

## **MIGLIORIE IMPIANTISTICHE OFFERTE**

### **Riscaldamento e raffrescamento**

La proposta impiantistica attuale prevede 52 impianti autonomi asserviti a due impianti di alimentazione elettrica condominiale indipendenti per le scale A e B, ognuno sarà collegato alla propria linea elettrica cittadina ed ai propri pannelli fotovoltaici previsti in copertura.

La differenza di fondo del sistema proposto è quella intrinseca di un sistema autonomo rispetto ad un sistema centralizzato: permettere ad ogni utente/proprietario di poter decidere in qualsiasi momento come e quando riscaldare o raffrescare il proprio immobile con un conseguente e notevole risparmio economico dovuto alle modeste dimensioni degli impianti autonomi (minori dispersioni del sistema per assenza di dorsali di alimentazione centralizzate) ed al fatto di poter accendere piccole unità di produzione in relazione alle richieste ed al reale utilizzo dello stabile (nella proposta di gara erano presenti: centrale frigorifera con due gruppi frigoriferi a pompa di calore e caldaia a condensazione – anche solo per una o più utenze attive sarebbe stato necessario avviare l'impianto centralizzato).

### **Produzione di acqua calda sanitaria (acs)**

Sia nella soluzione progettuale che nell'attuale proposta realizzativa la produzione di acs avviene mediante boiler di produzione ed accumulo.

La differenza fondamentale tra i due progetti impiantistici è riferita al fatto che la proposta progettuale iniziale basava tutto su accumuli centralizzati mentre quella attualmente proposta si basa su accumuli autonomi.

Come nel paragrafo sopra riportato, si evidenzia il fatto che la soluzione proposta sarà sicuramente più economica in funzione della notevole riduzione delle dispersioni dovute all'assenza delle dorsali di adduzione acqua calda e della rete di ricircolo.

Nella proposta progettuale iniziale la produzione di acs avveniva da un complesso sistema che si basava sulla complementarietà di produzione solare, termica e recupero da gruppo frigorifero; tale sistema, sicuramente efficiente dal punto di vista energetico, avrebbe perso la sua reale convenienza in relazione agli altissimi costi di gestione; il sistema proposto produrrà acs mediante pompe di calore autonome, energia considerata rinnovabile poiché prodotta da pompe di calore a alto rendimento. Come sistema per eventuale back up di emergenza è stata comunque prevista una resistenza elettrica.

Nel nostro caso la produzione da fonte rinnovabile sarà notevolmente amplificata poiché le pompe di calore autonome saranno alimentate da impianti fotovoltaici di elevata potenza (nella remota possibilità che tutte le unità abitative richiedano contemporaneamente produzione di acs la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico coprirà comunque il 70% della potenza necessaria alla produzione)

### **Pannelli fotovoltaici**

L'impianto fotovoltaico proposto è composto da due sezioni indipendenti da 20 kW di picco, uno per scala, per complessivi 40 kW, a differenza di quello previsto in fase di gara che aveva una potenza di picco di soli 20kW.

## Terminali di erogazione interni

La scelta progettuale iniziale era stata quella di riscaldare e raffrescare le unità abitative mediante moti convettivi (trasferimento di calore mediante aria in movimento) attraverso fan coils posizionati nella parte alte degli ambienti asserviti a termostati ambiente indipendenti.

L'attuale soluzione prevede invece l'installazione di pannelli radianti a soffitto, che sfruttano il principio intrinseco del nome ovvero riscaldare e raffrescare gli ambienti mediante irraggiamento (trasferimento di calore mediante onde termiche), tale principio è lo stesso fornito dal sole ed utilizzato da un normale radiatore ma con il vantaggio di irraggiare uniformemente gli ambienti serviti data la loro omogenea distribuzione sul soffitto di tutti i locali serviti; anche in questo caso tutti gli ambienti avranno la possibilità di regolare la temperatura da termostati locali.

Considerando l'inerzia del pannello radiante a soffitto possiamo ritenere che dopo l'accensione la sensazione di confort è praticamente quasi immediata.

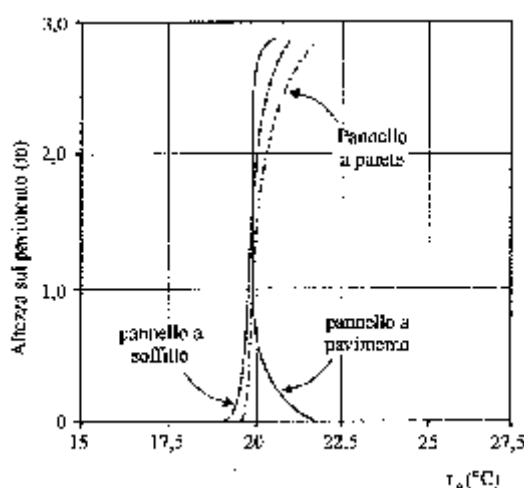
Nei sistemi a secco (in tale modo viene definito il pannello radiante a soffitto) venendo a mancare il massetto cementizio come per i pannelli radianti a pavimento, ne consegue una minore inerzia termica con una potenza di messa a regime più bassa, maggior velocità di messa in funzione, migliore comportamento in caso di programmazione intermittente o con attenuazione di funzionamento dell'impianto.

La sensazione è quella di essere immersi in un ambiente con tutte le superfici riscaldate o raffrescate. L'apporto di calore invernale o la dispersione di calore in estate del corpo umano avverrà mediante onde termiche che, a differenza dei fan coils proposti in progetto, elimineranno i moti convettivi dell'aria, quindi le polveri, la diffusione degli acari e irradiando le pareti interne, se ne innalzano le temperature, riducendo sensibilmente il rischio di formazione di condensa e di muffe.

Per maggior comprensione del confort raggiunto da impianti di questo genere, riportiamo sotto l'andamento del profilo termico degli impianti radianti rispetto al profilo di confort ottimale per il corpo umano:

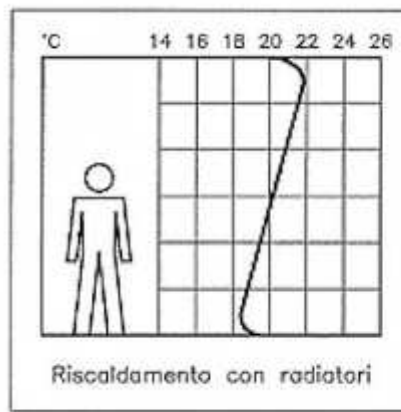
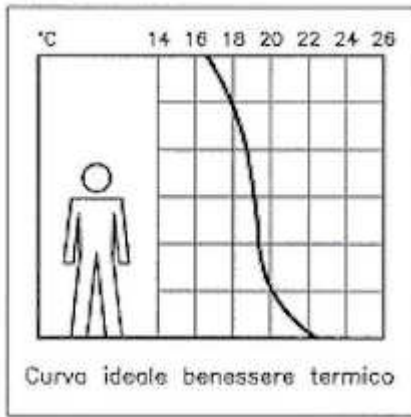
## IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO RADIANTE – DALLA TEORIA AL DIMENSIONAMENTO

### Componenti per sistemi radianti a pavimento, parete e soffitto



Andamento delle temperature in un locale riscaldato da un sistema radiante in funzione dell'altezza del locale

Nei sistemi radianti il gradiente termico può essere quasi del tutto trascurabile. E' appena apprezzabile con sistemi a parete, mentre con un soffitto o pavimento gli incrementi di temperatura più evidenti sono quelli dell'aria a contatto delle superfici. Oltre a migliori condizioni di benessere, l'assenza di gradiente termico implica minori dispersioni verso l'esterno.



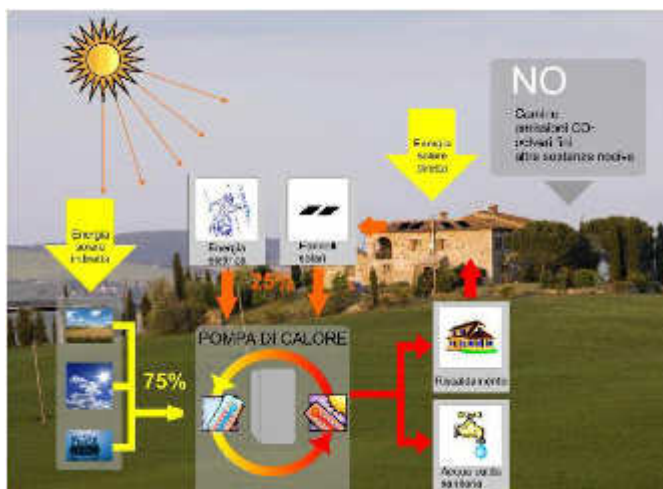
### Comparazione degli elementi in campo

		PROGETTO			PROPOSTA		
			Pot. Risc. (kW)	Pot. Raff. (kW)		Pot. Risc. (kW)	Pot. Raff. (kW)
<b>Elementi</b>	n.1 pompa di calore		80	70	n.52 pompe di calore	228,8	260
	n.1 pompa di calore con rec. n.1 caldaia		95 80	75			
<b>Terminali</b>	Fan coils	Pannelli radianti a soffitto n.52 deumidificatori					
<b>Produzione ACS</b>	n.5 boiler da 1.500 litri, complessivi 7.500 litri	n.52 boiler da 200 litri, complessivi 10.400 litri min					
<b>Solare termico</b>	n.18 pannelli solari termici	non previsti					
<b>Solare fotovoltaico</b>	pot. 20 kW di picco	pot. 40 kW di picco					

## Introduzione ai sistemi in Pompa di Calore.

Tra le tecnologie impiantistiche per la produzione di calore, un ruolo di rilievo è giocato dalle **pompe di calore**, apparecchiature, che nel nostro caso, verranno impiegate per il riscaldamento e raffreddamento di acqua – trasformano in **energia utile** il calore (energia a bassa entalpia), altrimenti inutilizzato, presente nell'ambiente.

A differenza di una normale caldaia a gas che trasferisce in ambiente più o meno la stessa energia a quella che



impiega, una pompa di calore trasferisce all'interno dell'ambiente sotto forma di calore maggiore quantità di energia rispetto a quella che consuma, garantendo così un notevole risparmio. La pompa di calore sfrutta nel nostro caso il **calore gratuito e illimitato** immagazzinato nell'aria esterna. Per questo motivo, con la **Direttiva RES** (Renewable Energy Sources) le pompe di calore sono state riconosciute ufficialmente come tecnologie che impiegano energie rinnovabili. I sistemi a pompa di calore costituiscono il sistema di climatizzazione a ciclo annuale attualmente più efficiente ed efficace e sono in grado di contribuire al raggiungimento degli obiettivi 20-20-20 di riduzione dei consumi di energia, di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e di incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili: consentono, infatti, risparmi dal 40 al 60 % di energia primaria, con pari riduzione della CO<sub>2</sub>, e impiegano per il loro funzionamento circa il 75% di energia rinnovabile.

Le pompe di calore, a differenza dei sistemi termici a combustione, offrono anche il vantaggio di poter essere utilizzate come **climatizzatori durante la stagione calda**: in estate invertono il loro funzionamento e trasferiscono il calore dall'edificio verso l'esterno, raffreddando gli ambienti.

La soluzione con le sole pompe di calore comporta pertanto bassi **costi** gestionali e manutentivi dell'impianto. L'adozione di un impianto di climatizzazione con pompa di calore fa anche crescere la **classe energetica dell'edificio, migliora la qualità dell'aria** nelle grandi aree urbane perché l'inquinamento dovuto alla produzione di energia per il funzionamento di questi sistemi è delocalizzato. Con l'utilizzo delle pompe di calore per il riscaldamento, soprattutto nei centri urbani, si otterrebbero importanti risultati in termini di riduzione di PM10, con ricadute positive sulla salute dei cittadini.

La pompa di calore deve il suo nome al fatto di essere in grado di **trasferire calore da una sorgente a bassa temperatura a un pozzo a temperatura più alta**, così come una pompa solleva un fluido da una quota inferiore a una superiore.

La soluzione molto semplice dal punto di vista impiantistico e particolarmente performante alle nostre zone climatiche è quella che utilizza come sorgente esterna l'aria, che ha il vantaggio di essere disponibile sempre e ovunque; e che grazie ai nuovi evoluti sistemi ad inverter può operare con temperature dell'aria esterna sino a -20°C.

## Soluzione innovativa ad alta efficienza energetica

La soluzione impiantistica proposta è stata difatti individuata partendo da quelle che sono le reali esigenze di risparmio nella gestione rispetto alla proposta tradizionale inizialmente individuata nel progetto di gara.

Il primo passo è stato quello di costruire un involucro isolato nel rispetto delle performance di legge riportate nei decreti in essere.

Su questa solida base, quanto viene ricercato con la soluzione impiantistica è:

- Raggiungere **classi energetiche importanti**
- **Ottimizzare l'apporto derivante da rinnovabile**, semplificando l'impiantistica e riducendone i costi di gestione.
- **Offrire tutti i servizi con una soluzione autonoma** (anche il raffrescamento) .
- **Offrire una semplice contabilizzazione** di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria; mediante un unico contatore elettrico a defalco da impianto elettrico centralizzato: ente gestore + fotovoltaico

Creare i presupposti quindi plus importanti quali:

- **Classe A o B** delle diverse unità immobiliari, dipendenti essenzialmente dall'esposizione e conseguentemente dalle zone d'ombra e le zone di massima insolazione stabile
- Costi fissi e di esercizio contenuti
- Controllo autonomo e manutenzione individuale
- Ottimizzazione del contributo da Conto Energia fotovoltaico
- Eliminazione delle emissioni in loco di sostanze nocive e CO<sub>2</sub>
- Ricorso massiccio ad energie pulite e rinnovabili
- Eliminazione di eventuali possibili problematiche tra condomini quali quelle collegate a complicati e costosi sistemi di contabilizzazione
- Adatto all'eventuale apertura *verso l'automazione elettrica*.

In particolare la soluzione impiantistica individuata si presenta come un *"Sistema autonomo in Pompa di Calore con centralizzazione dei consumi e della produzione di energia da fonte rinnovabile"*.

### ***Sistema autonomo in Pompa di Calore con centralizzazione dei consumi e della produzione di energia da fonte rinnovabile***

Ogni appartamento sarà equipaggiato con una Pompa di Calore Inverter aria- acqua, in grado di offrire all'abitazione tutti i servizi di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria.

La Pompa di calore in oggetto è costituita da una piccola motocondensante esterna posizionata sui balconi, equiparabile a quella di un condizionatore di tipo multisplit, e da un'unità integrata di accumulo per la produzione di ACS.

Ogni macchina gestirà con grande efficienza tutti i servizi di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria del singolo appartamento **eliminando completamente perdite di sistema** quali:

- **distribuzione** idraulica di riscaldamento esterna all'appartamento
- **ricircolo** di ACS. La soluzione risulta quindi intrinsecamente più efficiente rispetto ad una soluzione centralizzata consentendo inoltre l'eliminazione dei costi correlati a tali distribuzioni.



Il serbatoio dell'acqua calda sanitaria dell'unità interna integrata a pavimento è dotato di uno spesso isolamento in polistirene con il risultato del 50% in meno di dispersione del calore rispetto a un serbatoio tradizionale con isolamento standard.

#### **ACS SOLO IN POMPA DI CALORE**

Il sistema integrato può riscaldare il serbatoio dell'acqua calda sanitaria fino a temperature di confort con il solo funzionamento della pompa di calore evitando in questo modo l'utilizzo del riscaldatore elettrico ausiliario. Il serbatoio proposto già alla temperatura di 50°C rende subito disponibile un volume di acqua calda di circa 300 litri a 40°C senza ulteriore bisogno di ulteriore elettricità

#### **MINIMO INGOMBRO E MASSIMA DISCREZIONE**

Grazie ad una larghezza di circa 600 mm e una profondità di circa 700 mm l'unità ha un ingombro simile a quello di un classico elettrodomestico. Non sono necessarie spazi laterali o posteriori per il passaggio delle connessioni idrauliche in quanto sono predisposte nella parte alta della macchina, **RISULTATO** è un ingombro di installazione di soli 0,45 m<sup>2</sup>.

Inoltre tutte le unità hanno un'altezza contenuta sotto i 2 mt.

La soluzione presenta vantaggi per gli stessi condomini, che si trovano a condurre in autonomia il proprio sistema sia dal punto di vista della gestione che anche dal punto di vista della manutenzione.

La flessibilità nel posizionamento delle unità è grande.

In funzione dell'architettura delle unità abitative e dello stabile, l'unità interna può essere posizionata in una nicchia all'interno dell'appartamento o come nel caso proposto in uno spazio esterno protetto.

Le unità esterne possono essere posizionate sul balcone come avviene classicamente per le unità esterne degli split di condizionamento.

Il collegamento tra unità esterna ed interna è semplicemente composto, come per un semplice monosplit, da una connessione elettrica e da due tubazioni frigorifere in rame rispettivamente da mm 15,9 (5/8") e mm 6,4 (1/4").

## ALIMENTAZIONE E CONTABILIZZAZIONE

Tutte le pompe di calore integrate saranno alimentate dall'unico contatore BTA condominiale in modo:

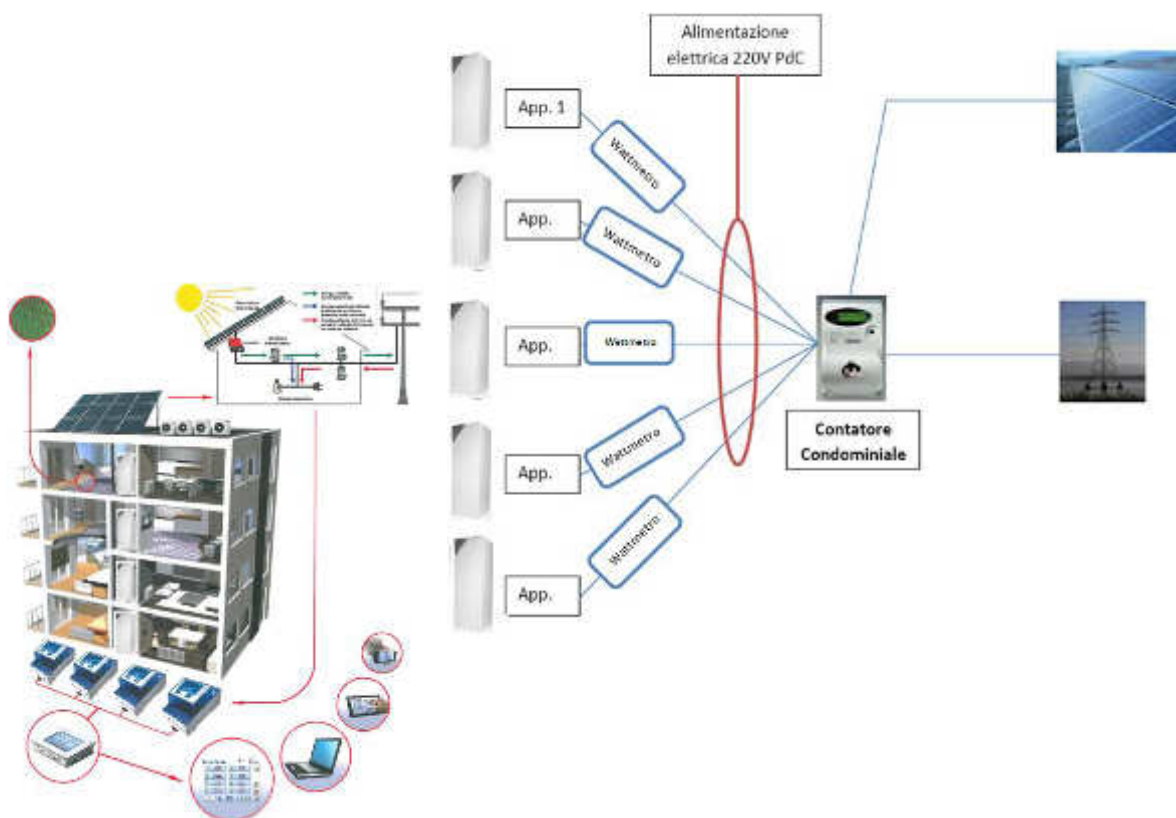
- da usufruire di una tariffa elettrica di alimentazione con costi dell'energia elettrica decisamente inferiori a quelli domestici (inferiori ai 20 €/kWh elettrico) e quindi minimizzando i costi di esercizio
- da mantenere all'interno delle singole unità abitative il solo contatore D2 con tariffa sociale

All'unico contatore BTA sarà allacciato il **sistema fotovoltaico al servizio dello stabile**, in modo da:

- alimentare tutte le utenze con un unico impianto FV allacciato al contatore condominiale
- massimizzare l'autoconsumo
- ottimizzare il contributo da Conto Energia.

La contabilizzazione è delegata poi a semplici sottocontatori che misurano il quantitativo di energia elettrica con cui si è alimentata la singola pompa di calore e quindi consumata dalla specifica utenza.

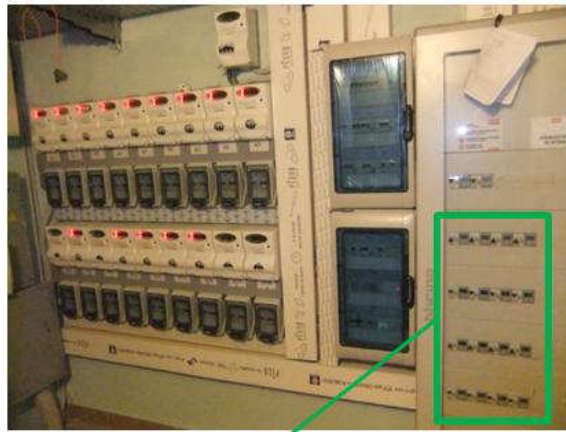
Una schematizzazione esemplificativa della soluzione elettrica è quindi rappresentabile come segue.



Oltre a minimizzare i costi di esercizio viene risolta la **contabilizzazione in maniera estremamente precisa e low cost**.

Eliminando i costi e le complicazioni correlate all'utilizzo di satelliti di contabilizzazione con contocalorie, il tutto viene gestito attraverso dei semplici sottocontatori elettrici.





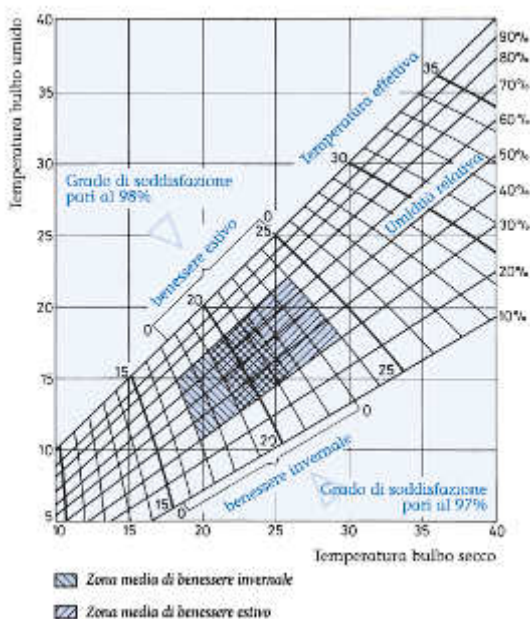
SOTTOCONTATORI

## PERFORMANCE E CONFIGURAZIONE INTERNA D'IMPIANTO

### Cosa è il CONFORT?

Il comfort termico si ha quando il corpo riesce a smaltire il proprio calore metabolico nelle giuste proporzioni tra i quattro modi di scambio termico:

- irraggiamento, scambio per differenza di temperatura tra corpi in un ambiente
- convezione, scambio termico legato a dei moti del fluido che circondano un corpo
- conduzione, lo scambio che avviene attraverso il contatto tra corpi a temperature diverse
- evaporazione, sottrazione di calore da un corpo dovuta all'evaporazione del fluido sulla sua superficie (calore latente, sudore)



Determinare un unico parametro di misura del benessere in ambiente, per meglio definire l'obiettivo da aggiungere nella progettazione di un sistema di regolazione termoigrometrica della casa. I risultati si possono riassumere nel diagramma accanto.

Ulteriori studi sul benessere in ambiente hanno posto importanti limiti alla velocità dell'aria (tipicamente inferiore a 0,15 m/s a circa 1,5-1,8 m dal pavimento), e quindi dei moti convettivi dovuti a gradienti di temperatura. Elevate differenze di temperatura in ambiente, provocate, ad esempio dai convenzionali termosifoni funzionanti ad alta temperatura, così come importanti differenze di temperatura tra ambienti riscaldati e non riscaldati, causano moti dell'aria che vanno a sottrarre energia termica al corpo che lambiscono. Ciò provoca sensazione di disagio anche con temperature medie in ambiente superiori ai 20°C. Infatti, l'uomo posto in una stanza risulta una fonte di calore grazie ai suoi 36,5°C e l'aria che lo sfiora anche a 22°C, gli sottrae calore. Lasciare una stanza non riscaldata in una casa, significa avere spifferi in prossimità della soglia e basse temperature del muro



confinante con le stanze riscaldate, ovvero ancora moti che causano un certo senso di disagio agli occupanti della stanza.

Risulta evidente che il comfort negli ambienti con pannelli radianti conferisce agli occupanti della stanza una sensazione di benessere maggiore rispetto agli altri sistemi.

### RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO RADIANTE

L'impianto di riscaldamento a pannelli radianti rappresenta l'esempio migliore di riscaldamento a bassa temperatura tramite ampie superfici radianti, essendo distribuito su tutta la superficie dell'abitazione. Il funzionamento dell'impianto può avvenire quindi a temperature dell'acqua di circa 30° - 40°, fatto che rappresenta il miglior presupposto per l'economia d'esercizio dell'impianto.

Gli impianti a pannelli radianti possono essere utilizzati anche per il raffrescamento estivo.

Perde perciò di significato approcciarsi ai sistemi radianti come ad impianti dedicato solo al riscaldamento o solo al raffrescamento, poiché il comportamento è efficace ed efficiente in tutte le stagioni. Per il controllo dell'umidità relativa in ambiente è previsto il collegamento diretto all'impianto di una unità di deumidificazione ad aria neutra che verrà attivata direttamente dal sistema di regolazione.

### *Confronto tra raffrescamento e Condizionamento*

Uno dei comuni equivoci legati ai sistemi di condizionamento è considerarli soluzioni che generano comfort: il condizionamento non raffredda la struttura dell'edificio, ma l'aria e di conseguenza il nostro corpo, che perde più calore di quanto riesce a generarne e quindi percepisce una sensazione di freddo. I sistemi di condizionamento tradizionali devono necessariamente immettere nell'ambiente grandi quantità di aria fredda che agiscono solamente sulla temperatura dell'aria e che richiedono ingenti risorse energetiche per raggiungere le basse temperature necessarie: a parità di condizioni, un impianto ad aria deve raggiungere la temperatura di 7°C per offrire lo stesso comfort che un sistema radiante fornisce con una temperatura del fluido pari a 16-18°C.

La Pompa di Calore integrata, esprime la sua massima efficienza proprio con emettitori alimentati a **bassa temperatura di tipo Radiante.**

L'impianto di riscaldamento/raffrescamento a pannelli radianti consentirà grazie al passaggio di acqua a bassa temperatura all'interno della tubazione di regolare la centralina della pompa di calore in modo da ottimizzare le performance, ad esempio impostando semplicemente la curva climatica invernale di funzionamento. In tale configurazione le unità inverter in oggetto offrono COP stagionali di esercizio molto elevati, che si attestano intorno o superiori a SCOP 4 praticamente in tutte le zone climatiche Italiane.

### ***COSTI DI GESTIONE E CONSUMO della Pompa di Calore:***

#### ***Complesso esemplificativo su Roma***

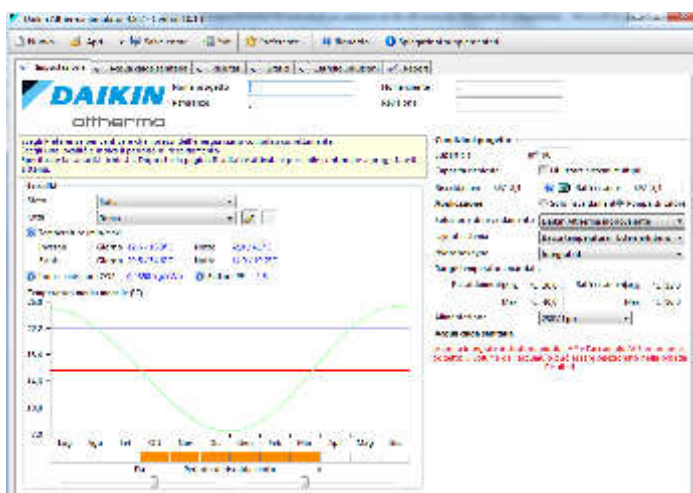
E' possibile partendo dai valori di potenza termica dispersa dalla struttura calcolare ed individuare il consumo annuale per riscaldamento e raffrescamento della Pompa di Calore per la struttura analizzata.

Attraverso la conoscenza della potenza termica dispersa dalla struttura sarà possibile effettuare una stima di massima dei costi di gestione raggiungibili dal sistema e confrontarli con differenti soluzioni impiantistiche.

Per il calcolo dei consumi è stato utilizzato il simulatore DAIKIN ALTHERMA SIMULATOR V 4.8.2 secondo le indicazioni fornite dal progettista.

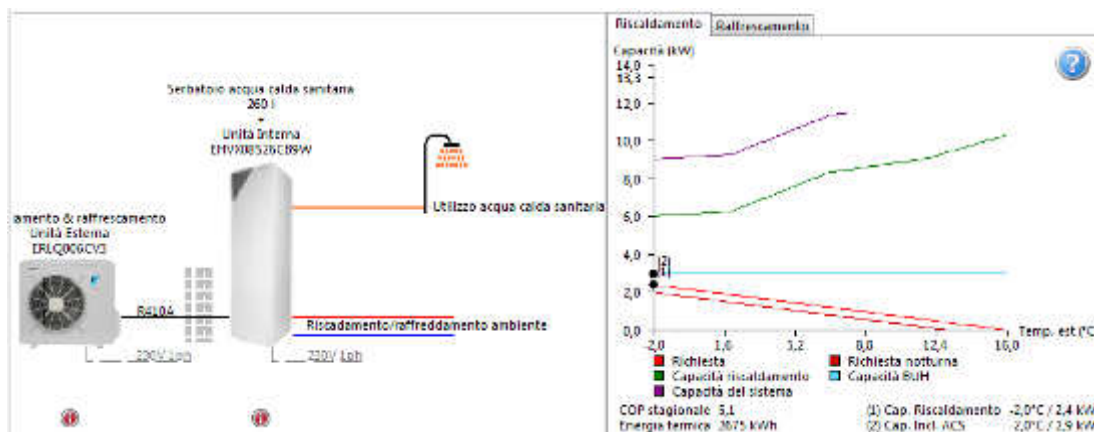
### STIMA DEI FABBISOGNI TERMICI - Edificio

Località	
Stato	Italia
Città	Roma
Condizioni progetto	
Superficie	90 m <sup>2</sup>
Capacità richiesta per il riscaldamento alla minima temperatura notturna	2,4 kW
Capacità totale richiesta in riscaldamento alla minima temperatura notturna, compresa produzione ACS	2,9 kW
Capacità richiesta per il raffrescamento alla massima temperatura diurna	2,4 kW
Capacità totale richiesta in raffrescamento alla massima temperatura diurna, compresa produzione ACS	2,9 kW
Applicazione	Pompa di calore



Layout sistema	Bassa temperatura - Esterna/Interna
Hydrobox type	Integrated
Range temperatura mandata in riscaldamento	30,0°C - 40,0°C
Range temperatura mandata in raffrescamento	12,0°C - 16,0°C
Alimentazione	230V 1ph
Acqua calda sanitaria	
Volume	260 l

- POMPA DI CALORE -> DAIKIN / ROTEX
- MODELLO -> EHVX08
- Potenza Termica -> 6 kW
- Capacità Accumulo -> 260 litri
- Impianto Riscaldamento -> Sistema Radiante



**Consumo energetico del serbatoio di acqua calda sanitaria**

Tipo di utilizzo	Consumo d'acqua calda	temperatura acqua	Volume giornaliero a 40,0°C	Frequenza giornaliera
Piccolo	3 l	40,0°C	48 l	16
Pavimento	3 l	40,0°C	3 l	1
Pulito	2 l	55,0°C	6 l	2
Lavapiatti piccola	6 l	55,0°C	9 l	1
Lavapiatti media	8 l	55,0°C	0 l	0
Lavapiatti grande	14 l	55,0°C	21 l	1
Grande	15 l	40,0°C	0 l	0
Doccia	40 l	40,0°C	40 l	1
Bagno	103 l	40,0°C	206 l	2
Totale gior. 40,0°C			333 l	11,6 kWh

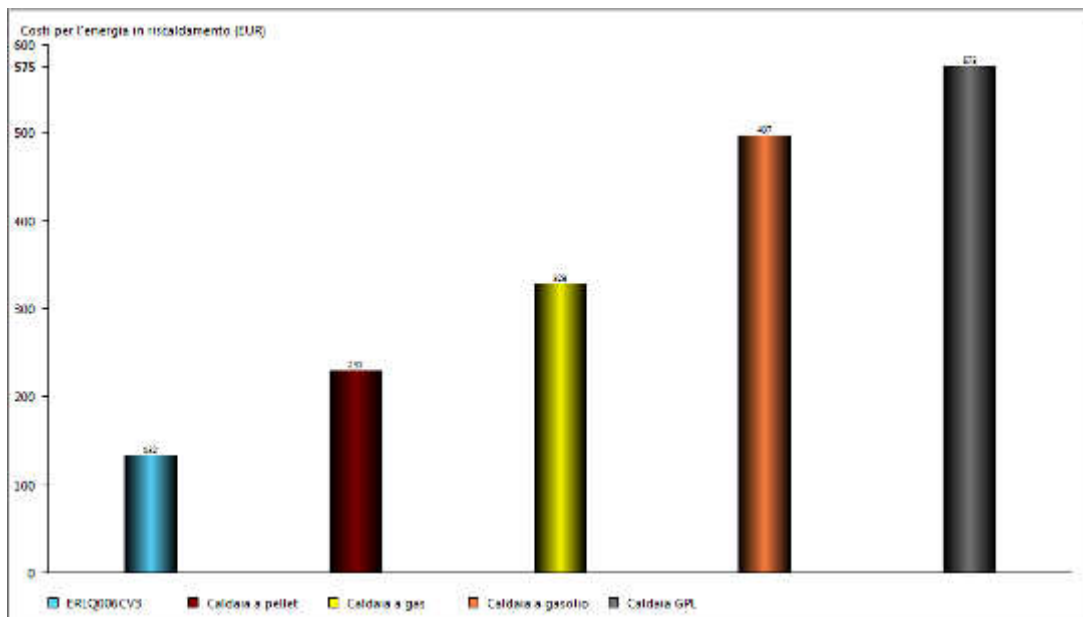
Consumo totale effettivo di energia termica per anno = 4240 kWh.  
 Consumo totale effettivo di elettricità per anno = 2000 kWh.

Calcoli del COP per la produzione di ACS. Il COP calcolato si basa sulla FprEN16147 (rimpiazza la precedente prEN255-3) large tapping pattern alla temperatura di 52,5°C.

**Costi energia per il Riscaldamento / Raffrescamento**

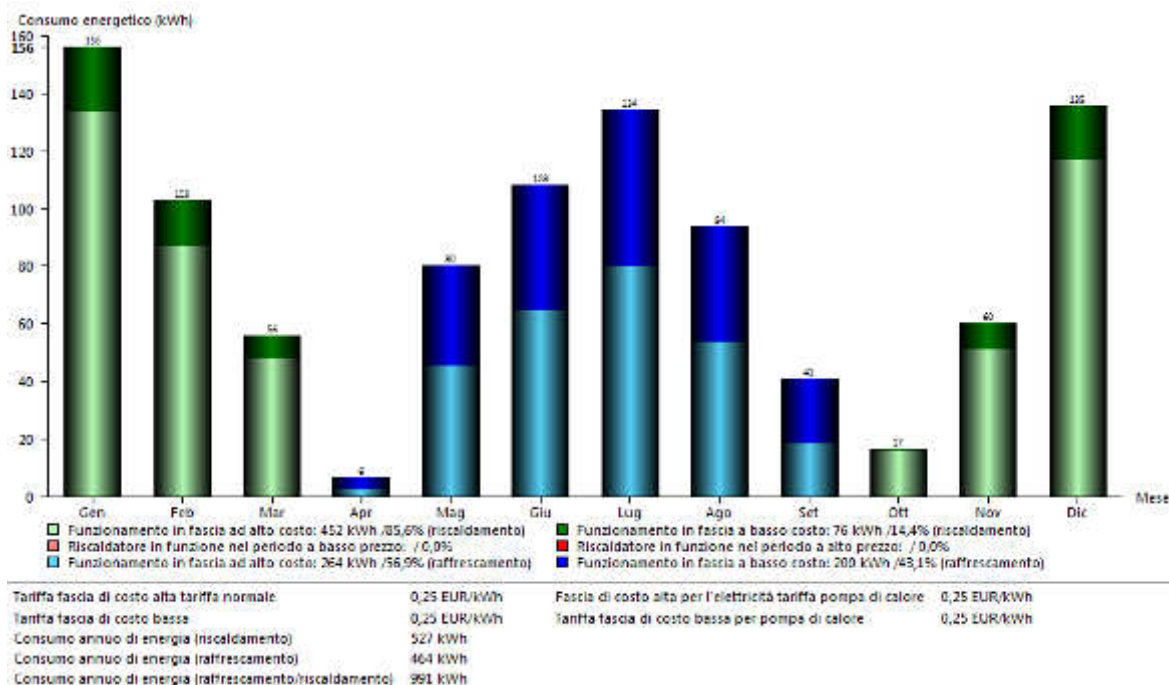
Considerando quindi l'esercizio della macchina nella località climatica indicata e ipotizzando un'accensione dell'impianto H24 per:

- 7.00 -> 21.00 -> Temp. Interna Ambiente 21°C
- 21.00 -> 7.00 -> Temp. Interna Ambiente 18°C



Il grafico mostra un confronto tra costi annui simulati di gestione per Daikin Altherma, caldaia a gas e caldaia a gasolio. Il calcolo si basa sulla richiesta termica annuale dell'edificio in oggetto, i coefficienti di performance e i prezzi energetici inseriti.

Considerando inoltre anche il consumo legato alla fase di raffrescamento otterremo quanto segue



Consumo annuo di energia (riscaldamento)		527 kWh	Pertanto avremo che il consumo Annuale Globale della Struttura per Caldo/F
Consumo annuo di energia (raffrescamento)		464 kWh	
Consumo annuo di energia (raffrescamento/riscaldamento)		991 kWh	
Consumo Annuo Produzione ACS		2000 kWh	
<b>Consumo Annuo Globale (Risc/Raff/ACS)</b>		<b>2991 kWh</b>	
Tariffa elettrica normale	Fascia di costo alta	0,25 EUR/kWh	
	Fascia di costo bassa	0,25 EUR/kWh	

reddo/ACS sarà dato da:

***COSTI DI GESTIONE ANNUI = 2991 kWh x 0,25 €/kWh = 747,75 €/anno***

***COSTI MEDI MENSILI -> circa 65,00 €/mese***