,33	1,33	1,86	1,85	2,38	2,36	2,59	2,57
13	5	19	27	0,69	0,69	1,11	1,11	1,57	1,57	2,03	2,03	2,22	2,22
13	7	19	27	0,60	0,60	0,87	0,87	1,25	1,25	1,66	1,66	1,82	1,82
13	9	19	27	0,50	0,50	0,63	0,63	0,94	0,94	1,25	1,25	1,38	1,38

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Per il riscaldamento si hanno tabelle del tipo sotto riportato nelle quali da differenza di temperatura è calcolata fra la temperatura media del fluidi di riscaldamento e la temperatura dell'ambiente. Ad esempio, se si alimenta con acqua proveniente da una pompa di calore a 42.5 °C con ritorno a 37.5 °C allora la temperatura media del fluido è $(42.5 + 37.5)/2 = 40$ °C. Ser l'ambiente è a 20 °C allora si ha $DT_{cs-a} = 40 - 20 = 20$ °C

Capacità Riscaldamento							
Portata d'acqua		Differenza Temperatura K	Capacità in Riscaldamento (ventilatore tangenziale alta velocità) 2 tubi				
l/h	l/s		42N16	42N25	42N33	42N43	42N50
100	0	20	1,07	1,36	1,58	1,49	1,55
200	0	20	1,30	1,78	2,22	2,37	2,46
300	0	20	1,40	1,96	2,53	2,91	3,04
500	0	20	1,49	2,13	2,81	3,48	3,67
700	0	20	1,53	2,21	2,94	3,79	4,01
900	0	20	1,56	2,25	3,02	3,98	4,24
1100	0	20	1,57	2,29	3,07	4,12	4,39
1300	0	20	1,58	2,31	3,11	4,22	4,50
1500	0	20	1,59	2,32	3,13	4,29	4,59
1800	1	20	1,60	2,34	3,16	4,38	4,69
2500	1	20	1,62	2,37	3,21	4,50	4,83
3000	1	20	1,62	2,38	3,22	4,56	4,90
100	0	30	1,60	2,04	2,38	2,27	2,34
200	0	30	1,94	2,67	3,35	3,60	3,74
300	0	30	2,09	2,94	3,80	4,40	4,60
500	0	30	2,22	3,19	4,21	5,26	5,53
700	0	30	2,29	3,31	4,41	5,72	6,05
900	0	30	2,32	3,38	4,53	6,01	6,38
1100	0	30	2,35	3,43	4,60	6,21	6,61
1300	0	30	2,37	3,46	4,66	6,35	6,78
1500	0	30	2,38	3,48	4,70	6,46	6,90
1800	1	30	2,39	3,51	4,74	6,59	7,05
2500	1	30	2,41	3,55	4,80	6,77	7,26
3000	1	30	2,42	3,57	4,83	6,85	7,35

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

Per il progetto delle reti tecnologiche è importante conoscere la portata di acqua che ciascuna batteria dei fan coil deve avere per ottenere la resa termica desiderata.

Si ricordi che nel caso in cui non sia direttamente rilevabile dai data sheet basta calcolarla con la relazione:

$$Q_{FC} = \dot{m} c_p (T_{m.cs} - T_A)$$

ove $T_{m.cs}$ è la temperatura media del corpo scaldante e T_A quella dell'ambiente. Pertanto nota la potenza della batteria, Q_{FC} , si calcola la portata d'acqua.

Capacità Riscaldamento								
Portata d'acqua		Differenza Temperatura K	Capacità in Riscaldamento (ventilatore tangenziale alta velocità) 2 tubi					
l/h	l/s		42N16	42N25	42N33	42N43	42N50	
100	0	20	1,07	1,36	1,58	1,49	1,55	
200	0	20	1,30	1,78	2,22	2,37	2,46	
300	0	20	1,40	1,96	2,53	2,91	3,04	
500	0	20	1,49	2,13	2,81	3,48	3,67	
700	0	20	1,53	2,21	2,94	3,79	4,01	
900	0	20	1,56	2,25	3,02	3,98	4,24	
1100	0	20	1,57	2,29	3,07	4,12	4,39	
1300	0	20	1,58	2,31	3,11	4,22	4,50	
1500	0	20	1,59	2,32	3,13	4,29	4,59	
1800	1	20	1,60	2,34	3,16	4,38	4,69	
2500	1	20	1,62	2,37	3,21	4,50	4,83	
3000	1	20	1,62	2,38	3,22	4,56	4,90	
<hr/>								
100	0	30	1,60	2,04	2,38	2,27	2,34	
200	0	30	1,94	2,67	3,35	3,60	3,74	
300	0	30	2,09	2,94	3,80	4,40	4,60	
500	0	30	2,22	3,19	4,21	5,26	5,53	
700	0	30	2,29	3,31	4,41	5,72	6,05	
900	0	30	2,32	3,38	4,53	6,01	6,38	
1100	0	30	2,35	3,43	4,60	6,21	6,61	
1300	0	30	2,37	3,46	4,66	6,35	6,78	
1500	0	30	2,38	3,48	4,70	6,46	6,90	
1800	1	30	2,39	3,51	4,74	6,59	7,05	
2500	1	30	2,41	3,55	4,80	6,77	7,26	
3000	1	30	2,42	3,57	4,83	6,85	7,35	

Fase 4 – Riepilogo carichi termici – Selezione dei Fan Coil

In genere le batterie dei fan coil a due tubi sono del tipo a tre ranghi e, se soddisfano il carico estivo, soddisfano anche il carico invernale.

Tuttavia, data la sovente esuberanza delle batterie, può accadere che si abbiano **potenzialità dei fan coil molto elevate rispetto ai carichi ambientali**. In tal caso occorre sempre installare una valvola a tre vie di regolazione collegata ad un termostato ambiente.

Se qualche batteria non soddisfa il carico invernale allora si può scegliere un fan coil maggiore per l'estate che dia anche un maggior carico in inverno.

Per gli impianti a due tubi occorre ricordare che **la rete di distribuzione dell'acqua è unica** per l'inverno e per l'estate. Pertanto solitamente la si dimensiona per le condizioni più gravose (spesso l'estate) e la si verifica per quella meno gravosa (inverno).

Ciò significa che occorre **mantenere gli stessi diametri dimensionati** per la condizione più gravosa anche per quella meno gravosa.

Per impianti a quattro tubi le reti di distribuzione **sono indipendenti** e possono essere valutate separatamente, ciascuna per le giuste portate di acqua calda e di acqua fredda.

Fase 5 – Reti di Distribuzione

Dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi di lavoro

Ciascun corpo scaldante, ad esempio fan coil, richiede una portata d'acqua (sia per il funzionamento invernale che per quello estivo) per un fissato ΔT di alimentazione.

Pertanto è importante scegliere (in modo definitivo) il ΔT di progetto che può essere anche differenziato fra il funzionamento invernale (ad esempio 10 °C) ed estivo (tipicamente 5 °C). Nel caso di differenziazione occorre verificare se le reti di distribuzione possono essere uniche per l'inverno e per l'estate.

A questo punto, noto il tracciato delle reti di distribuzione dell'acqua, si passa a dimensionare le reti dell'acqua per entrambe le stagioni. Nel caso di impianti a 4 tubi le reti sono indipendenti e quindi la progettazione può procedere in modo separato.

Per gli impianti a due tubi occorre prima dimensionare la rete per le condizioni peggiori (solitamente quelle estive con $\Delta T = 5$ °C ma è opportuno effettuare una verifica anche in funzione della zona climatica scelta) e poi verificare che le dimensioni delle tubazioni così determinate vanno bene anche per le condizioni invernali o viceversa. In quest'ultimo caso può anche essere possibile cambiare il ΔT in modo da mantenere le portate a valori il più possibili vicini a quelli estivi e quindi mantenere gli stessi diametri già calcolati.

Le reti di distribuzione devono essere sempre **bilanciate**, come richiesto dalla normativa.

Si procede allora come indicato nelle dispense utilizzando i fogli di calcolo (**Redi Idroniche** e **Reti Aerauliche**) presenti nel file **FDC.ZIP** da scaricare dal sito www.giulianocammarata.it.

Fase 3 – Scelta della soluzione impiantistica

Schematizzazione della soluzione impiantistica (layout degli impianti)

Riportare sui disegni la tipologia di impianto scelta indicando la posizione dei corpi scaldanti (fan coil o altro, ad esempio le bocchette per l'aria primaria), delle tubazioni di alimentazione e/o dei canali per l'aria, ove previsti.

Occorre tenere presente che le portate di alimentazione dei fan coil commerciali sono in genere elevate rispetto a quelle dei normali radiatori e pertanto non è sempre opportuno ipotizzare reti di distribuzione con *collettori complanari* che vanno bene per i radiatori. In questo caso si traccia una rete di distribuzione **ad anello** con derivazioni in corrispondenza dei fan coil.

Individuare il numero e la posizione delle Unità di Trattamento aria (UTA) per le zone considerate; Tracciare uno schema unifilare dei canali di mandata e relative bocchette e dei canali di ripresa ed espulsione con le relative bocchette.

Occorre collegare le reti dell'acqua e dell'aria alle rispettive unità di trattamento aria per gli impianti misti.

Posizionare le macchine termiche (caldaia, refrigeratore d'acqua o pompa di calore, ..., o altro dispositivo selezionato) e collegarle alle reti di distribuzione tramite **collettori** di mandata e ritorno (per l'acqua) e alle batterie (calde e fredde) delle UTA per l'aria primaria e a tutt'aria.

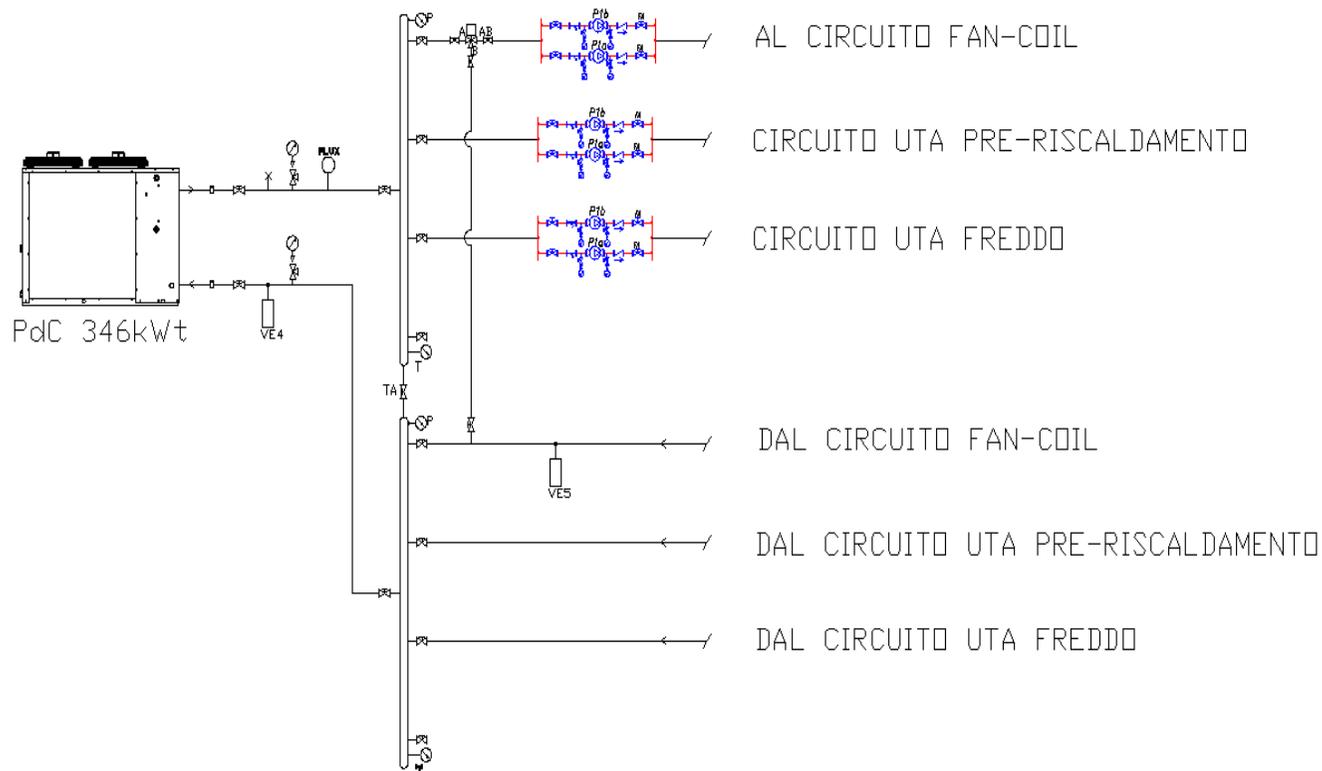
Posizionare i torrini di estrazione dell'aria e le prese di aria esterna.

Fase 3 – Scelta della soluzione impiantistica

Dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi di lavoro

Negli impianti complessi difficilmente si ha un solo circuito. In genere si hanno più circuiti di alimentazione dei corpi scaldanti, delle batterie delle UTA o dei pavimenti radianti.

E' allora opportuno predisporre un collettore di centrale dal quale far partire (per la mandata) e far ritornare (per il ritorno) i vari circuiti.



Fase 3 – Scelta della soluzione impiantistica

Dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi di lavoro

Il dimensionamento delle reti idroniche ed aerauliche viene effettuato tenendo conto delle necessità dei terminali.

Si possono utilizzare programmi di vario tipo (anche commerciali).

Nel file FDC.ZIP (che si può scaricare dal sito web) sono presenti due programmi, denominati **reti_idroniche** e **reti_aerauliche** (corredati dai rispettivi manuali) che possono risultare utili al progetto.

Per quanto i programmi elettronici possono essere semplici, intuitivi e rapidi, occorre tenere presente che la progettazione delle reti tecnologiche non è unica ma dipende da:

- La complessità del circuito e dalle resistenze localizzate in esso presenti;
- Dalla prevalenza della pompa ricordando che:
 - Al crescere della prevalenza disponibile si hanno diametri inferiori;
 - Alla diminuzione dei diametri commerciali corrisponde un incremento di velocità;
 - Che la prevalenza della pompa per le reti idroniche serve solo a bilanciare le perdite di pressione totale (distribuita e localizzata) della rete in quanto tutti i circuiti sono chiusi. Pertanto non occorre avere una prevalenza superiore all'altezza dell'edificio ma occorre selezionare la prevalenza della pompa in funzione della complessità e della lunghezza della rete;
 - Che la prevalenza della soffiante per le reti aerauliche (aperte) deve bilanciare tutte le tipologie di cadute di pressione (gravimetrica, cinetica e di attrito).

Tutti i circuiti debbono essere bilanciati, come indicato dal DPR 59/09. Pertanto occorre sempre effettuare il bilanciamento delle reti.

Fase 3 – Scelta della soluzione impiantistica

SCELTA DELLA PREVALENZA DELLA POMPA

Per la scelta della prevalenza della pompa occorre ricordare che questa, per le **reti chiuse**, deve bilanciare solamente le cadute di pressione totali per attrito. Pertanto la scelta della prevalenza non deve essere scelta in modo da supera l'altezza gravimetrica delle colonne d'acqua.

Un criterio spesso utilizzati, da seguire come linea guida di prima approssimazione, è quello di considerare **8000 ÷ 10000 Pa per piano**.

Per le reti complesse e molto estese occorre verificare che la perdita specifica di pressione sia compresa fra **500 e 2000 Pa/m**.

SCELTA DELLA PREVALENZA DELLA SOFFIANTE

Anche per la soffiante la scelta iniziale della prevalenza è dettata dall'estensione della rete aeraulica. Di solito si mantiene una perdita specifica di pressione fra **0.5 e 2 Pa/m**.

Occorre avere una pressione utile, all'uscita del ventilatore, fra 50 e 1000 Pa a seconda dell'estensione della rete.

Si ricordi che se si impone una Δp_u bassa si avranno canali di grandi dimensioni e, viceversa, se si impone una Δp_u alta si avranno canali di piccole dimensioni. Per contro Δp_u bassa comporta anche basse potenze elettriche mentre Δp_u alte comportano alte potenze elettriche.

La scelta di compromesso deve tenere conto sia dei costi energetici quanto, e soprattutto, dei vincoli geometrici imposti ai canali d'aria (soprattutto l'altezza vincolata alla presenza del controsoffitto e alla larghezza vincolata dalla larghezza dei corridoi) e della rumorosità prodotta dal passaggio dell'aria. Una velocità elevata riduce le dimensioni ma aumenta la rumorosità nell'ambiente.

Fase 3 – Scelta della soluzione impiantistica

Per la progettazione delle reti tecnologiche (idroniche ed aerauliche) si hanno due programmi disponibili nel sito www.giulianocammarata.it (vedi figura).

I programmi (scritti in VBA) utilizzano due fogli Excel per l'introduzione dei dati. Essi sono anche corredati di due manuali (uno per le reti idroniche ed uno per le reti aerauliche) che illustrano punto per punto l'utilizzo del software.

E' opportuno leggere questi manuali prima di iniziare a utilizzare il software.

Data la complessità della problematica del progetto delle reti tecnologiche si rimanda allo studio dei suddetti manuali operativi.

ENERGETICA SECONDO LE LINEE GUIDA NAZIONALI			
	<p>FOGLI DI CALCOLO IN EXCEL PER DIMENSIONAMENTO DELLE RETI TECNOLOGICHE PER ACQUA E PER ARIA - FOGGIO DI CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO DI IMPIANTI SOLARI ATTIVI A COLLETTORI PIANI - CALCOLO RETI PER ACQUA E PER L'ARIA CON FOGLI SPECIFICI PER RETI IDRONICHE E RETI AERLAULICHE - FOGLI DI CALCOLO PER LA UNI TS 11300/4.</p>	28481	27-09-2014

Uso del programma Reti Idroniche

Reti Idroniche-Rev 1-1.xlsm - Excel

FILE HOME Menu INSERISCI LAYOUT DI PAGINA FORMULE DATI REVISIONE VISUALIZZA COMPONENTI AGGIUNTIVI Test di carico TEAM

Nuovo Foglio Riepiloga Calcola Diametri Bilancia Archivia Stampa

Barre degli strumenti personalizzate

B30 : X ✓ f_x G-p

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1																								
2			Prefisso assegnato alla pompa =			p		Delta-p massima =			2 [m. o.a.]	Hazen Williams												
3			Prefisso assegnato ai terminali =			F		Delta-p massima =			16608 [Pa]	r.c.d. imposto						T ingresso=		12,00 °C	Visc. Cin =			
4								Delta-p pompa =			20000 [Pa]	2,04	m.c.a.	r.c.d. effettivo =		0,253	DT=		5 °C	Densità=		1001,78 kg/m³		
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
TRATTO	LOCALE	LUNGH [m]	TIPO TUBAZIONE	CARICO [kW]	CARICO [kcal/h]	PORTATA [kg/s]	PORTATA [kg/h]	PERD SPEC [Pa/m]	PERD SPEC [mm c.a./m]	DIAM TIPO [mm]	DIAMETRO Comm. [mm]	VELOCITA [m/s]	PERD SPEC [mm c.a./m]	PERD SPEC [Pa/m]	PERD DISI [Pa]	PERD CONG. [Pa]	P CONG DIS r.c.d.	P TOT [Pa]	P CIRC [Pa]	P CIRC [mm c.a.]	DP DESIGN [Pa]			
p-A		5,00	Acciaio	6,00	5160,00	0,29	1032,00	480,82	49,01	25,37	25,40	0,53	31,54	309,42	1547,08	1600,95	1,03	3148,03						
A-B		4,00	Acciaio	5,00	4300,00	0,24	860,00	480,82	49,01	23,70	25,40	0,44	21,90	214,88	859,52	0,00	0,00	859,52						
B-C		4,00	Acciaio	4,00	3440,00	0,19	688,00	480,82	49,01	21,81	25,40	0,35	14,02	137,53	550,12	0,00	0,00	550,12						
C-D		4,00	Acciaio	3,00	2580,00	0,14	516,00	480,82	49,01	19,59	16,60	0,62	66,14	648,83	2595,33	0,00	0,00	2595,33						
D-E		4,00	Acciaio	2,00	1720,00	0,10	344,00	480,82	49,01	16,84	16,60	0,41	29,40	288,40	1153,60	0,00	0,00	1153,60						
A-F1	FAN COIL	1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	1242,13	126,62	12,05	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03	11403,90	1,16	5204,54			
F1-G		1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03						
B-F2	FAN COIL	1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	1355,05	138,13	11,83	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03	13122,93	1,34	3485,51			
F2-H		1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03						
H-G		4,00	Acciaio	5,00	4300,00	0,24	860,00	480,82	49,01	23,70	25,40	0,44	21,90	214,88	859,52	0,00	0,00	859,52						
C-F3	FAN COIL	1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	993,70	101,29	12,63	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03	14223,17	1,45	2385,27			
F3-I		1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	8,00	0,89	233,08	2286,47	2286,47	788,56	0,34	3075,03						
I-H		4,00	Acciaio	4,00	3440,00	0,19	688,00	480,82	49,01	21,81	25,40	0,35	14,02	137,53	550,12	0,00	0,00	550,12						
D-F4	FAN COIL	1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	784,50	79,97	13,27	10,00	0,57	76,38	749,33	749,33	322,99	0,43	1072,33	13122,56	1,34	3485,88			
F4-L		1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	10,00	0,57	76,38	749,33	749,33	322,99	0,43	1072,33						
L-I		4,00	Acciaio	3,00	2580,00	0,14	516,00	480,82	49,01	19,59	25,40	0,26	7,89	77,37	309,47	0,00	0,00	309,47						
E-F5	FAN COIL	1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	648,07	66,06	13,82	12,00	0,39	30,70	301,18	301,18	155,76	0,52	456,95	14198,99	1,45	2409,45			
F5-M		1,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	12,00	0,39	30,70	301,18	301,18	155,76	0,52	456,95						
M-L		4,00	Acciaio	2,00	1720,00	0,10	344,00	480,82	49,01	16,84	16,60	0,41	29,40	288,40	1153,60	0,00	0,00	1153,60						
E-F6	FAN COIL	5,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	12,00	0,39	30,70	301,18	1505,90	155,76	0,10	1661,67	16608,44	1,69	0,00			
F6-M		5,00	Rame	1,00	860,00	0,05	172,00	480,82	49,01	14,71	12,00	0,39	30,70	301,18	1505,90	155,76	0,10	1661,67						
G-p		5,00	Acciaio	6,00	5160,00	0,29	1032,00	480,82	49,01	25,37	25,40	0,53	31,54	309,42	1547,08	558,72	0,36	2105,80						

Fase 6 - Esecutivi

Disegno esecutivo degli impianti

Dopo aver dimensionato i componenti di impianto e le reti di distribuzione dell'acqua e dell'aria si può predisporre l'esecutivo finale. La normativa vigente richiede che i disegni esecutivi siano a scala **1:50** con particolari esecutivi 1:20 o 1:10.

I canali debbono essere disegnati in pianta con le dimensioni effettive. Le dimensioni debbono essere indicate in mm riportando le due dimensioni principali **base x altezza** (ad esempio 450 x 250).

Il posizionamento delle macchine (UTA, Caldaia, Refrigeratori, Collettori solari, ...) deve tenere conto delle normative per le centrali termiche (distanze minime, aperture di aereazione, porte di accesso, altezze minime, ...) e per l'installazione di componenti specifiche (inclinazione dei collettori solari, distanza fra le file di collettori, sistemi di protezione per il vento, ...).

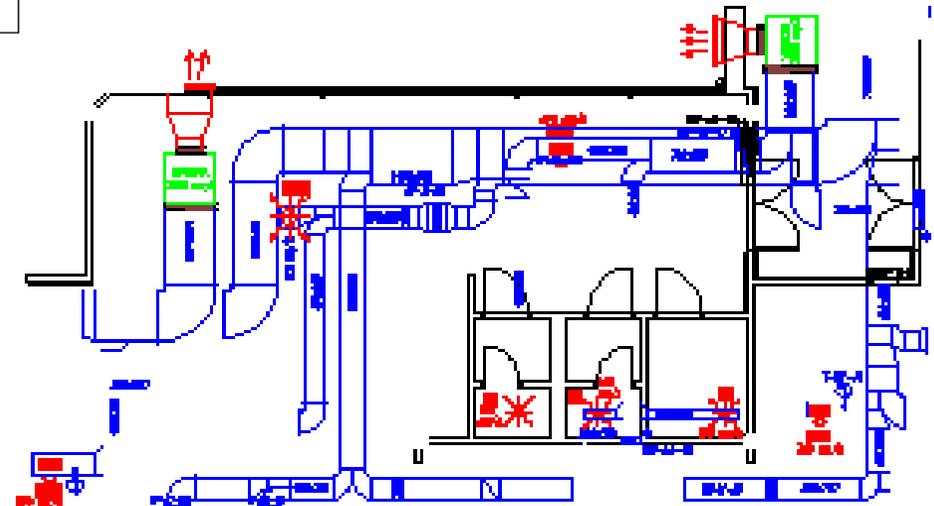
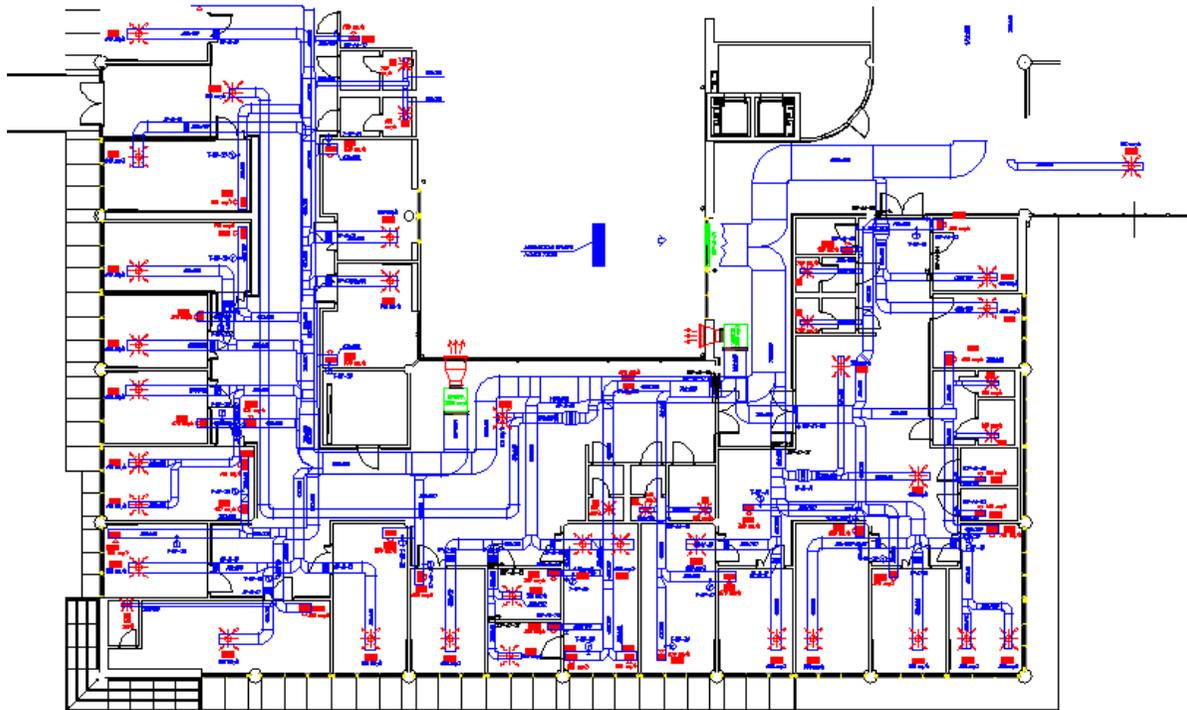
Per la centrale termica disegnare il layout di impianto con l'indicazione dei collettori principali di mandata e ritorno, delle pompe, dei vasi di espansione, degli organi di sicurezza e di controllo.

Per gli impianti ad energia rinnovabile predisporre i disegni esecutivi con l'indicazione del numero e dimensioni dei collettori, il layout delle tubazioni di acqua, il serbatoio di accumulo e l'inserimento nei circuiti tradizionali.

IMPORTANTE

Effettuare un calcolo di massima dei costi dell'impianto.

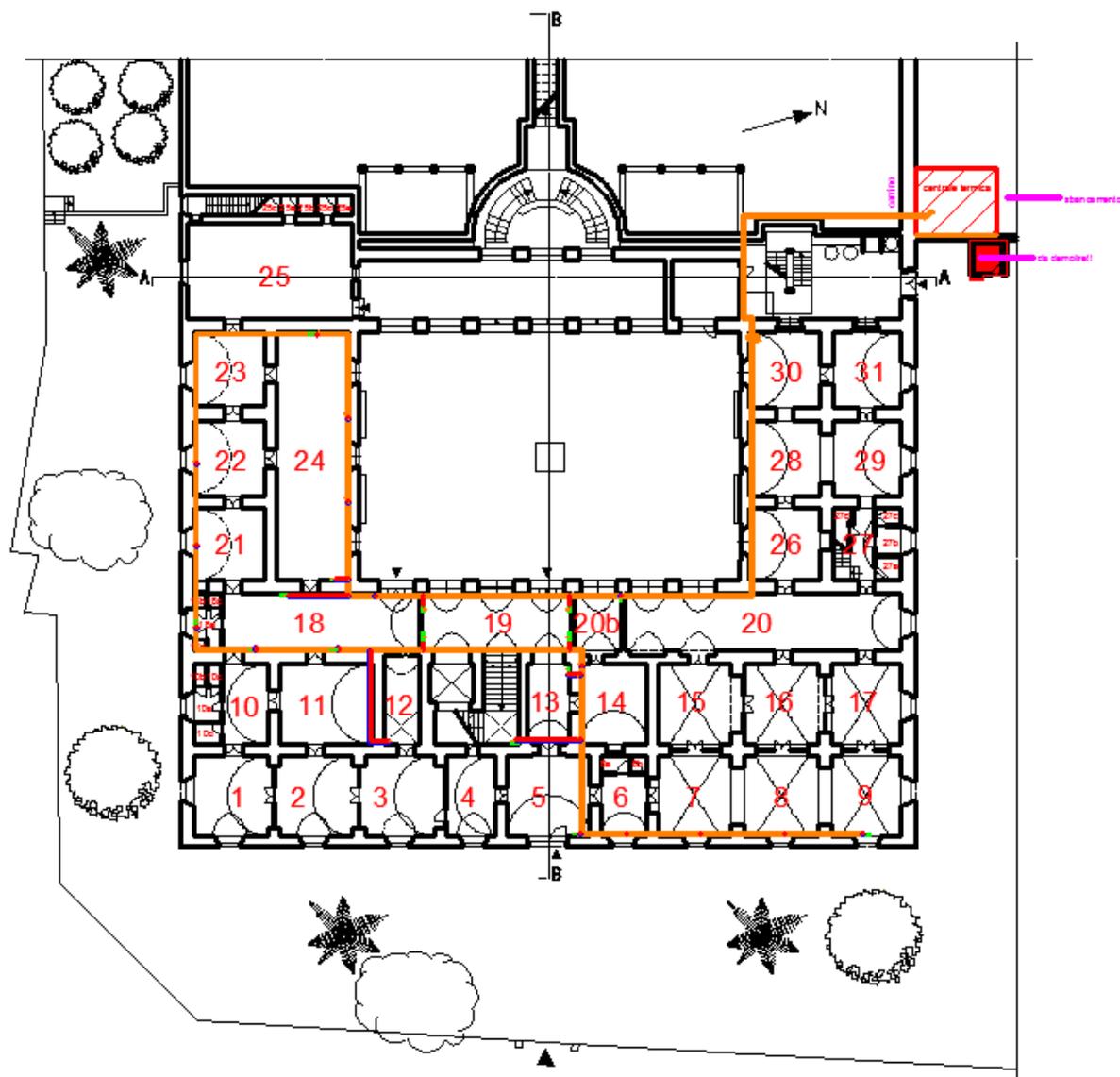
Fase 6 – Esempio disegno dei canali



Esempio di localizzazione dei Fan Coil

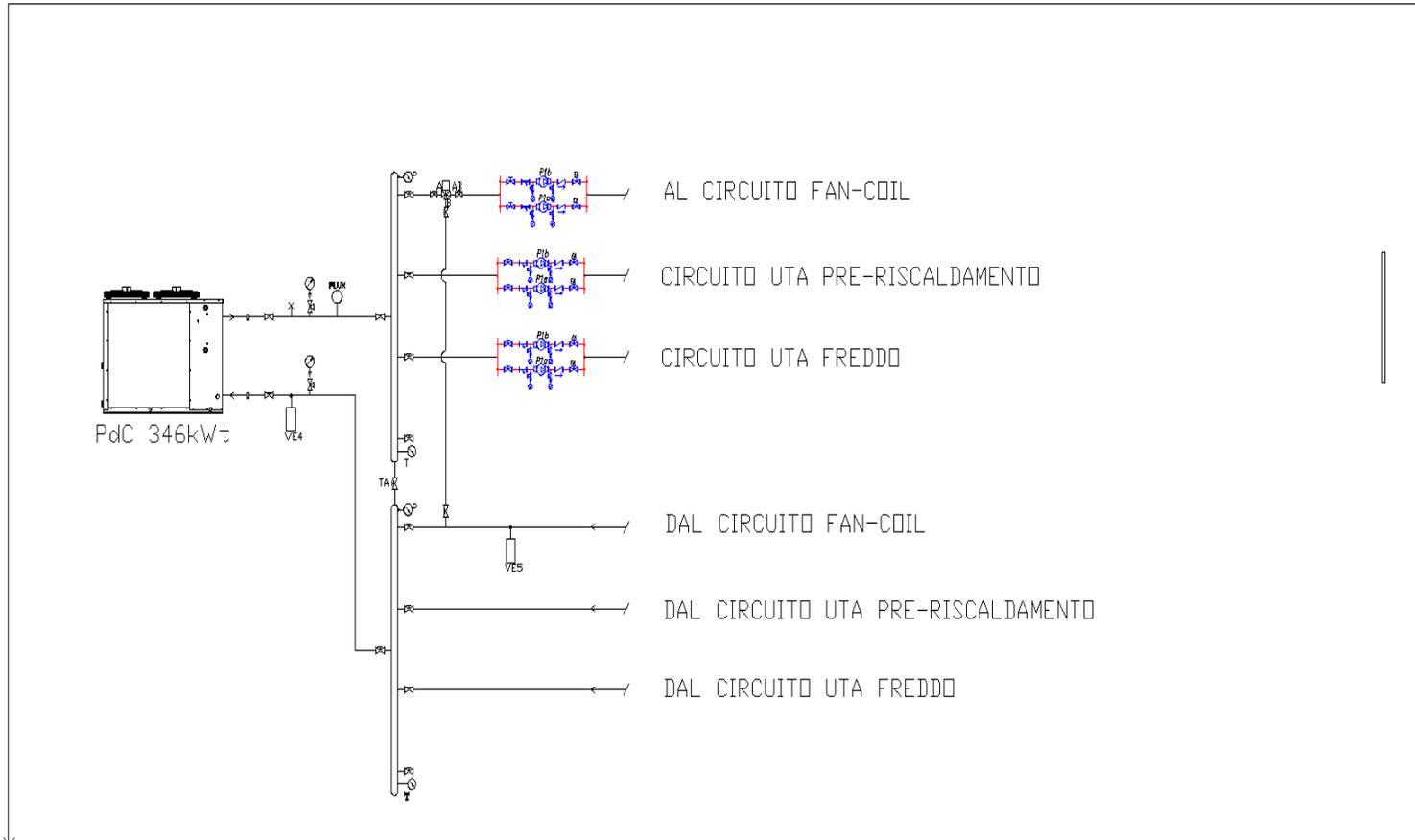
Legenda

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Deposito | 18b. Wc |
| 2. Deposito | 18c. Wc |
| 3. Deposito | 18d. Wc |
| 4. Deposito | 19. Disimpegno |
| 5. Ingresso | 20. Sala esposizione |
| 6. Ingresso Archivio di stato | 20b. Ufficio |
| 6a. Wc | 21. Ufficio |
| 6b. Wc | 22. Ufficio |
| 7. Sala studio | 23. Ufficio |
| 8. Sala studio | 24. Sala lettura |
| 9. Ufficio | 25. Deposito |
| 10. Deposito | 25a. Wc |
| 10a. Wc | 25b. Wc |
| 10b. Wc | 25c. Wc |
| 10c. Wc | 25d. Wc |
| 10d. Wc | 25e. Wc |
| 11. Deposito | 26. Archivio |
| 12. Deposito | 27. Archivio |
| 13. Disimpegno | 27a. Wc |
| 14. Ufficio | 27b. Wc |
| 15. Archivio | 27c. Wc |
| 16. Archivio | 27d. Wc |
| 17. Archivio | 28. Archivio |
| 18. Hall biblioteca comunale | 29. Archivio |
| 18a. Wc | 30. Archivio |
| | 31. Archivio |



Esempio di Schema funzionale centrale termica

*SCHEMA DI IMPIANTO CON PdC REVERSIBILE



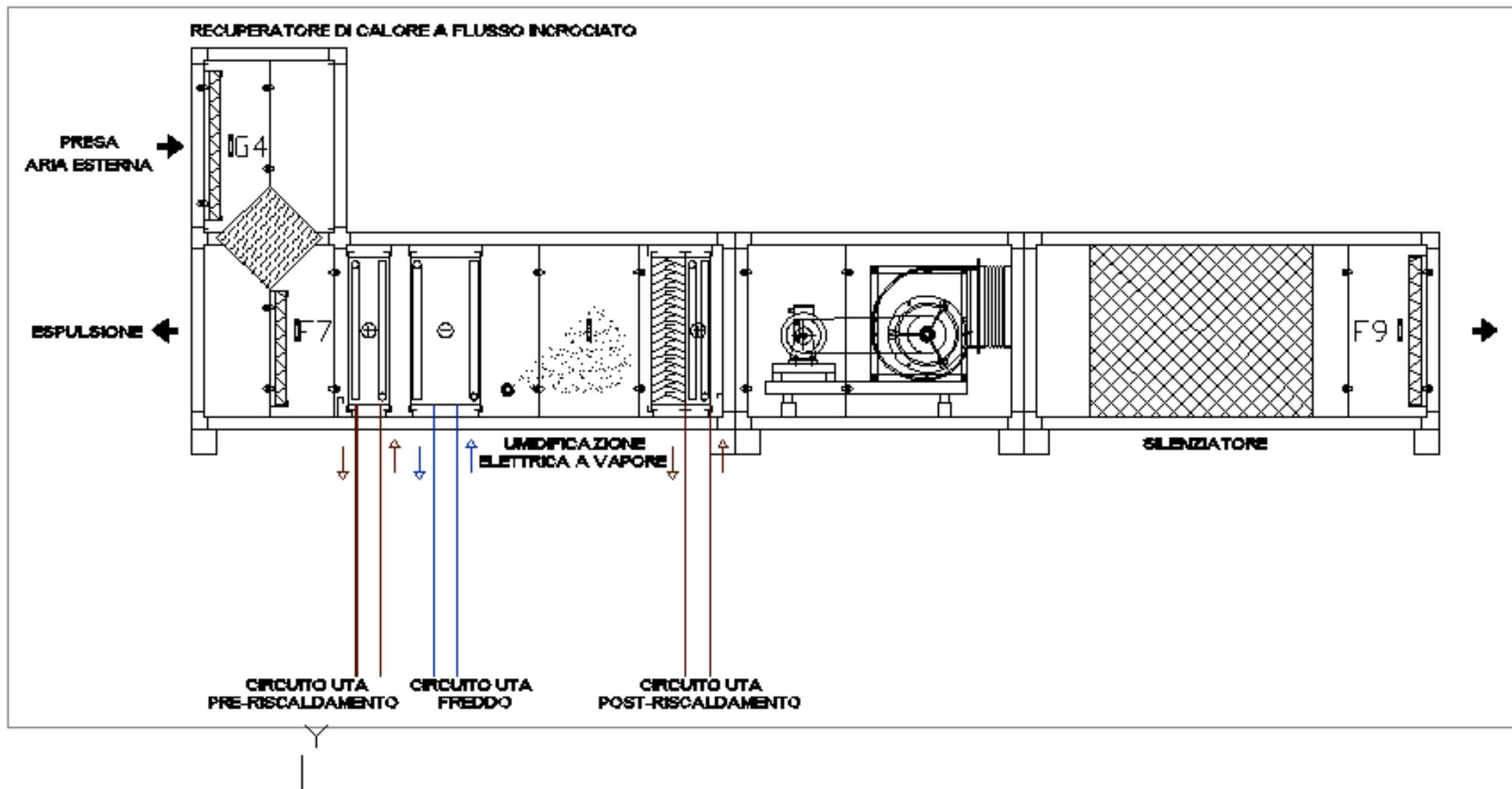
LEGENDA

BOLL	Bollitore	F-Y	Filtro ad Y
VE	Valvola d'arresto	□	Giunto antivibrante
CC	Centralina di regolazione e controllo	□	Valvola a tre vie
Px	Chilospunta o basamento	⊗	Termometro
Pd	Senzore di pressione	⊗	Manometro
V3	Valvola a flusso avviato	⊗	
V2	Valvola di ritorno	⊗	



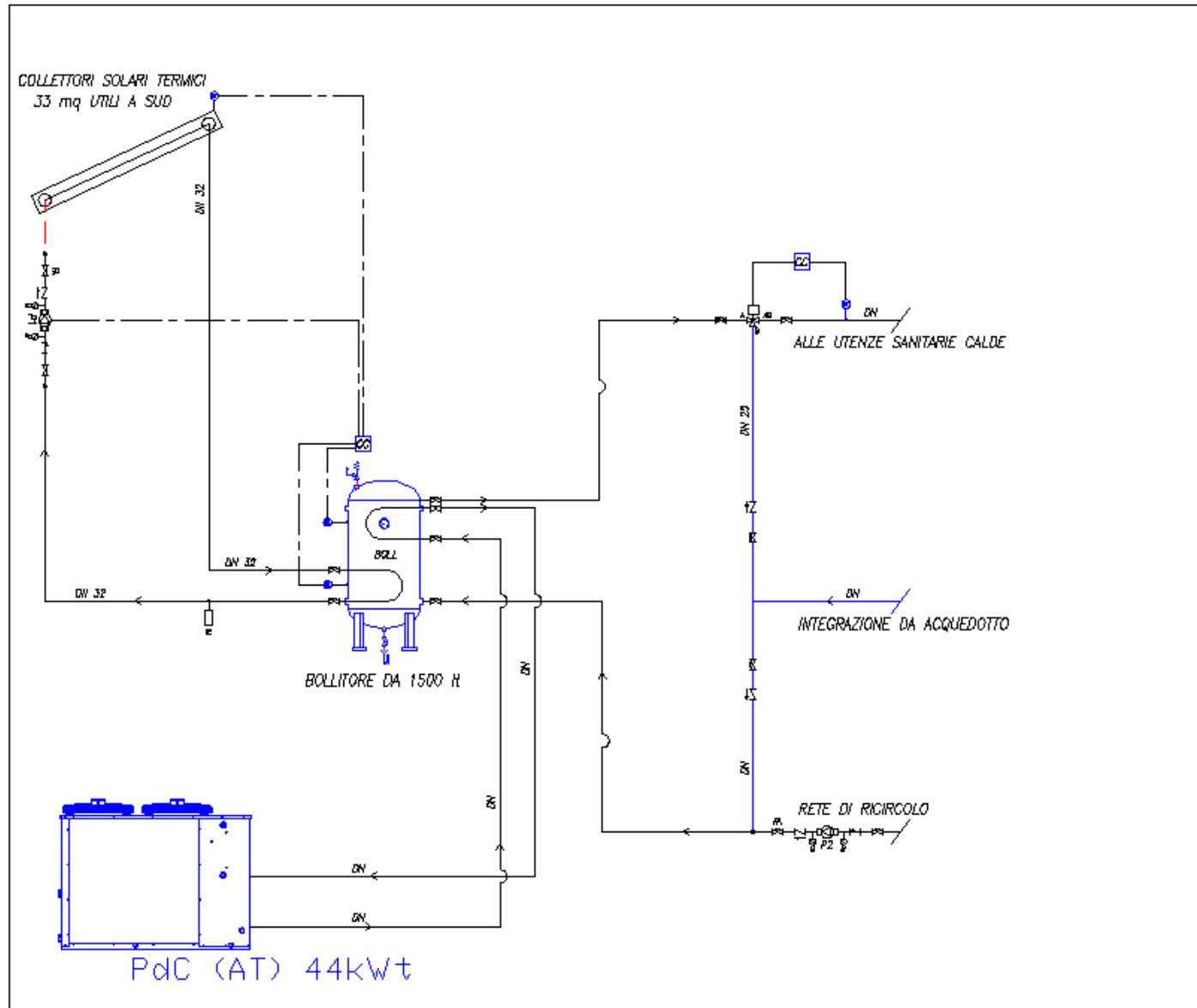
Schema funzionale di una UTA

*SCHEMA UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA



Schema funzionale di un impianto solare termico

*SCHEMA IMPIANTO SOLARE TERMICO



Impianti ad energia rinnovabile

Per gli impianti ad energia rinnovabile occorre effettuare la verifica di copertura delle percentuali minime secondo il D.Lgs 28/2011 per il sito scelto per la scuola superiore.

Verificare le condizioni di ombreggiamento. Predisporre la relazione di calcolo con calcoli mensili.

Applicare la UNI TS11300 Parte 4° ed i fogli di calcolo allegati al file FDC.ZIP, qualora non direttamente applicata dal software termotecnico utilizzato.

Selezionare i componenti commerciali.

SITO DI INSTALLAZIONE		ACCUMULO TERMICO	
Località di installazione	Catania	Tipo di accumulo	Accumulo ad acqua
Fattore di albedo	Edifici chiari	Ubicazione	All'esterno
Dati irraggiamento	UNI 10349	Volume nominale del serbatoio	120 Litri
SISTEMA SOLARE TERMICO		NON SELEZIONATO ACCUMULO TERMICO	
Servizio da erogare	Solo acqua calda sanitaria	Tipo di integrazione	Integrazione permanente
Tipo di collettore	Collettori piani vetrati	Volume riscaldato da back-up	50 Litri
Tipo di collegamento	Sistema collegato ad accumulo	DISTRIBUZIONE	
Angolo di inclinazione dei collettori (tilt)	45 °	Stato tubazioni	
Area del collettore solare [mq]	5	tubazioni isolate	
Fabbisogni riscaldamento da default		SELEZIONATO Fabbisogni acs da default	
Grado di isolamento edificio	Buon isolamento 100 [kWh/mq anno]	Destinazione d'uso edificio	Abitazione
Superficie utile [mq]	150	Superficie utile [mq]	120
Calcola		Calcola fabbisogno	

Acqua calda sanitaria													
Mese	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
[kWh/mese]	158,03	142,73	158,03	152,93	158,03	152,93	158,03	158,03	152,93	158,03	152,93	158,03	1.860,64

Producibilità di energia termica e frazione solare													
Mese	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
[kWh/mese]	77,95	95,56	131,83	133,10	146,69	155,39	171,73	171,73	157,44	137,69	95,68	67,78	1.474,80
[%]	49%	67%	83%	87%	93%	100%	100%	100%	100%	87%	63%	44%	

Impianti antincendio

Per il progetto degli impianti antincendio si consiglia prima di studiare il **Volume 3°** ove sono indicate tutte le procedure operative e le formule da utilizzare per i calcoli.

Successivamente passare al progetto secondo le seguenti fasi operative:

- Effettuare la compartimentazione dell'edificio.
- Effettuare il calcolo del carico d'incendio. A questo scopo è possibile utilizzare software libero disponibile in rete, ad esempio il software ClaRaF.
- Disegnare la rete di idranti.
- Selezionare gli idranti .
- Dimensionare la rete di alimentazione di idranti. E' possibile utilizzare il programma delle reti idroniche con le ipotesi previste, Hazen-Williams, per queste reti.

Impianto antincendio – Rete idranti

PIANTA PIANO INTERRATO -Spogliatoi, Magazzini, Celle frigorifero

SCALA 1:100

LEGENDA ANTINCENDIO



IDRANTE A PARETE UNI 45



ATTACCO UNITO PER
AUTOPOMPA



ESTINTORE TIPO 13A-55B



SOFFITTO RESI 120



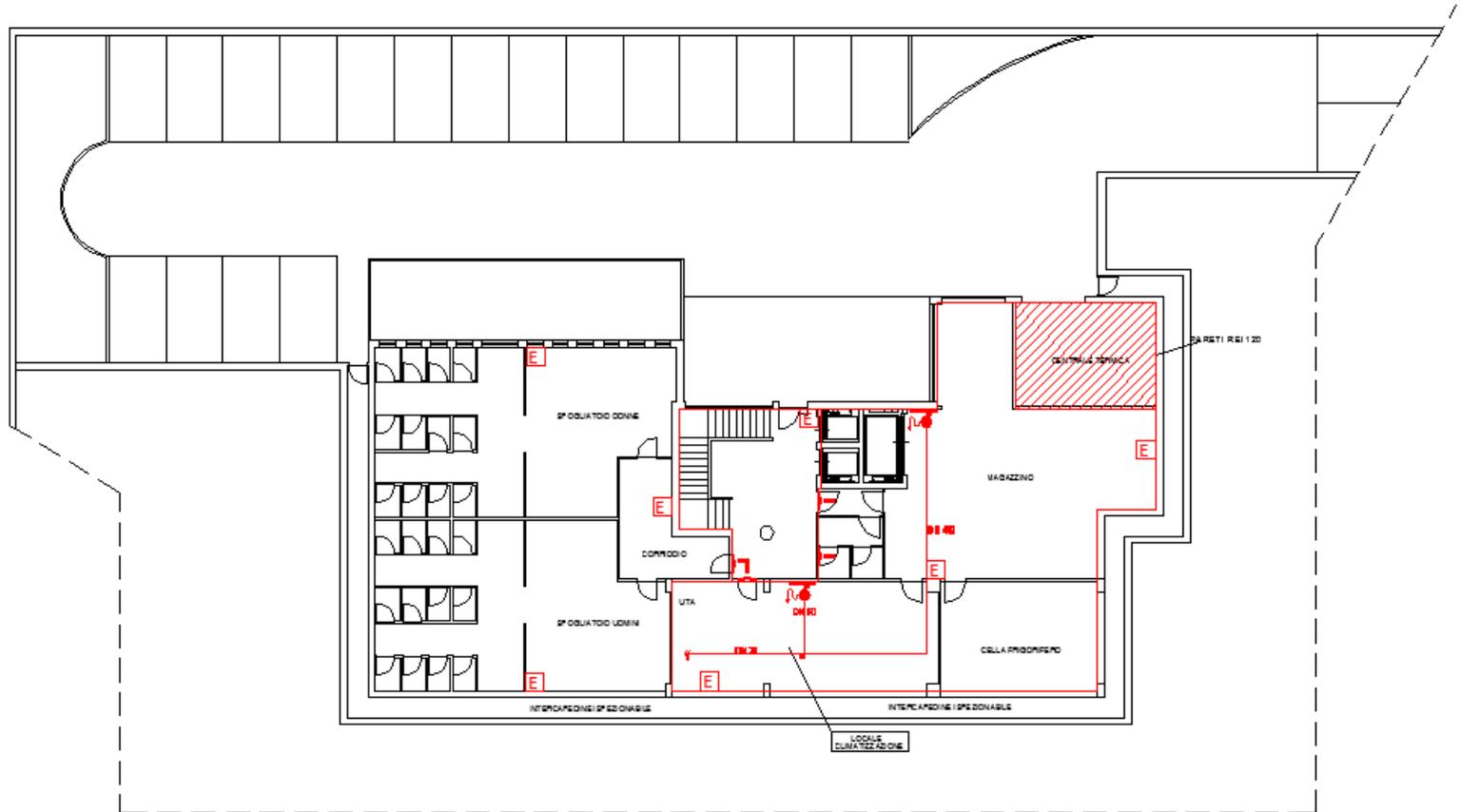
PARETI RESI



TUBI ANTINCENDIO IN
ACCIAIO ZINCATO



ESTINTORE TIPO 34A-144B



Elaborati finali da consegnare

Gli elaborati finali da consegnare per il progetto esecutivo sono i seguenti.

- 1. Relazione Illustrativa di calcolo contenente una descrizione delle procedure di calcolo utilizzate, delle norme applicate, dei criteri di selezione della tipologia di impianto. Nella relazione si dovranno riportare le tabelle riassuntive dei carichi termici, invernali ed estivi, la selezione dei componenti (possibilmente con i dati caratteristici ripresi dai cataloghi), i digrammi psicrometrici per la scelta delle UTA e delle loro batterie, delle pompe di circolazione. Riportare anche le tabelle finali di calcolo delle reti di distribuzione e di verifica degli impianti ad energia rinnovabile.**
- 2. Quaderno dei calcoli completi dei carichi termici invernali ed estivi.**
- 3. Attestato di Qualificazione Energetica e verifica di copertura delle percentuali di energia rinnovabile. Riportare i fogli di calcolo UNI TS11300**
- 4. Se opportuno, predisporre un allegato tecnico con i data sheet dei componenti di impianto (fan coil, refrigeratori d'acqua, caldaia, pompa di calore, pompe di circolazione, vasi di espansione, valvola di sicurezza, ...)**
- 5. Relazione sulla verifica antincendio, sul calcolo del carico d'incendio, sul dimensionamento delle reti antincendio.**
- 6. Disegni esecutivi a scala 1:50 di ciascun piano e del layout di centrale sia degli impianti termici che antincendio.**
- 7. Disegni esecutivi delle rete di distribuzione con un sinottico assonometrico.**
- 8. Disegni particolareggiati per l'installazione dei fan coil, della caldaia, del refrigeratore d'acqua e quant'altro utile all'installazione degli impianti.**
- 9. Quadro economico sui costi complessivi della o delle soluzioni progettuali esaminate.**