

# **Soluzioni impiantistiche per una riqualificazione energetica degli edifici esistenti**

Dott. Ing. Pietro Marforio

# *Sistema edificio/impianto*

- Per soddisfare il fabbisogno di energia termica di un edificio, si può, ad oggi, ricorrere ad innumerevoli soluzioni impiantistiche.
- Tanto più queste soluzioni avranno rendimenti globali alti, tanto più il sistema

**“edificio impianto”**

sarà efficiente, sia dal punto di vista dei **consumi**  
che da quello delle **emissioni**

# *Rendimento del sistema impianto*

- PER RENDIMENTO GLOBALE DI UN IMPIANTO TERMICO DEDICATO AL RISCALDAMENTO SI INTENDE IL PRODOTTO DEI RENDIMENTI DI :
  - 1) EMISSIONE
  - 2) REGOLAZIONE
  - 3) GENERAZIONE
  - 4) DISTRIBUZIONE

## ***Prodotto dei rendimenti***

- $\eta_g = \eta_e \times \eta_r \times \eta_d \times \eta_p$

# ***I rendimenti***

- **Il rendimento di emissione** è relativo a tutte le tipologie di terminali : radiatori, ventiloconvettori , termoconvettori, pannelli radianti, strisce radianti etc etc
- **Il rendimento di regolazione** riguarda il sistema che è in grado di regolare la temperatura degli ambienti : dalla sonda esterna, alla centralina di termoregolazione, al termostato ambiente
- **Il rendimento di generazione o di produzione** , tipico del generatore di calore
- **Il rendimento di distribuzione** , relativo all'impianto di distribuzione del fluido termovettore .

# ***Confronto tra i rendimenti:***

## ***rendimento di emissione***

- Rendimenti di emissione tipici dei radiatori si aggirano intorno all'92 % (Norma UNI TS 11300 per edifici con un carico termico medio annuo  $> 10 \text{ W/mc}$ )
- Rendimenti di emissione tipici dei ventiloconvettori si aggirano attorno all'94% (Norma UNI TS 11300 per edifici con un carico termico medio annuo  $> 10 \text{ W/mc}$ )
- Rendimenti di emissione dei pannelli radianti sono dell'ordine del 97% (Norma UNI TS 11300 per edifici con un carico termico medio annuo  $> 10 \text{ W/mc}$ )

## ***Confronto tra i rendimenti:*** ***rendimento di regolazione***

- Radiatori, convettori,
- ventilconvettori,
- Strisce radianti ed aria calda

hanno rendimenti che si attestano al 94%  
(Norma UNI TS 11300 per edifici regolati da solo  
termostato ambiente)

## ***Confronto tra i rendimenti:*** ***rendimento di regolazione***

- Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente hanno un rendimento del 92% (Norma UNI TS 11300 per edifici regolati da solo termostato ambiente)
- ( E' inevitabile che, data la loro alta inerzia termica, il rendimento di regolazione dei pannelli sia inferiore a quello dei radiatori)



## ***Confronto tra i rendimenti:*** ***rendimento di distribuzione***

- Si consideri un isolamento medio, tipico del periodo di Realizzazione 1976-1961 pari a 96% circa ( Norma UNI TS 11300)

*Questo e' un valore che difficilmente puo' essere cambiato, senza ricorrere ad interventi estremamente invasivi.....tipici di una ristrutturazione integrale*

## ***Confronto tra i rendimenti:*** ***rendimento di generazione***

- Questo rendimento è influenzato dall'età del generatore<sup>N</sup>, dal grado di isolamento dello stesso, dalla tipologia.
- In edifici in cui si trovino generatori con bruciatore ad aria soffiata, e caldaie obsolete, difficilmente questo valore supera l'85%
- Di contro, caldaie a condensazione possono raggiungere valori medi attendibili del 98% ( con il tipico funzionamento 70 °C Mandata acqua calda e 60 °C Ritorno acqua calda)

## *Confronto tra i rendimenti: emissione , regolazione, distribuzione, generazione*

- Risultati , confrontabili , ed ancora migliori si ottengono con pompe di calore geotermiche che hanno COP non inferiori a 4 , come vedremo in seguito...)
- Da una semplice analisi dei rendimenti descritti in precedenza si vede che , il rendimento che ha più peso nel calcolo è senza dubbio il rendimento di generazione :

# ***Rendimento globale***

- Impianto a radiatori , con regolazione di sola zona, con caldaia a basamento di almeno 6 anni, bruciatore ad aria soffiata, ed impianto di distribuzione mediamente isolato .....Rendimento globale =  $0,92 \times 0,94 \times 0,96 \times 0,85 = 0,7$  vale a dire rendimento globale 70%
- Impianto a pannelli radianti, con regolazione solo di zona, caldaia a condensazione, medesimo impianto di distribuzione- Rendimento globale =  $0,97 \times 0,92 \times 0,96 \times 0,98 = 0,84$

# Tipologie di impianto esistenti

- ITALIA , GLI IMPIANTI PIU' DIFFUSI SONO A :

1) RADIATORI .....87%

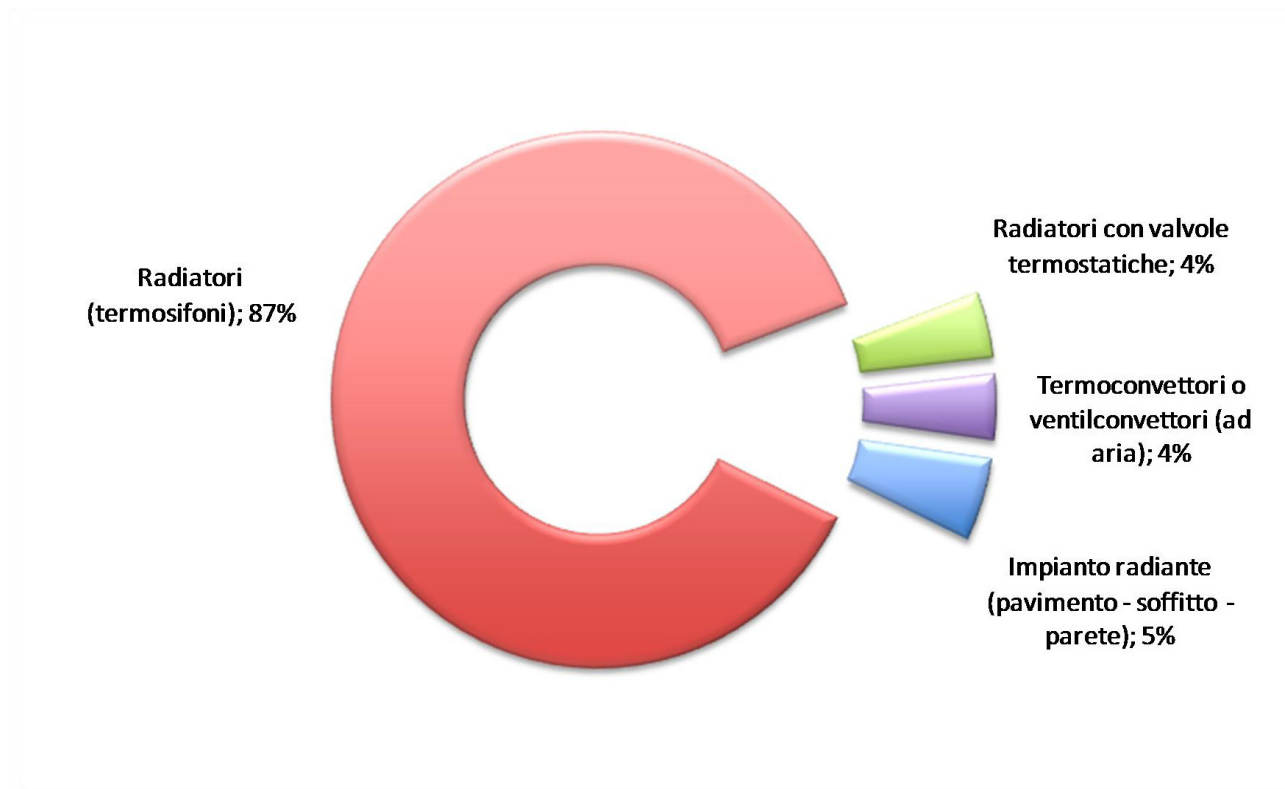
2) RADIATORI CON VALVOLE TERMOSTATICHE  
.....4%

3) TERMOCONVETTORI O VENTILOCONVETTORI  
( AD ARIA) .....4%

4) IMPIANTI RADIANTI A SOFFITTO E A  
PAVIMENTO..... 5%

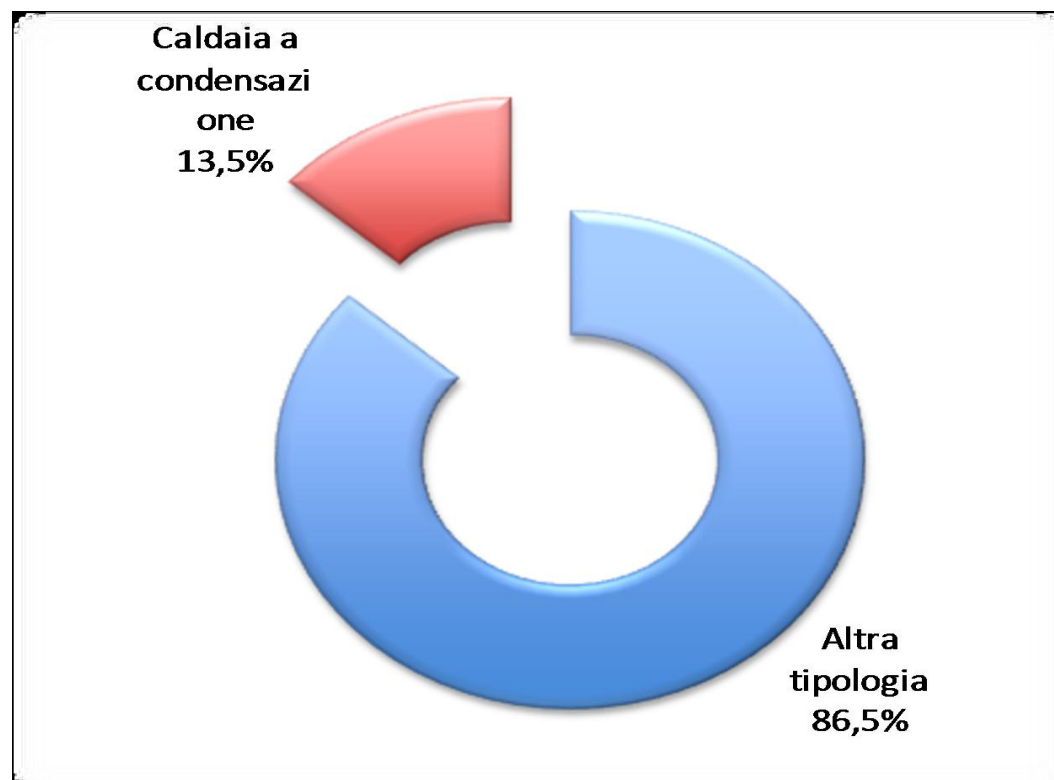
# ***Tipologie di impianto esistenti***

- Incidenza sul territorio nazionale



# Tipologie di generatori

- Incidenza sul territorio nazionale



# ***Pompe di calore, caldaie confronto tra i rendimenti***

- SISTEMI A COMBUSTIONE

- Generatore di calore
- $\eta_g = \eta_e \times \eta_r \times \eta_d \times \eta_p$
- $\eta_g$  = È il rapporto tra l'energia termica resa e l'energia primaria fornita per il suo funzionamento

- SISTEMI ELETTRICI

Pompe di calore

- COP/EER
- È il rapporto tra l'energia termica resa e l'energia elettrica fornita alla macchina per il suo funzionamento
- Coefficient Of Performance
- E' influenzato da:
  - 1.Temperatura di esercizio
  - 2.Carichi di esercizio della macchina



## ***Pompe di calore, caldaie : confronto tra i rendimenti***

- A parità di effetto utile  $Q$ , le due tecnologie sono energeticamente equivalenti quando
- $$L1 \times \eta = L2 \times \text{COP}$$

# ***Pompe di calore, caldaie : confronto tra i rendimenti***

***Generatore a metano .....rendimento 97%  
104 KWh metano per ottenere 100 KWh  
termici***

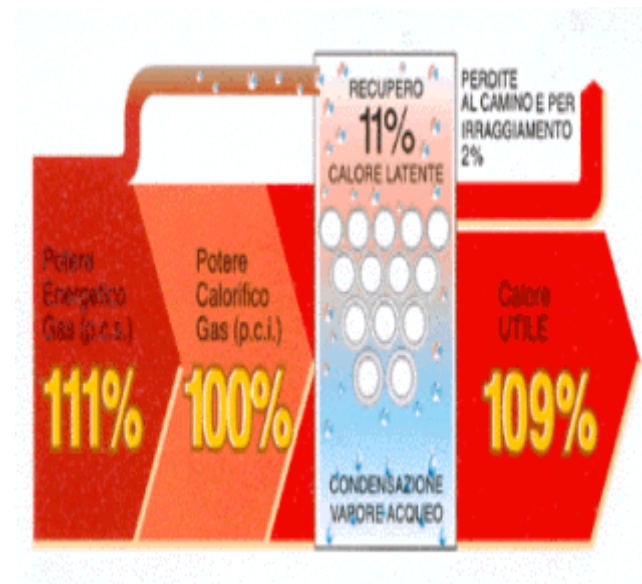
***Pompa di calore aria acqua ....COP 3,2  
70 KWh elettrici per ottenere 100 KWh termici***

# ***Pompe di calore, caldaie : confronto tra i rendimenti***

- $EP_{pdc} = 32 / 0,46 = 70 \text{ kWh} < 104 \text{ kWh}$
- *La pompa di calore , ha un efficienza ancora maggiore rispetto al generatore di calore funzionante a metano.....*

# ***Risparmio energetico***

- Una *caldaia a condensazione* sfrutta il calore latente di condensazione contenuto nei fumi di scarico per preriscaldare l'acqua di ritorno dell'impianto. La temperatura di condensazione dei fumi deve essere intorno a 45 °C. Quindi una caldaia a condensazione rende il massimo quando la temperatura di ritorno dell'impianto è nell'intorno (massimo) di 45 °C.

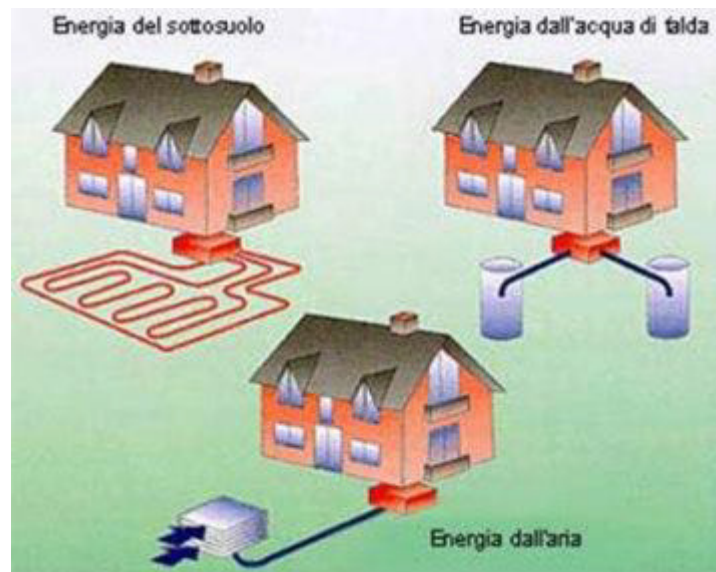


# ***Risparmio energetico***

- Elementi principali:
  - •Caldaia a condensazione
  - •Scambiatore di calore
  - •Sistema di distribuzione
- Applicazioni:
  - •Climatizzazione invernale
  - •Produzione ACS Prestazioni:
  - • $\eta = 97\% - 102\%$

# ***Risparmio energetico***

- Una *pompa di calore* sfrutta l'energia termica gratuita presente nell'ambiente per pre-riscaldare (raffreddare) l'acqua o l'aria dedicata al riscaldamento (raffrescamento) di un edificio, diminuendo la quantità di energia che deve essere prodotta per portare il fluido termovettore alla temperatura desiderata.

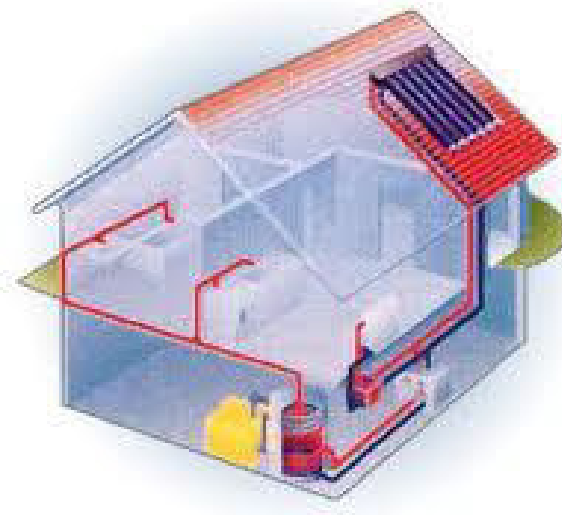


# Risparmio energetico

- Elementi principali:
  - Pompa di calore
  - Scambiatore di calore
  - Sistema di distribuzione
- Applicazioni:
  - Climatizzazione estiva/invernale
  - Produzione ACS
- Prestazioni:
  - $COP = 3,5 \div 6$
  - $EER = 3 \div 5$
- **Risparmio Energetico attivo**

# ***Risparmio energetico***

- Un *impianto solare* termico ( fototermico) utilizza l'energia contenuta nella radiazione solare per riscaldare un fluido, tipicamente acqua, che può essere utilizzato direttamente o indirettamente, scambiando calore con un altro vettore.





# ***Risparmio energetico***

- Elementi principali:
  - • Collettore solare (piano o sottovuoto)
  - • Accumulo
  - • Scambiatore di calore
  - • Sistema di distribuzione
- Applicazioni:
  - • Produzione ACS ( integrazione)
  - • Climatizzazione invernale ( integrazione)

# ***Risparmio energetico***

- collettore piano (2,24 m<sup>2</sup>) per integrazione caldaia a gas in Fascia solare 1 produce :
- **1.581 kWh/anno**
- Mediamente 4 m<sup>2</sup> di pannelli solari possono soddisfare il fabbisogno energetico per ACS di una famiglia di 4 persone
- **Risparmio Energetico attivo**

# ***Risparmio energetico***

- Un *impianto fotovoltaico* utilizza la radiazione del sole per produrre energia elettrica che può essere poi consumata o immessa nella rete elettrica.



# ***Risparmio energetico***

- Elementi principali:
  - Modulo fotovoltaico
  - Inverter
  - Contatore di energia prodotta e scambiata
- Applicazioni:
  - Produzione energia elettrica
- Prestazioni:
  - Efficienza media di conversione 13,5% (ma non consuma energia primaria)
- Un impianto fotovoltaico con  $P = 3 \text{ kWp}$  orientato a sud con inclinazione di  $35^\circ$  può produrre circa **3.200 kWh/anno**

# ***Caso pratico : miglioramento di una classe energetica***

- In riferimento all'efficienza del generatore a condensazione , si analizza un caso pratico di condominio di circa 60 utenze, costruito negli anni 50, riscaldato a radiatori , con generatore alimentato a gasolio, e caldaia obsoleta , con piu' di 6 anni, regolazione con sonda climatica, distribuzione mediamente coibentata.
- Trasformato con caldaia condensazione, a metano, applicazione di valvole termostatiche a bassa inerzia termica e ripartitori ai radiatori per la contabilizzazione
- Classe energetica attuale G , 206 KWh/mq anno
- Classe energetica ,dopo la trasformazione 170 KWh/mq anno

# ***Caso pratico : miglioramento di una classe energetica***

- Situazione attuale
- **Fabbisogno di combustibile 44501 litri di gasolio all'anno**
- **Fabbisogno di energia elettrica da rete 13000 kWh/a**
- **Consumo annuo teorico 206 KWh/mq anno**
- **Rendimenti riscaldamento ATTUALE**
- **Rendimento del sottosistema di regolazione 89.8 %**
- **Rendimento del sottosistema di distribuzione 85.90%**
- **Rendimento del sottosistema di emissione 94,00%**
- **Rendimento del sottosistema di generazione medio 89.4%**
- **64.90% (1)**
- **Rendimento globale medio annuale per il**
- **riscaldamento**
- **Rendimenti riscaldamento ATTUALE**
- **Rendimento del sottosistema di regolazione 89.8 %**
- **Rendimento del sottosistema di distribuzione 85.90%**
- **Rendimento del sottosistema di emissione 94,00%**
- **Rendimento del sottosistema di generazione medio 89.4%**
- **Rendimento globale medio annuale per il**
- **riscaldamento 64.90% (1)**
- (1) il rendimento non rispecchia il valore minimo previsto dal DGR 8/8745 che è dato da  $75+3\log P_n$ ,
- nella fattispecie pari a 82,95%

# ***Caso pratico : miglioramento di una classe energetica***

- Situazione attuale
  - **Fabbisogno di combustibile ris. 39500 Nm<sup>3</sup>/a di metano**
  - **Fabbisogno di energia elettrica da rete 10534 kWh/a**
  - **Indice prestazione energetica ris. 170 kWh/(m<sup>3</sup>anno)**
  - In seguito ai lavori ipotizzati nella diagnosi si otterrà un miglioramento del rendimento globale dell'impianto come di seguito raggiunto:
  - **Rendimenti riscaldamento SIMULATO**
  - **Rendimento del sottosistema di regolazione**
  - **98,00%**
  - **Rendimento del sottosistema di distribuzione**
  - **93.00%**
  - **Rendimento del sottosistema di emissione**
  - **94.00%**
  - **Rendimento del sottosistema di generazione medio**
  - **99.00%**
  - **Rendimento globale medio annuale per il**
  - **Riscaldamento 84,80%**
- (1) il rendimento rispecchia il valore minimo previsto dal DGR 8/8745, infatti 84.80 % è superiore a 82,54% che è dato da  $75+3\log P_n$ .

# ***Caso pratico : miglioramento di una classe energetica***

- Situazione "A" Consumi diriferimento
- u.d.m. Q.tà Costo Unitario
- Costo annuale in euro
- Combustibile (Gasolio) l/anno 44.501    1,50 €/litro ..... 66.751,50 Euro
- Energia Elettrica kWh/anno 13.000    0,15 €/ KWh..... 1.950,00
- Totale A..... € 68.701,50
- Simulazione"B" Caldaia a condensazione e valvole termostatiche
- u.d.m. Q.tà Costo unitario
- Costo annuale in euro
- Combustibile (Metano) m3/anno 39.500 0,91 €/Nmc..... 35.846,25 Euro
- Energia Elettrica kWh/anno 10.534    0,15/KWh..... € 1.580,10
- Totale B..... € 37.426,35
- Confronto tra A" e "B" u.d.m. Q.tà
- Risparmio annuo €/anno 31.275,15
- Stima investimento € 121.300,00
- Tempo di ritorno semplice anni 3,88