

Pompa di calore aria-acqua e aria-aria: differenze e dimensionamento

Alice Lorenzati, Ingegnere - C2R Energy Consulting

Tra le diverse tipologie di pompe di calore presenti sul mercato, quelle di maggior diffusione risultano essere le cosiddette pompe di calore aria-aria e aria-acqua. Vediamo di seguito le principali caratteristiche e differenze delle due e alcuni elementi base sul loro dimensionamento.

I sistemi di generazione a pompa di calore hanno trovati una crescente diffusione negli ultimi anni, grazie ai ridotti consumi energetici che consentono di ottenere rispetto ad altri sistemi di generazione. Per massimizzare lo sfruttamento delle loro potenzialità, ed evitare di commettere errori che possono causare anche la perdita di tutti i vantaggi ad esse connesse, è bene capire a fondo il loro principio di funzionamento, le differenze che ci sono tra una tipologia e l'altra e come dimensionarle in maniera adeguata.

PER APPROFONDIRE

Si veda il Dossier relativo alle pompe di calore disponibile a questo [link](#).

Cenni sul funzionamento delle pompe di calore

L'elemento base del funzionamento delle Pompe di Calore (di seguito chiamate PdC per brevità) è il trasferimento di calore (energia termica) tra due ambienti a temperatura diversa, in particolare, in regime invernale, **sottraendolo dall'ambiente a temperatura più fredda** (ambiente esterno, sorgente fredda) e immettendolo in quello a temperatura più calda (ambiente interno, sorgente calda). Questo meccanismo, che non può avvenire spontaneamente (per il **2° principio della termodinamica**, il trasferimento di calore può avvenire solo da un elemento a temperatura più elevata a uno con temperatura più bassa), ma necessita di un apporto di lavoro esterno generato da opportune macchine, le PdC, alimentate da diverse fonti energetiche (elettricità, gas, ecc). Classico esempio di **ciclo termodinamico inverso**.

Per compiere questa trasformazione, all'interno della PdC deve scorrere un fluido refrigerante sottoposto a continui cambiamenti di fase (liquida/gassosa). Nello specifico, le PdC sono quindi composte da **due circuiti, un compressore e una valvola di espansione**:

1. La sorgente fredda viene fatta convogliare all'interno di uno scambiatore di calore, nel quale scorre il liquido refrigerante;
2. Il liquido refrigerante, sempre più freddo della sorgente fredda (anche quando questa ha temperature sotto zero), all'interno dello scambiatore di calore estrae energia termica dalla sorgente fredda;
3. Il liquido refrigerante riscaldato viene quindi vaporizzato, compresso dall'apposito compressore e ulteriormente riscaldato;

4. Si raggiunge quindi il circuito di riscaldamento, in cui, tramite un secondo scambiatore, il fluido refrigerante trasferisce calore al fluido termovettore, il quale lo immette in ambiente;
5. Il fluido refrigerante, dopo aver ceduto calore, torna allo stato liquido;
6. Attraversa la valvola di espansione, che ha lo scopo di ridurre la pressione del liquido in modo tale da raffreddarlo rapidamente e poterlo reimmettere nel primo circuito per assorbire nuovo calore dalla sorgente esterna.

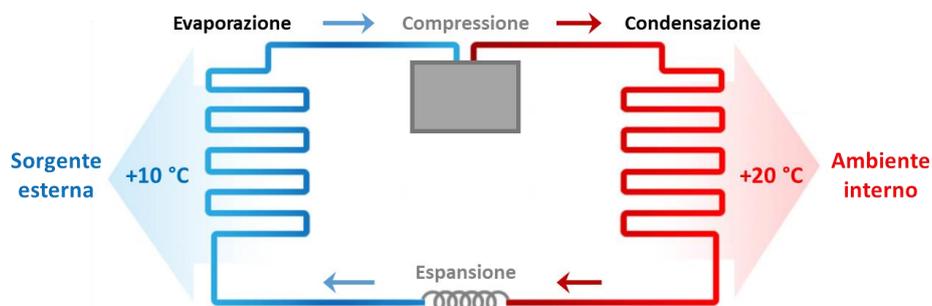


Figura 1 – Schema di funzionamento di una PdC.

Se la pompa di calore è **reversibile**, sarà inoltre in grado di invertire il ciclo per il funzionamento estivo, quando l'obiettivo è **sottrarre il calore dall'ambiente interno**.

Classificazione delle pompe di calore

Nella descrizione del funzionamento delle PdC appena effettuata, si sono utilizzati due termini estremamente generici: sorgente fredda e fluido termovettore.

A seconda di questi due elementi è possibile distinguere le diverse tipologie di pompa di calore (un'ulteriore classificazione può essere fatta in funzione del tipo di alimentazione, elettrica o a gas, di cui però non ci occuperemo in questa sede).

Il prelievo di energia termica (sorgente fredda) può avvenire tramite:

- Aria;
- Acqua;
- Terreno.

Mentre il fluido termovettore che si occupa di rilasciare l'energia termica in ambiente può a sua volta essere:

- Aria;
- Acqua.

Combinando questi elementi si ottengono quindi le diverse tipologie di PdC (nel nome, il primo termine rappresenta la sorgente fredda mentre il secondo il fluido termovettore):

- **PdC aria - aria**: preleva l'energia termica dall'aria esterna e la trasferisce, sempre sotto forma d'aria, all'interno degli ambienti climatizzati. È una delle tipologie più semplici, particolarmente adatta in climi caldi in cui risulta molto efficiente (nei climi freddi l'efficienza si riduce e i vantaggi rischiano di essere superati dai costi dell'impianto).
- **PdC aria - acqua**: preleva l'energia termica dall'aria esterna, la quale viene poi utilizzata per scaldare l'acqua tecnica, da utilizzare per il riscaldamento o per la produzione di acqua calda sanitaria. Come la precedente, questa ha il vantaggio di utilizzare una sorgente fredda sempre presente, ma con climi estremamente freddi le efficienze si riducono.

- **PdC acqua - acqua:** preleva l'energia termica dall'acqua presente in una falda e la destina alla produzione di acqua calda tecnica. I costi di questa soluzione sono più elevati delle precedenti, ma ha il vantaggio di utilizzare una sorgente fredda con temperature sempre costanti durante tutto l'anno e mai eccessivamente basse (comprese in genere tra gli 8 e i 12 °C), garantendo in questo modo efficienze più elevate.
- **PdC geotermiche:** preleva l'energia termica dal sottosuolo e la destina alla produzione di acqua calda tecnica. Come le precedenti, anche qui i costi aumentano, ma si lavora con temperature costanti e abbastanza elevate. La temperatura e la sua stabilità dipende dalla profondità in cui si inserisce la sonda utilizzata per lo scambio termico con il suolo, maggiore è la profondità, più la temperatura sarà elevata e costante (a titolo indicativo si possono assumere circa 10 °C a 10-15 m di profondità, raggiungendo i 13 °C verso i 100 metri di profondità).

ATTENZIONE!

La scelta della giusta tipologia di pompa di calore dipende da:

- **Zona climatica;**
- **Dimensione immobile;**
- **Livelli di isolamento termico abitazione.**

La **zona climatica** consente di individuare la soluzione più efficiente, anche dal punto di vista dei costi di investimento iniziali (piuttosto elevati per le PdC acqua - acqua e geotermiche, a causa degli scavi necessari per l'installazione delle sonde). In linea di massima, per località con **clima mite** e privo di grandi sbalzi di temperatura si ricorre all'installazione di **PdC aria – aria**. Allo stesso tempo non bisogna però trascurare il discorso della dimensione dell'immobile, per sapere su che potenze orientarsi indicativamente: per **appartamenti di medie dimensioni** è in genere sufficiente una PdC con **potenza minore di 35 kW**. Il dimensionamento della PdC dipende inoltre dal livello di isolamento termico dell'edificio. Se questo è inadeguato, possono vanificarsi tutti i vantaggi legati all'installazione di una PdC.

ATTENZIONE!

È bene però valutare caso per caso la potenza termica necessaria, tenendo conto di clima, dimensioni e livello di isolamento, evitando di sovradimensionare o sottodimensionare il sistema di generazione, a causa di specificità particolari e non trascurabili.

Prestazioni

Ma quali sono gli effettivi vantaggi nell'utilizzo delle pompe di calore? Il punto forte di questa tecnologia è che, in poche parole, essa è in grado di produrre più energia di quella che consuma. Il rapporto tra energia prodotta e consumata è definito, in regime di funzionamento **invernale**, **COP (Coefficient Of Performance – coefficiente di prestazione)**, il quale è appunto sempre maggiore di 1. Ma cosa significa avere un COP pari, ad esempio, a 2? Significa che per ogni kWh consumato la pompa di calore è in grado di produrre 2 kWh di energia termica. Un discorso analogo vale in regime estivo, in cui però il livello di prestazione è definito dall'indice **EER (Energy Efficiency Ratio - rapporto di efficienza energetica)**, definito dal rapporto tra l'energia sottratta all'ambiente da raffrescare e l'energia consumata, anch'esso maggiore di 1. Quindi, con un EER pari a 3, per ogni kWh consumato, l'impianto assorbe 3 kWh di energia termica dall'ambiente, raffrescandolo. È facile capire che **maggiori sono i valori di COP ed EER, più i dispositivi sono efficienti.**

Va però evidenziato che il valore di questi due indici **non è un valore costante** e, soprattutto nelle **pompe di calore aria-acqua**, dipende fortemente dalla:

- **Temperatura dell'aria esterna;**
- **Temperatura di mandata dell'acqua calda o fredda;**
- **Fattore di carico della macchina (di cui accenneremo in seguito);**
- **Cicli di sbrinamento.**

Tuttavia, la serie di norme **UNI EN 14511** "Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico", aggiornate nel 2018, consente al produttore di determinare le prestazioni della pompa di calore in **condizioni nominali** in funzione di:

- **Funzionamento a velocità nominale;**
- **Modalità di riscaldamento (COP);**
- **Temperatura esterna fissa (7 °C);**
- **Temperatura di mandata fissa (35 °C).**

Questo definisce il **punto di funzionamento a potenza nominale**, con il quale il produttore identifica la macchina sul mercato, ma non è molto rappresentativo delle effettive condizioni di esercizio della PdC durante un'intera stagione. Pertanto, le schede tecniche riportano più valori di COP (o EER) in funzione delle diverse temperature dell'aria esterna e di mandata. In Figura 2 se ne riporta un esempio.

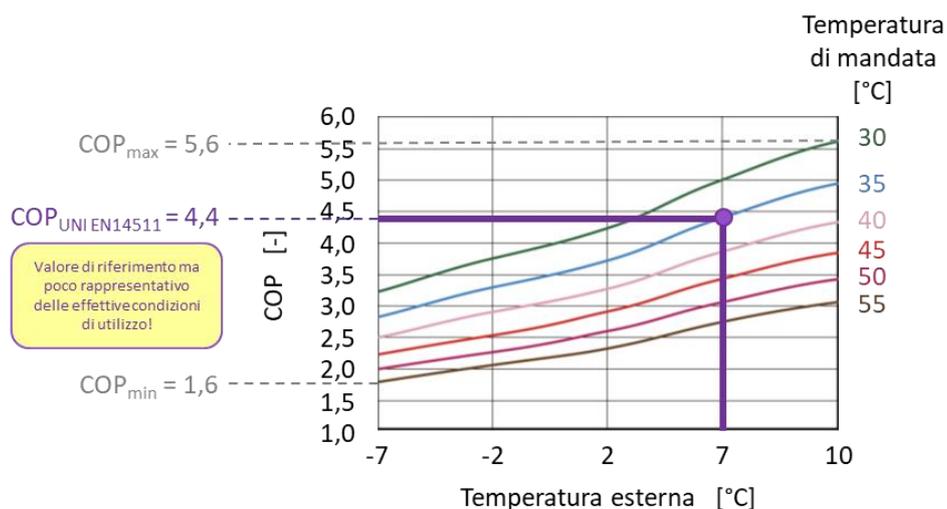


Figura 2 – *Variazione del COP in funzione della temperatura di mandata e dell'ambiente esterno.*

Come si può notare, nell'esempio riportato le prestazioni della PdC peggiorano (quindi COP più bassi):

- Al ridursi della temperatura esterna;
- All'aumentare della temperatura di mandata.

Agire sulla temperatura di mandata, può infatti essere un valido modo per ottimizzare l'utilizzo di una PdC: nell'esempio proposto, il passaggio da 55 °C a 35 °C, consente l'aumento del COP di circa 1 punto.

Prestazioni a carico parziale

Queste curve riportate nelle schede tecniche, sono però riferite ad una PdC con **funzionamento a pieno carico**, ovvero quando la macchina eroga la massima potenza utile (ed esempio se fuori fa molto freddo). Normalmente però, la potenza da fornire all'edificio è minore di quella a pieno carico: si parla in questo caso di **funzionamento a carico parziale**. I valori di COP/EER a carico parziale si ottengono moltiplicando quelli relativi alle condizioni nominali a pieno carico per dei coefficienti correttivi, dipendenti dal **Fattore di carico** (ovvero il rapporto tra la potenza erogata e la potenza massima della PdC). Nello specifico, la norma La specifica tecnica **UNI/TS 11300-4:2016** "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria" consente di determinare il fattore di correzione del COP/EER ai carichi parziali attraverso diverse modalità:

1. Secondo i dati che i fornitori pubblicano in conformità alla **UNI EN 14825:2019** "Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido e pompe di calore, con compressore elettrico, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Metodi di prova e valutazione a carico parziale e calcolo del rendimento stagionale", sulla base di quattro punti di lavoro A, B, C e D così definiti: A: -7 °C B: 2 °C C: 7 °C D: 12 °C;
2. Secondo un metodo semplificato, che consiste in una correlazione fissa;
3. Utilizzando una correlazione dichiarata dal costruttore (per pompe di calore ad assorbimento).

ATTENZIONE!

Per fattori di carico medi, le prestazioni in genere migliorano!

I coefficienti di prestazione stagionali e medi effettivi

La sensibile variabilità dei parametri di efficienza della pompa di calore, specialmente quelle aria – acqua, ha portato all'introduzione e alla valutazione di **indici di prestazione stagionali: SCOP e SEER** (dove S sta per *Seasonal* – stagionale). Anche questi indici trovano la definizione all'interno della norma **UNI EN 14825:2019**, e rappresentano una **media pesata dei valori di COP o di EER lungo l'intera stagione di riscaldamento o raffrescamento** rispettivamente. In questo modo si ottengono indici più rappresentativi del reale funzionamento della PdC, in quanto vengono integrate le sue prestazioni in funzionamento a carico parziale, considerando diverse temperature esterne sulla base dei dati climatici riferiti a tre diverse zone.

Tuttavia, siccome abbiamo visto che il reale rendimento dipende anche dalla temperatura di mandata (così come dalla tipologia di impianto collegato e dal tipo di regolazione e di conduzione dell'impianto stesso), anche questi indici stagionali possono scostarsi notevolmente dal reale comportamento della pompa di calore. Esistono ulteriori indici, di complessa valutazione, che tengono in conto anche di queste ultime caratteristiche, e che si chiamano **COP/EER_{medio effettivo}**.

Accesso agli incentivi

L'accesso agli incentivi per l'installazione di PdC è comunque basato sui **valori standard nominali di COP ed EER**. Il **Decreto Requisiti del 6 agosto 2020, nell'Allegato F** riporta il valore minimo di EER e COP delle pompe di calore per poter accedere alle detrazioni Ecobonus e Superbonus 110%.

Per le pompe di calore, l'accesso alle detrazioni è consentito a condizione che vengano soddisfatti i seguenti requisiti:

1. Per le pompe di calore elettriche i coefficienti di prestazione istantanei (COP ed EER) devono essere almeno pari ai valori indicati in Figura 3;
2. La prestazione delle PdC deve essere dichiarata e garantita dal costruttore sulla base di prove effettuate in conformità alla UNI EN14511;
3. Al momento della prova la PdC deve funzionare a pieno carico, nelle condizioni indicate in Figura 3.

Tipo di PdC (Ambiente esterno/interno)	Temperatura ambiente esterno [°C]	Temperatura ambiente interno [°C]	COP	EER
Aria/Aria	Bulbo secco in entrata: 7 °C Bulbo umido in entrata: 6 °C	Bulbo secco in entrata: 20 °C Bulbo umido in entrata: 15 °C	3,9*	3,4
Aria/Acqua (Potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW)	Bulbo secco in entrata: 7 °C Bulbo umido in entrata: 6 °C	Bulbo secco in entrata: 30 °C Bulbo umido all'entrata: 35 °C	4,1	3,8
Aria/Acqua (Potenza termica utile riscaldamento > 35 kW)	Bulbo secco in entrata: 7 °C Bulbo umido in entrata: 6 °C	Bulbo secco in entrata: 30 °C Bulbo umido in entrata: 35 °C	3,8	3,5

*Per i soli sistemi di tipo rooftop il COP minimo è pari a 3,2. Sistemi rooftop: unità monoblocco per la ventilazione e la climatizzazione invernale ed estiva (riscaldamento, raffrescamento e controllo dell'umidità relativa) di edifici di dimensioni tipicamente medie e piccole, che concentrano in un unico involucro la sezione di ventilazione e di trattamento dell'aria, i recuperatori di calore, e la sezione con circuito frigorifero reversibile a PdC).

Figura 3 – Indici di prestazione minimi incentivabili per PdC elettriche.

Nel caso di pompe di calore elettriche (o a gas) dotate di **variatore di velocità** (inverter o altra tipologia), i pertinenti valori di cui in Figura 3 sono **ridotti del 5%**.

Elementi base per il dimensionamento di una PdC

La scelta della giusta taglia della pompa di calore (ovvero della giusta potenza) deve basarsi sull'analisi dei **fabbisogni sia durante il periodo invernale che durante il periodo estivo** (se la si intende utilizzare anche per il raffrescamento). Ovviamente è impossibile scegliere esattamente la potenza necessaria, in quanto questa è variabile anno per anno, in funzione di numerosi elementi. Si deve quindi definire una dimensione statisticamente accettabile e rappresentativa delle condizioni medie di esercizio nelle quali la PdC si troverà a lavorare.

Infatti, ad esempio, nel caso in cui si scelga una PdC con potenze tanto elevate da poter garantire certi livelli di efficienza, anche con le condizioni climatiche più rigide, si corre il rischio (altamente probabile) di sfruttare il suo massimo potenziale solo per pochi giorni all'anno, trovandosi, per il resto del tempo, una **macchina sovradimensionata**. Bisogna inoltre ricordare che questa tecnologia lavora al meglio se fatta funzionare alle **basse temperature e in modalità continua**, quindi nel caso in cui si decida di installare una PdC sovradimensionata, pensando di impiegare meno tempo per riscaldare la casa, la pompa di calore si troverà a lavorare ad alte temperature, con conseguente aumento dei consumi.

Se invece si installasse una PdC con potenze troppo basse, si avrebbe sicuramente un risparmio iniziale (dovuto al minore prezzo della PdC, direttamente proporzionale alla potenza della stessa), ma si rischierebbe di non riuscire a soddisfare le proprie esigenze di comfort durante i mesi invernali (**PdC sottodimensionata**).

L'obiettivo principale di una pompa di calore è quello di **compensare le perdite o gli apporti di calore (rispettivamente nel periodo invernale ed estivo)** che si verificano all'interno dell'edificio.

Le **perdite termiche** avvengono sostanzialmente a livello di involucro edilizio, e ce ne sono di diverse tipologie:

- Attraverso l'involucro opaco (pareti, pavimenti, copertura...);
- Attraverso i serramenti;
- In prossimità dei ponti termici;
- Perdite dovute alla ventilazione naturale.

Gli **apporti** sono invece dovuti alla **radiazione solare entrante in ambiente e alle sorgenti di calore interne** all'ambiente stesso (persone e animali a causa della loro attività metabolica, computer, attività di cucina, bagno...).

Oltre queste dispersioni e apporti, si devono tenere anche in considerazione le perdite che si hanno in corrispondenza delle diverse componenti del sistema impiantistico: **perdite di distribuzione, regolazione ed emissione**.

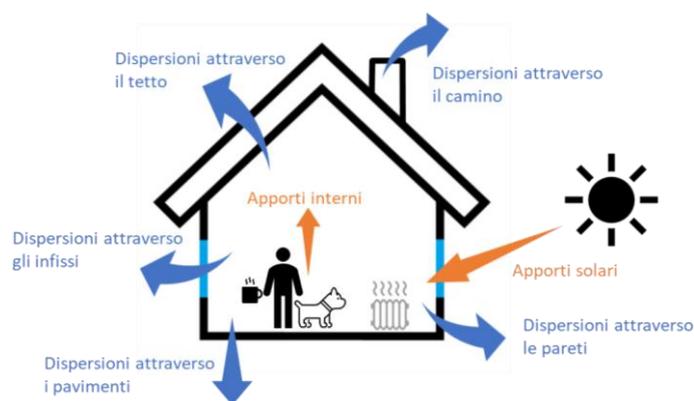


Figura 4 – *Dispersioni e apporti termici.*

Il **metodo rigoroso e dettagliato per la valutazione del fabbisogno di energia** (termica e primaria) di un edificio è illustrato nella **serie di norme tecniche UNI/TS 11300**, in particolare:

- **UNI/TS 11300-1:2014** “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”. La specifica tecnica fornisce dati e metodi per la determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale. La specifica tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per umidificazione e per deumidificazione. La specifica tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008: calcolo di progetto (*design rating*), valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (*asset rating*) o in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (*tailored rating*).
- **UNI/TS 11300-3:2010** “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva. La specifica tecnica fornisce dati e metodi per la determinazione:- dei rendimenti e dei fabbisogni di energia dei sistemi di climatizzazione estiva;- dei fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione estiva. La specifica tecnica si applica unicamente ad impianti fissi di climatizzazione estiva con macchine frigorifere azionate elettricamente o ad assorbimento. La specifica tecnica si applica a sistemi di nuova progettazione, ristrutturati o esistenti: per il solo raffrescamento; per la climatizzazione estiva. La specifica tecnica non si applica ai singoli componenti dei sistemi di climatizzazione estiva per i quali rimanda invece alle specifiche norme di prodotto.

- **UNI/TS 11300-4:2016** “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”. La specifica tecnica calcola il fabbisogno di energia per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso vi siano sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili trattata nella UNI/TS 11300-2. Si considerano i seguenti sottosistemi per produzione di energia termica e/o elettrica: impianti solari termici; generatori a combustione alimentati a biomasse; pompe di calore; impianti fotovoltaici; cogeneratori. Sono inoltre considerate le sottostazioni di teleriscaldamento.

Queste procedure di calcolo sono opportunamente implementate nei software di simulazione energetica, i quali, se correttamente utilizzati, sono ovviamente in grado di fornire indicazioni sulla potenza di installazione necessaria. Tuttavia, qualora non fosse possibile ricorrere a una simulazione di questo tipo, si può comunque ottenere una buona stima del dimensionamento della PdC tramite l'**Attestato di Prestazione Energetica (APE)** dell'immobile in esame (ottenuto comunque attraverso i software di simulazione).

Dimensionamento tramite APE (riscaldamento)

Gli **Attestati di Prestazione Energetica (APE)**, purtroppo, non sono sempre redatti adeguatamente, ma in questa sede supponiamo che i dati contenuti all'interno degli APE siano affidabili. Tra questi si trovano i due seguenti indici, fondamentali per procedere con il dimensionamento:

- **EP_{H,nd}** [kWh/m² anno]: **fabbisogno di energia termica utile dell'involucro nel periodo invernale;**
- **EP_{C,nd}** [kWh/m² anno]: **fabbisogno di energia termica utile dell'involucro nel periodo estivo.**

Questi non dipendono dall'impianto ma il loro valore dipende strettamente dal rapporto apporti/dispersioni dell'edificio.

Qualora la certificazione a disposizione fosse un Attestato di Certificazione Energetica (ACE), gli indici corrispondenti sono rispettivamente: ET_H e ET_C [kWh/m² anno]. (Si ricorda che l'APE è stato introdotto in sostituzione dell'ACE il 4 giugno 2013 con il D.L. n.63 come convertito, con modificazioni, dalla L. 3 agosto 2013, n. 90).

S supponga di voler fare il dimensionamento in regima invernale.

Oltre agli indici sopra indicati, è necessario conoscere:

- **Superficie utile (S_U [m²]):** superficie netta calpestabile degli ambienti climatizzati dell'edificio, al netto di tramezzi e muri esterni e comprensiva delle soglie delle porte e degli spazi al di sotto dei terminali di emissione. Il dato è disponibile nel progetto dell'abitazione, o all'interno dell'APE.
- **Gradi Giorno (GG)** di una località: la somma sui giorni della stagione di riscaldamento, delle differenze tra la temperatura interna di progetto (T_i [°C]) convenzionalmente pari a 20 °C) e la temperatura media esterna della singola giornata. Il dato è disponibile nell'**Allegato A al D.P.R. 412/93** e successive revisioni (ogni Comune italiano, elencato nel suddetto allegato, ha attribuito un codice identificativo, a cui corrisponde una specifica **zona climatica** e il numero di **Gradi Giorno**).
- **Temperatura esterna di progetto (T_e [°C]):** temperatura esterna minima per una certa località alla quale il generatore di calore sia in grado di fornire l'energia termica sufficiente a mantenere la temperatura interna stazionaria. Il dato è disponibile, per i Comuni capoluogo, consultando la norma **UNI 5364:1976** “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo”.
- **Ore giornaliere di funzionamento (H [h]):** gli orari giornalieri massimi di funzionamento del riscaldamento. Sono definiti, in funzione della zona climatica, dal **D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74**.

Una volta noti tutti questi dati sarà possibile effettuare stimare la **potenza termica nominale** [W] della PdC utilizzando la formula seguente:

$$P_{nominale} = \frac{EP_{H,nd} \cdot S_U \cdot (T_i - T_e)}{GG \cdot H}$$

Come scritto in precedenza, gli orari giornalieri massimi di funzionamento dell'impianto di riscaldamento sono definiti per legge. Si ritiene comunque interessante far notare che le ore di funzionamento della PdC non potranno mai essere pari a 24, perché intervengono due ulteriori modalità funzionamento che interrompono il riscaldamento:

- Reintegro del serbatoio di accumulo per la produzione di ACS (eventuale);
- Cicli di sbrinamento.

È comunque possibile fare un'analisi simile su tempi di funzionamento più lunghi rispetto a quelli definiti per legge (ma comunque minori di 24 ore), in modo da avere un'idea indicativa sulla potenza termica utile minima (non nominale!) della pompa di calore necessaria all'abitazione in esame.

Aria – aria o aria – acqua? Come scegliere

Gli elementi base per la scelta di una tipologia di PdC piuttosto che un'altra, sono fondamentalmente: clima, potenze richieste e costi. I costi, a loro volta dipendono dalla potenza installata e dal tipo di installazione scelto.

Si pensi che, come ordine di grandezza, una pompa di calore aria-aria (per uso domestico, con potenza nominale minore di 35 kW) ha prezzi che variano tra i 3.000 e i 6.000 €, mentre la tipologia aria-acqua si trova a partire da 5.000, per raggiungere anche i 10.000 €.

Pompe di calore aria - aria

La principale criticità delle PdC aria-aria è la sensibilità alla temperatura dell'aria esterna. Quando le temperature esterne scendono sotto lo zero, anche le sue prestazioni si riducono drasticamente, fino ad arrivare allo **spegnimento per temperature minori di – 10 °C**. Questo perché il fluido all'interno dei tubi ha una temperatura inferiore a quella dell'aria dalla quale deve prelevare il calore, e quando la temperatura esterna raggiunge temperature così basse, la condensa che questa differenza di temperatura produce, si trasforma in ghiaccio.

Inoltre, queste PdC devono essere abbinata ad un **sistema diverso per la produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS)**. Al loro costo iniziale, più basso rispetto ai sistemi aria-acqua, va quindi aggiunto quello da sostenere per l'installazione di un sistema di generazione per l'ACS (se non già presente nell'edificio).

Pompe di calore aria - acqua

Anche le PdC aria-acqua risentono negativamente delle basse temperature, ma sono meno sensibili. Sono inoltre disponibili con **potenze maggiori**, e consentono la **simultanea produzione di ACS**. Di conseguenza, sebbene abbiano un costo iniziale più elevato, non necessitano di generatori aggiuntivi per l'acqua calda sanitaria.

Se abbinati a sistemi di emissione a bassa temperatura, pannelli radianti, o eventualmente termoventilatori, il rendimento complessivo del sistema aumenta ulteriormente.

ATTENZIONE!

Le PdC sono abbinabili, in determinate condizioni, a sistemi di emissione a radiatori.

Per approfondire: <https://www.ingenio-web.it/30870-riqualificare-edifici-esistenti-sistemi-di-emissione-ad-alta-temperatura-e-pompe-di-calore-possono-coesistere>