

04 OTTOBRE 2021

#3 RUBRICA:
GLI IMPIANTI NEGLI EDIFICI NZEB

DALLA TEORIA ALLA PRATICA

Dott. Ing. Michele Vio



Rubrica: Gli impianti negli edifici NZEB: dalla teoria alla pratica

Solare termico o impianto fotovoltaico?

In questo terzo numero della rubrica sugli impianti per gli edifici NZEB, si chiude idealmente il ciclo dedicato all'energia solare, cercando di effettuare un confronto tra solare termico o impianto fotovoltaico. Tradotto in termini più pratici, la breve trattazione cerca di rispondere ad una domanda semplice: avendo dello spazio a disposizione, meglio riempirlo di pannelli solari termici, di pannelli fotovoltaici oppure un mix tra le due tecnologie?

La trattazione riguarda maggiormente l'aspetto energetico: quello economico è molto importante, ma presenta una serie di variabili complesse, difficilmente riassumibili in un paio di pagine.

Vale la pena di riportare in sintesi quanto detto nei due articoli precedenti:

- L'unica fonte rinnovabile disponibile ovunque è il sole: tutte le altre sono da considerarsi eccezioni legate alla località.
- Il sole ha una bassa energia specifica, per cui richiede grandi superfici per poter essere adeguatamente sfruttato.
- Il raggiungimento di un bilancio energetico stagionale pari a zero (tanto si produce le fonti rinnovabili, tanto si consuma) è, prima di tutto, legato alla disponibilità di spazi ove inserire gli impianti, perché le tecnologie esistono. Di conseguenza, l'oro nero dell'era NZEB sarà lo spazio disponibile: se c'è tutto diventa facile, altrimenti il consumo zero rimane un'utopia.

A quanto sopra, va aggiunto un'ulteriore considerazione: il sole, come molte delle altre fonti energetiche rinnovabili (vento, maree, idroelettrico) non è sempre disponibile. In particolare l'energia solare non è mai disponibile di notte ed è poco disponibile in inverno.

Confronto teorico tra impianti solari termici e impianti fotovoltaici

Gli impianti solari termici trasformano l'energia rinnovabile direttamente in calore, mentre gli impianti fotovoltaici la trasformano in energia elettrica. Di conseguenza, il confronto tra le due tecnologie ha un senso solamente quando si debba produrre energia termica.

A parità di irraggiamento solare per metro quadrato di superficie, la differenza sostanziale tra le due tecnologie la fanno i rendimenti dei sistemi solari e dei generatori.

Un pannello solare termico ha un rendimento di trasformazione variabile tra il 50% e 80%, a seconda della tipologia e delle condizioni di lavoro. Un pannello fotovoltaico, invece, ha un rendimento compreso tra il 12% e il 20%. Quindi, il rendimento di un sistema termico è circa 4 - 5 volte superiore a quello di un sistema fotovoltaico. Di conseguenza, se si producesse energia termica mediante una pompa di calore, questa dovrebbe teoricamente avere un COP stagionale superiore a un valore compreso tra 4 e 5 per risultare conveniente dal punto di vista energetico.

Un esempio aiuta a chiarire meglio il concetto. A Roma, un metro quadrato di impianto fotovoltaico standard, con rendimento elettrico pari al 14,4%, produce secondo le stime del JRC di Ispra 168,6 kWh all'anno. Il calcolo è semplice: un impianto da 1 kW di picco con quel rendimento ha una superficie di 7 m² e produce 1180 kWh all'anno.

Un metro quadrato di impianto solare termico con uguale orientamento (SUD con inclinazione 40%) produce 782,6 kWh di energia termica all'anno, se il rendimento termico medio è 65%. Quindi, il COP stagionale di pareggio della pompa di calore, per rendere il sistema fotovoltaico vantaggioso in termini di occupazione degli spazi è pari a $782,6/168,6 = 4,65$, uguale a sua volta al

rapporto tra i due rendimenti: se è superiore, il sistema fotovoltaico produce più energia gratuita a parità di spazio occupato, al contrario ne produce di più il sistema solare termico.

Se il rendimento dell'impianto solare termico fosse ancora superiore, il COP stagionale di pareggio della pompa di calore dovrebbe aumentare di conseguenza.

Messa così, sembrerebbe sempre vantaggioso utilizzare un impianto solare termico. Questa, però, è una visione parziale della realtà, per almeno due motivi.

- la produzione di energia degli impianti solari termici è fortemente influenzata dalle dimensioni degli accumuli

- la richiesta di energia termica è molto spesso contemporanea alla richiesta di energia frigorifera

Il rendimento dei sistemi solari termici al variare della superficie installata

Gli accumuli elettrici degli impianti fotovoltaici, di cui si è parlato nello scorso numero della rivista, non modificano il bilancio energetico nella sua globalità, ma solo la quota di energia autoconsumata dal produttore. Tutta l'energia autoprodotta da un impianto fotovoltaico può essere considerata utile, perché l'eventuale eccesso di produzione viene scaricato in rete, quando non è accumulato. Il contributo dell'accumulo elettrico è di fatto solo economico.

Non è così per gli accumuli dei sistemi solari termici, collegati solamente all'impianto dell'edificio dove sono installati e non ad una rete. La loro presenza diventa fondamentale per lo sfruttamento dell'energia prodotta gratuitamente. Il rendimento di un sistema solare termico è fortemente influenzato anche dalla temperatura dell'acqua prodotta: a parità di ogni altra condizione, più bassa è questa temperatura, più alto è il rendimento del sistema. Più grande è il volume dell'accumulo, più bassa è la temperatura dell'acqua del sistema e più alto è teoricamente il rendimento del sistema.

Tuttavia, per motivi principalmente di spazio e di costo, non è possibile eccedere con il volume degli accumuli termici negli impianti solari. Generalmente non si supera mai il valore di 55 litri per ogni metro quadrato di superficie di pannelli installata. Più elevata è la superficie del sistema, più si riduce il rendimento, perché aumenta la temperatura media annua all'interno del serbatoio e il numero delle ore in cui il sistema deve essere disattivato ed eventualmente deve essere smaltito l'eccesso di produzione termica.

La figura 1 mostra la percentuale di acqua sanitaria prodotta in funzione della superficie installata (curva rossa, scala di sinistra) da un sistema solare termico con pannelli sottovuoto a Roma, per un albergo con presenza media di 350 persone al giorno (energia annua termica richiesta per ACS 600 MWh). La figura mostra anche il rendimento annuo del sistema (curva blu, scala di destra).

Come si può notare, con una superficie di 200 m² il sistema copre poco più del 34% della produzione di acqua calda sanitaria (ACS), con un rendimento annuo del sistema pari al 78,7%. La copertura del 50% richiede una superficie di 330 m², con un rendimento sceso al 60% mentre il 100% di copertura si raggiunge con una superficie di 920 m² e un rendimento di poco inferiore al 50%.

Come conseguenza dell'abbassarsi del rendimento termico del sistema solare, si abbassa anche il COP di pareggio che deve avere una pompa di calore alimentata da un impianto fotovoltaico per produrre gratuitamente la stessa energia, a parità di superficie occupata dai pannelli solari, termici o fotovoltaici. La figura 2 mostra due grafici del COP di pareggio, uno in funzione della superficie installata e uno in funzione alla percentuale di copertura della ACS da parte del sistema solare termico. Con COP superiori a quello di pareggio conviene energeticamente occupare lo spazio con un impianto fotovoltaico, mentre con valori inferiori conviene utilizzare un impianto solare termico.

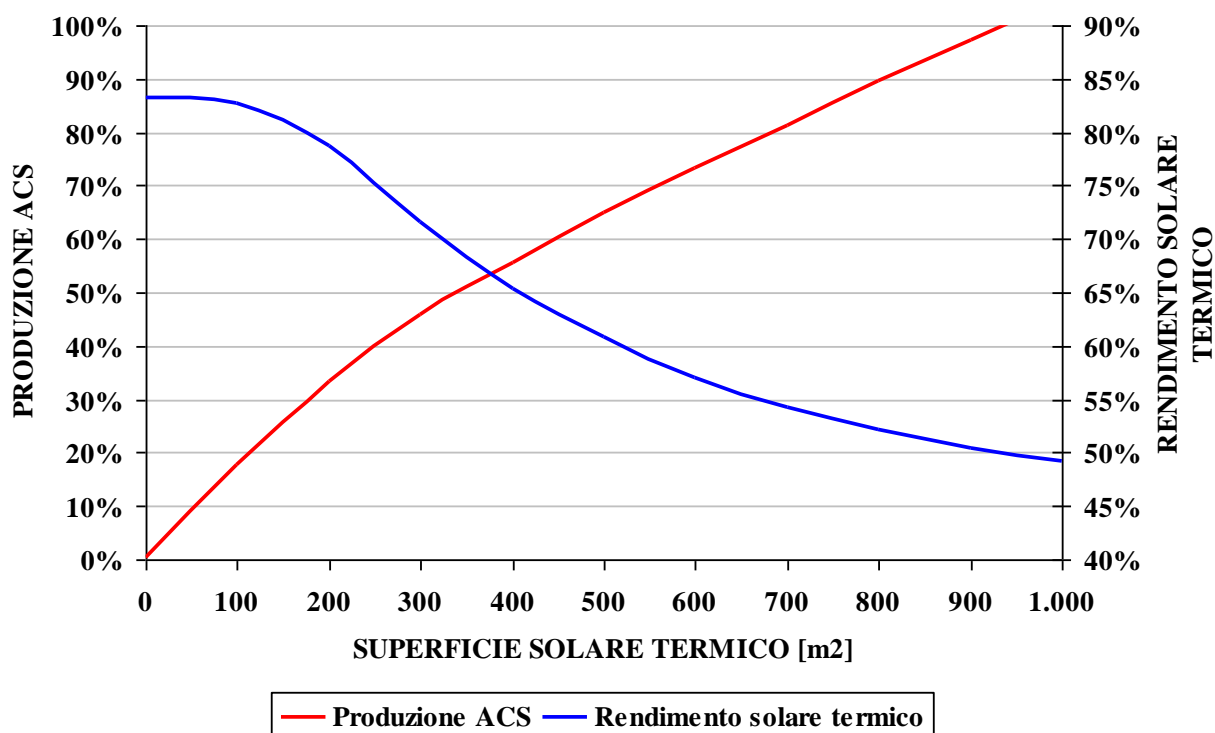


Figura 1: percentuale di copertura della produzione di ACS e rendimento del sistema termico per un albergo con presenza media di 350 persone al giorno a Roma

Come si può notare, il COP di pareggio è sempre superiore a 4,5 fino a quasi il 60% di copertura. Visto in questa logica, il sistema solare termico sembrerebbe spesso conveniente. La realtà è più complessa perché entra in gioco la contemporaneità di richiesta di energia frigorifera per la climatizzazione dei locali.

Contemporaneità di richiesta termica per ACS e frigorifera per la climatizzazione

Negli alberghi, ma anche nel residenziale, vi è molto spesso l'esigenza di produrre contemporaneamente energia termica per la produzione di ACS e frigorifera per la climatizzazione degli ambienti. Questa esigenza è tanto maggiore quanto più elevato è l'isolamento dell'edificio.

In questi casi è possibile sfruttare cicli frigoriferi a recupero totale, come le pompe di calore polivalenti oppure sistemi VRF a recupero, in grado di produrre contemporaneamente energia termica e energia frigorifera. In questi casi, il valore di riferimento non è più il COP, ma il TER (Total Energy Ratio), uguale alla somma dell'energia termica e frigorifera prodotta diviso per l'energia assorbita dai compressori. Il valore del TER è uguale a:

$$TER = 2 COP - 1$$

Se si ragiona in termini di TER, la convenienza del sistema fotovoltaico con circuiti frigoriferi a recupero totale appare più evidente.

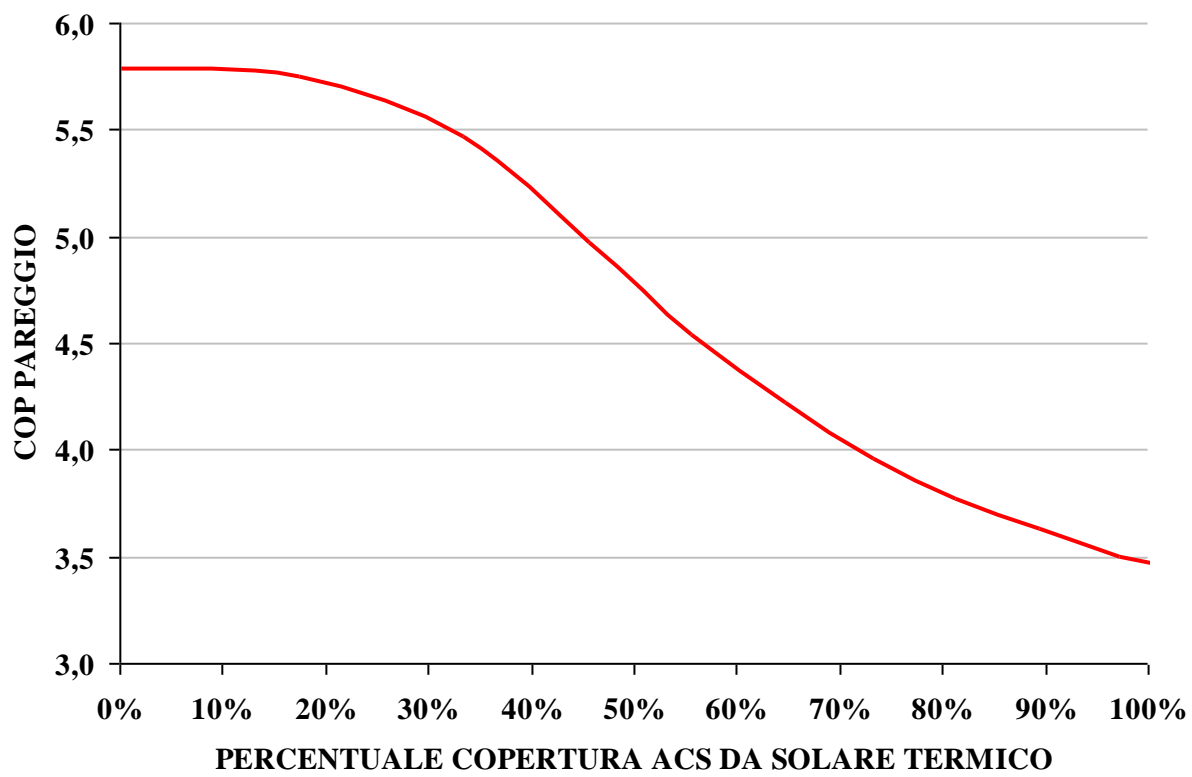
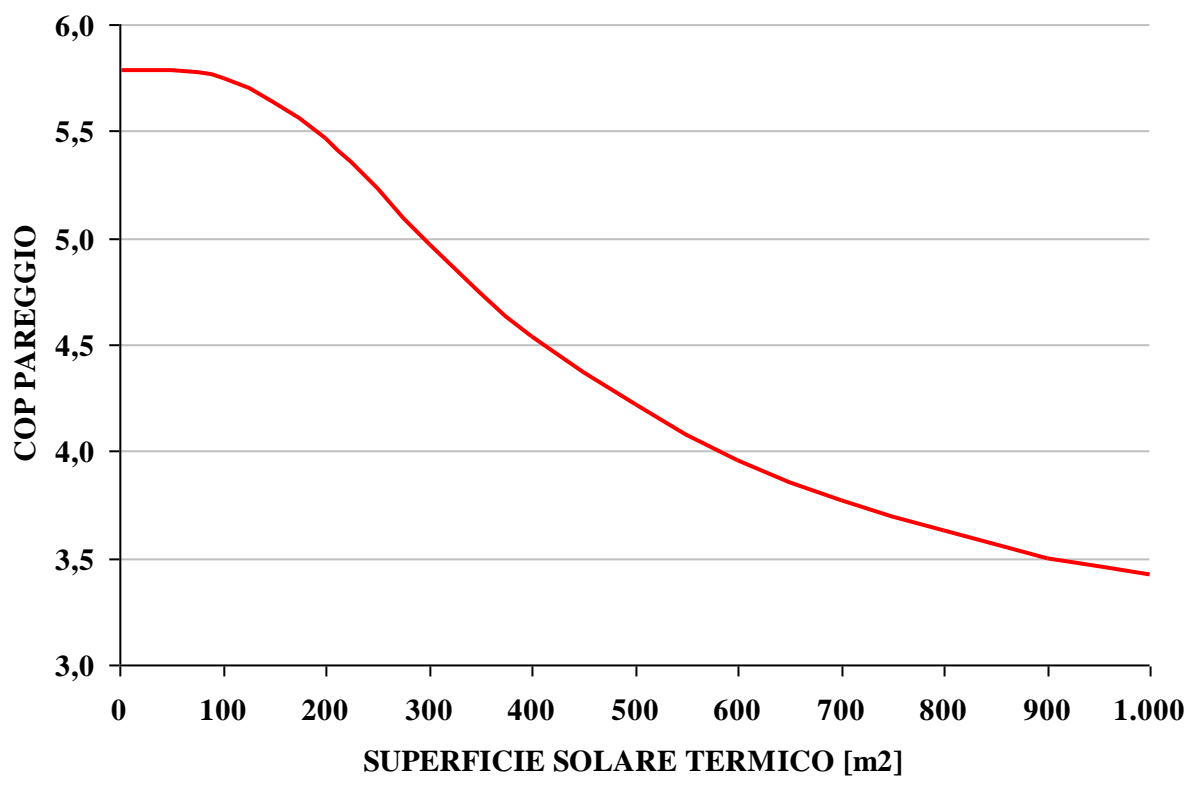


Figura 2: COP di pareggio in funzione della superficie di solare termico installata e della percentuale di copertura di ACS

Due nuovi parametri per misurare il consumo energetico

La scelta tra sistema fotovoltaico e solare termico va decisa di volta in volta, in funzione della tipologia di edificio, dei sistemi di generazione, della località d'installazione e di altri parametri, come spiega bene una ricerca da me condotta, assieme al Politecnico di Torino, per una casa costruttrice di gruppi frigoriferi italiana (Becchio et al. 2017).

La ricerca propone anche due nuovi indici energetici molto utili per misurare i consumi energetici degli edifici: la Superficie Fotovoltaica Equivalente e la Vicinanza allo Zero (Proximity to Zero). La logica di questi due indici è quello di indicare il consumo energetico di un edificio prendendo come ordine di misura le superfici occupate, in modo da rendere semplice il concetto anche chi non abbia dimestichezza con le unità di misura dell'energia, come gli utenti finali, i proprietari, gli amministratori di un edificio.

La Superficie Fotovoltaica Equivalente (descritta anche in Corgnati et al. 2017) rappresenta la superficie che dovrebbe avere un impianto fotovoltaico standard per portare a bilancio annuo zero il consumo dell'impianto o dell'intero edificio, a seconda di cosa si voglia misurare. Bilancio annuo zero significa che l'impianto, o l'edificio, consuma esattamente la stessa quantità di energia prodotta dal sistema fotovoltaico standard di riferimento.

Questo indice fornisce in valore assoluto la qualità energetica del sistema: minore è la superficie fotovoltaica equivalente, minore è il consumo di energia. Tuttavia, molto spesso non si riesce a installare la superficie richiesta, perché non c'è spazio disponibile. Inoltre, se si vuole installare anche un sistema solare termico, è logico che questo tolga spazio all'impianto fotovoltaico. Pertanto serve un secondo indice, la Vicinanza allo Zero (o Proximity to Zero, come è stata definita, essendo stata proposta la prima volta in un convegno internazionale). Questo indice mostra il rapporto tra superficie fotovoltaica realmente installata e superficie fotovoltaica equivalente: più il valore si avvicina al 100% più l'edificio è vicino allo zero.

La figura 3 mostra i valori di tale indice riferiti al consumo degli impianti in alberghi con occupazione media di 350 persone al giorno, isolamento termico dell'edificio secondo le leggi vigenti, in varie città europee, in funzione dell'utilizzo o meno di una parte di superficie di solare termico, nell'ipotesi che sia disponibile una superficie complessiva di 2.000 m² per l'installazione di fotovoltaico o solare termico. La figura considera tutti i consumi relativi agli impianti, pompe e ventilatori compresi.

Il diagramma mostra due casi di generatori distinti: caldaia + gruppo frigorifero o pompa di calore polivalente.

Nel primo caso, ovunque le curve hanno un massimo per cui è conveniente inserire una piccola quota di impianto solare termico di circa 100 m² in tutte le località, con la sola eccezione di Barcellona, città molto soleggiata, dove conviene installare un impianto solare termico ben maggiore.

Nel caso, invece, dell'utilizzo di pompe di calore polivalenti (o altri circuiti frigoriferi a recupero totale) questa convenienza non c'è nelle città meno soleggiate (Milano, Londra, Berlino) o è molto marginale in quelle più soleggiate (Barcellona, Roma, Bari).

Come detto in precedenza, le valutazioni fatte sono solamente energetiche: per quelle economiche è necessario effettuare studi approfonditi di volta in volta.

Ancora una volta, però, si è dimostrato quanto sia complesso arrivare davvero a un consumo energetico prossimo allo zero perché sono necessari spazi enormi molto spesso non disponibili.

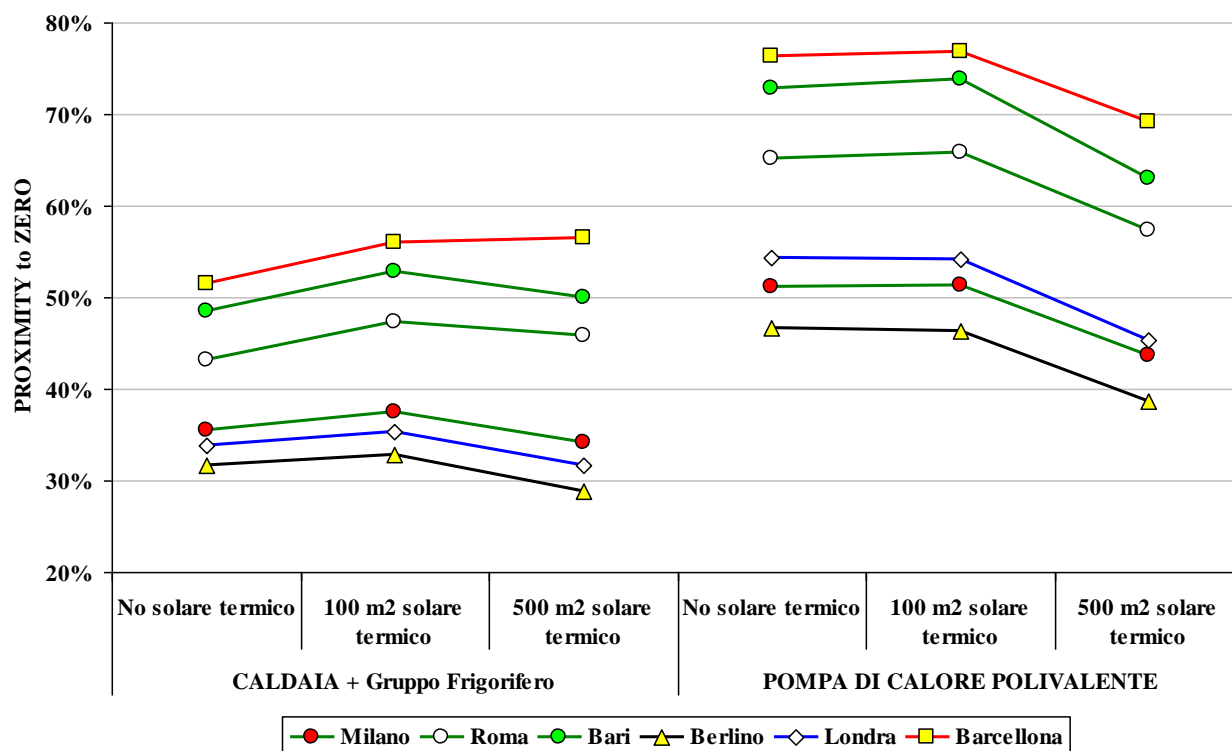


Figura 3: valori di proximity to zero per un albergo con 350 persone al giorno, in funzione della superficie di solare termico installato (valore riferiti ai soli impianti per una superficie complessiva di 2000 m² per l'installazione dei sistemi solari)

Bibliografia:

S. Corgnati, C. Becchio, M. Vio, M. Babuin, M. Ranieri: Efficienza energetica: impianti ad aria primaria vs. VAV, Aicarr Journal n. 42, gennaio 2017

C. Becchio – S. Corgnati – M. Vio – G. Crespi – L. Prendin – M. Ranieri: Toward NZEB by optimizing HVAC system configuration in different climates, atti 50^a convegno internazionale Aicarr, Matera 2017