

## **Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria: considerazioni energetiche, economiche ed ambientali**

### **PREMESSA**

Un impianto a collettori solari - "a pannelli solari termici" - converte la radiazione solare in energia termica per il riscaldamento dell'acqua. Si ricorda che ai sensi dell'*articolo 18* della legge Regione della Piemonte 13/2007, per soddisfare il fabbisogno energetico annuale di acqua calda sanitaria il proprietario (o chi ne ha titolo) in caso di nuova costruzione o ristrutturazione deve obbligatoriamente dotarsi di sistemi solari termici integrati nella struttura edilizia dimensionati in modo tale da coprire il 60% del fabbisogno<sup>1</sup>.

Il presente articolo si concentra sull'analisi in termini economici ed ambientali degli effettivi risultati conseguibili attraverso l'installazione di un impianto a pannelli solari termici destinato alla produzione di acqua calda sanitaria a servizio di un edificio di civile abitazione. Per semplicità, il calcolo è condotto nell'ipotesi di impiego di pannelli piani orientati verso sud con inclinazione pari a quella della superficie della falda della copertura. L'impianto solare è dotato di apposito circolatore in quanto si fa riferimento ad un'unità abitativa sita in Torino e prevede un serbatoio di accumulo installato all'esterno dei locali riscaldati (cantina). Sarà eseguito un confronto con diversi sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria al fine di comprendere quale sia l'intervento più vantaggioso in termini di costo unitario riferito a un kg di anidride carbonica per cui sia evitata l'immissione in atmosfera, di costo iniziale dell'investimento e di tempo di ritorno economico semplice.

Si consideri un alloggio che inizialmente sia provvisto di bollitore elettrico ad accumulo o, in alternativa, di un generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria di tipo B con pilota permanente.

Si prospettano quattro differenti tipologie di intervento:

1. sostituzione del boiler elettrico con un generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria di tipo C senza pilota;
2. dismissione del boiler elettrico e predisposizione di impianto costituito da scaldacqua di tipo C e sistema solare termico per la copertura del 60% del fabbisogno di acqua calda sanitaria;
3. rimozione dello scaldacqua di tipo B ed installazione di un generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria di tipo C senza pilota;
4. mantenimento dello scaldacqua di tipo B e installazione di impianto solare termico per la copertura del 60% del fabbisogno di acqua calda sanitaria.

Gli interventi sono schematizzati nella tabella di pagina seguente.

---

<sup>1</sup> [http://www.regione.piemonte.it/ambiente/energia/dwd/dgr\\_4511967.pdf](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/energia/dwd/dgr_4511967.pdf)











	SITUAZIONE INIZIALE (prima)	INTERVENTO (dopo)
1	 <p><i>boiler elettrico</i></p>	 <p><i>scaldacqua di tipo C</i></p>
2	 <p><i>boiler elettrico</i></p>	 <p><i>scaldacqua di tipo C + pannelli solari termici</i></p>
3	 <p><i>scaldacqua di tipo B</i></p>	 <p><i>scaldacqua di tipo C</i></p>
4	 <p><i>scaldacqua di tipo B</i></p>	 <p><i>scaldacqua di tipo B + pannelli solari termici</i></p>

Figura 1: schema semplificato dei casi analizzati

Avvalendoci della Norma UNI/TS 11300-2, calcoliamo il fabbisogno per un appartamento con una superficie di utile di 100 m<sup>2</sup>: nei quattro casi saranno necessari 153 litri di acqua calda al giorno, corrispondenti ad un **fabbisogno di energia termica utile annuale  $Q_{h,w}$  pari a 1.618 kWh**.

Per ogni sottosistema degli impianti di produzione di acqua calda sanitaria presi in considerazione nei quattro casi si determinano i rendimenti e le relative perdite di energia.

### **Perdite di erogazione**

Si assume in tutti i casi (boiler elettrico, scaldacqua di tipo B, scaldacqua di tipo C, scaldacqua di tipo C con pannelli solari termici, scaldacqua di tipo B con pannelli solari termici) il valore di rendimento di erogazione  $\eta_{w,er}$  pari a 0,95. Le perdite di erogazione  $Q_{l,er}$  sono considerate non recuperabili<sup>2</sup> ed ammontano a 85,2 kWh/anno. Non si prendono in conto fabbisogni di energia elettrica.

### **Perdita delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda sanitaria**

Per semplicità si fa riferimento alla condizione di assenza di ricircolo: nel caso di impianto costituito da scaldacqua di tipo C o B più pannelli solari termici ciò equivale a considerare un rendimento maggiore di quello reale.

In assenza di ricircolo è possibile utilizzare i coefficienti di perdita  $f_{l,w,d}$  del Prospetto 30 della Norma UNI/TS 11300-2: tali coefficienti consentono di determinare le perdite totali nel tempo in cui si ha circolazione di acqua calda in rete. In tutti i quattro i casi si assume un coefficiente di perdita  $f_{l,w,d}$  pari a 0,08 e un coefficiente di recupero  $f_{rh,w,d}$  uguale a 0,5 (sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76).

Il rendimento di ricircolo  $\eta_{d,w}$  ha un valore di 0,96 e le perdite per distribuzione  $Q_{l,d,w}$  ammontano a 71 kWh/anno.

Nel caso di impianto con scaldacqua di tipo C o B elioassistito occorre considerare anche l'energia elettrica  $Q_{PO,d,w}$  consumata dal circolatore elettrico corrispondente a 118 kWh<sub>el</sub>/anno.

### **Perdite di accumulo**

L'impianto per la produzione dell'acqua calda sanitaria può essere provvisto di un serbatoio di accumulo, all'interno del generatore di calore oppure all'esterno (in questo secondo caso il serbatoio è collegato al generatore di calore mediante tubazioni e pompa di circolazione).

Nel primo caso le perdite di accumulo sono comprese nelle perdite di produzione dell'apparecchio mentre nel secondo caso si hanno:

- perdite del serbatoio
- perdite del circuito di collegamento generatore – serbatoio

---

<sup>2</sup> Esempio di perdite recuperabili dal sottosistema distribuzione: le perdite termiche di una tubazione posta all'esterno del volume riscaldato sono completamente perse. Se, però, la tubazione si trova all'interno del volume riscaldato, parte delle perdite può contribuire a soddisfare il fabbisogno di calore per riscaldamento: tali perdite sono perciò considerate "recuperabili". Tuttavia solo una parte delle perdite recuperabili costituirà un effettivo beneficio, in relazione alla presenza o meno di un sistema di regolazione e dal rapporto guadagni/fabbisogni. Le perdite recuperate sono dedotte dalle perdite totali del sottosistema stesso.

Per quanto concerne il boiler elettrico, lo scaldacqua di tipo B e lo scaldacqua di tipo C non sono previsti serbatoi d'accumulo e le perdite energetiche risultano nulle.

L'impianto a pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria è dotato di serbatoio di accumulo di volume pari a 200 litri, ubicato in apposito locale tecnico al di fuori dell'ambiente riscaldato: le perdite ammontano a 200 kWh/anno.

### Perdite del circuito primario

Le perdite del circuito di collegamento serbatoio – generatore di calore sono trascurate in quanto si formula l'ipotesi che il serbatoio di accumulo dell'impianto a pannelli solari termici sia posto a distanza inferiore a 5 m dal campo di generazione e che le tubazioni di collegamento siano isolate.

### Perdite di generazione

Poiché nelle quattro situazioni la produzione di acqua calda sanitaria è realizzata con scaldacqua autonomi, si può fare riferimento ai valori forniti nel Prospetto 31 "Rendimenti convenzionali degli scaldacqua con sorgente interna di calore" della Norma UNI/TS 11300-2:

- per il bollitore elettrico ad accumulo si assume un rendimento stagionale pari a 0,75;
- il generatore a gas istantaneo per sola produzione ACS tipo B con pilota permanente presenta un rendimento stagionale uguale a 0,45;
- nel caso del generatore a gas istantaneo per sola produzione ACS tipo C senza pilota, il rendimento è pari a 0,80.

Ovviamente, in riferimento all'impianto scaldacqua di tipo C più pannelli solari termici si considera un rendimento stagionale con valore 0,8 mentre per il sistema scaldacqua di tipo B più pannelli solari termici il rendimento è 0,45.

Riassumendo, le perdite di generazione risultano:

			Boiler	Generatore a gas istantaneo per sola produzione ACS: tipo B con pilota permanente	Generatore a gas istantaneo per sola produzione ACS: tipo C senza pilota	Generatore a gas istantaneo tipo C copertura 40% + impianto solare termico copertura 60%	Generatore a gas istantaneo tipo B copertura 40% + impianto solare termico copertura 60%
<b>Perdite di generazione</b>	$Q_{l,gn,W}$	kWh	591,5	2.168,9	443,6	197,5	965,4
<b>Rendimento di generazione</b>	$\eta_{gn,W}$		75%	45%	80%	80%	45%

Figura 2: riassunto delle perdite e del rendimento di generazione dei sistemi

### Fabbisogno di energia elettrica

Lo scaldacqua di tipo B e quello di tipo C sono privi di circolatore e presentano perdite nulle mentre come sottolineato precedentemente l'impianto a pannelli solari termici è dotato di pompa il cui consumo annuo di energia primaria è di 257 kWh/anno.

Per il bollitore elettrico (considerando che le perdite per il circolatore sono pari a zero in quanto non presente) i consumi per la produzione di acqua calda sanitaria espressi in termini di energia primaria equivalgono a 5.143,7 kWh/anno.

### Fabbisogno di energia primaria

Nel periodo di calcolo prefissato il fabbisogno di energia primaria  $Q_{p,W}$  per la produzione di acqua calda sanitaria è dato da:

$$Q_{p,W} = Q_{gn,W} + Q_{aux,W} \cdot f_{p,el}$$

con:

$Q_{p,W}$  fabbisogno di energia primaria  $Q_{p,W}$  per la produzione di acqua calda sanitaria (kWh/anno);

$Q_{gn,W}$  fabbisogno di generazione (kWh/anno);

$Q_{aux,W}$  fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria (kWh<sub>el</sub>/anno);

$f_{p,el}$  fattore di conversione in energia primaria dell'energia ausiliaria elettrica<sup>3</sup>.

Nel caso di sistemi dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria il rendimento globale del sistema acqua calda sanitaria è dato da:

$$\eta_{g,W} = Q_{h,W} / Q_{p,W}$$

I valori sono riportati in tabella:

		Boiler elettrico	Generatore tipo B	Generatore tipo C	Generatore tipo C + impianto solare termico	Generatore tipo B + impianto solare termico
$Q_{p,W}$	kWh	5.143,7	3.943,5	2.218,2	454,9	1.222,8
$\eta_{g,W}$		31%	41%	73%	356%	132%

Figura 3: fabbisogno di energia primaria e rendimento globale dei sistemi

<sup>3</sup> Valore deliberato dall'Autorità dell'energia, in Tep/kWh<sub>el</sub> per l'anno in corso.

Nell'ipotesi che il gas naturale presenti un valore del potere calorifico inferiore<sup>4</sup> corrispondente a 9,58 kWh/Sm<sup>3</sup> ed un costo unitario<sup>5</sup> di 0,734 €/Sm<sup>3</sup> e che il prezzo dell'energia elettrica<sup>6</sup> sia uguale a 0,2093 €/kWh<sub>el</sub>, è possibile calcolare i tempi di ritorno economico degli interventi analizzati.

Si evince che:

a) **Situazione iniziale: boiler elettrico.**

**Soluzione adottata: installazione scaldacqua tipo C.**

E' possibile conseguire un risparmio annuo di 325 € circa, a fronte di una spesa di installazione pari a 1.000 € ca. Il tempo di ritorno economico è pari a 3 anni;

b) **Situazione iniziale: boiler elettrico.**

**Soluzione adottata: installazione scaldacqua tipo C con pannelli solari termici in grado di assicurare una copertura di fabbisogno pari al 60%.**

Il risparmio annuo ammonta a 455 € circa; l'esborso iniziale per l'installazione dell'impianto è di circa a 5.500 €<sup>7</sup> IVA compresa. Il tempo di ritorno economico è di 12 anni;

c) **Situazione iniziale: scaldacqua tipo B.**

**Soluzione adottata: installazione scaldacqua tipo C.**

Si ottiene un risparmio annuo pari a 132 € circa, a fronte di una spesa di installazione pari a 1.000 €: il tempo di ritorno economico è pari a 8 anni;

d) **Situazione iniziale: scaldacqua tipo B.**

**Soluzione adottata: mantenimento scaldacqua tipo B e installazione di pannelli solari termici in grado di assicurare una copertura di fabbisogno pari al 60%.**

Il risparmio annuo si attesta su 203 € circa, a fronte di una spesa di installazione pari a 4.500 €. Ne consegue che il tempo di ritorno economico (senza incentivi statali) è di 22 anni.

Dal confronto emerge che il tempo di ritorno economico semplice per l'utenza nel caso di installazione di impianti provvisti di pannelli solari termici è più elevato rispetto alla sostituzione dello scaldacqua di tipo B o del boiler elettrico con il solo generatore di Tipo C.

---

<sup>4</sup> Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria *STRALCIO DI PIANO PER IL RISCALDAMENTO AMBIENTALE E IL CONDIZIONAMENTO E DISPOSIZIONI ATTUATIVE DELLA LEGGE REGIONALE 28 MAGGIO 2007 N. 13 (DISPOSIZIONI IN MATERIA DI RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA) Articolo 21, lettere a), b) e q)* tratto dal Bollettino Ufficiale Regione Piemonte Parte I-II 4° supplemento al numero 31 – 7 agosto 2009

<sup>5</sup> Prezzo gas metano per utenza domestica 1 semestre 2009, *Eurostat code "large"* tratto da <http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/prezzigas.asp>

<sup>6</sup> Prezzo elettricità per utenza domestica 1 semestre 2009, *Household end-user "band - DC"* tratto da <http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/prezzielettricit.asp>

<sup>7</sup> per la fornitura e la posa dell'impianto solare termico si fa riferimento al valore tratto dall'opuscolo "L'energia di casa mia" Edizione aggiornata – febbraio 2010 a cura della Provincia di Torino: 4.500 € IVA inclusa. Per la fornitura e posa del generatore di tipo C si considera un esborso di 1.000 € IVA inclusa.

Lo stesso discorso vale anche per il costo iniziale dell'investimento: l'impianto solare termico presenta l'esborso maggiore: 5.500 € nella situazione b) e 4.500 € nello scenario d) a fronte di 1.000 € per lo scaldacqua di tipo C.



Riepilogando:

Situazione iniziale:	Boiler elettrico		Scaldacqua tipo B	
Tipo di intervento:	Scaldacqua tipo C	Scaldacqua tipo C + pannelli solari termici	Scaldacqua tipo C	Scaldacqua tipo B + pannelli solari termici
Costo intervento (€):	1.000	5.500	1.000	4.500
Risparmio annuo (€/anno):	325	455	132	203
Tempo ritorno economico semplice (anni):	3	12	8	22
<b>Risparmio annuale di CO<sub>2</sub> (kg)</b>	<b>813</b>	<b>1.154</b>	<b>345</b>	<b>532</b>

Figura 4: confronto economico e ambientale tra i sistemi analizzati

Se si ipotizza che l'installazione dei pannelli solari termici avvenga su un edificio esistente e possa beneficiare della detrazione di imposta lorda pari al 55%<sup>8</sup>, i tempi di ritorno economico diminuiscono, ma permangono comunque più elevati rispetto a quelli caratteristici dell'intervento di installazione del solo generatore di tipo C: 6,6 anni in caso di situazione iniziale con boiler elettrico, 10 anni se si affiancano i pannelli allo scaldacqua di tipo B.

Per quanto riguarda il costo per la collettività per ogni kg di CO<sub>2</sub> evitato in atmosfera<sup>9</sup> risulta:

<b>PRIMA: boiler elettrico</b> <b>DOPO: scaldacqua tipo C + pannelli solari</b> (vita utile impianto 20 anni)	detrazione 55% su esborso pannelli solari	0,13	€/kg CO <sub>2</sub>
<b>PRIMA: scaldacqua tipo B</b> <b>DOPO: scaldacqua tipo B + pannelli solari</b> (vita utile impianto 20 anni)	detrazione 55% su esborso pannelli solari	0,23	€/kg CO <sub>2</sub>
<b>PRIMA: scaldacqua tipo B o boiler elt</b> <b>DOPO: scaldacqua tipo C</b>	-	0	€/kg CO <sub>2</sub>

Figura 5: costi unitari per kg di anidride carbonica evitata

L'intervento che prevede l'installazione dello scaldacqua di tipo C non beneficia di alcuna agevolazione statale ed è pertanto il più conveniente in termini di oneri a carico della collettività. Nel caso di predisposizione di impianto solare termico, i costi per ogni kg di anidride carbonica evitato in atmosfera sono invece pari a 0,13 €/kg CO<sub>2</sub> (se si sostituisce

<sup>8</sup> La legge 13 dicembre 2010, n. 220 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" (legge di stabilità 2011), pubblicata sul S.O. n. 281 alla G.U. n. 297 del 21/12/2010 proroga a tutto il 2011 gli incentivi già vigenti sul 55%, inserendo la novità che quanto speso nel 2011 sarà detraibile al 55% in 10 anni, anziché in 5 come in precedenza. Tutto il resto rimane inalterato.

<sup>9</sup> A titolo di esempio si consideri che il costo per lo Stato (detrazione 55%) per ogni kg di CO<sub>2</sub> evitato in caso di installazione caldaia a condensazione + valvole termostatiche risulta 0,15 €/kWh

il boiler elettrico con pannelli più scaldacqua di Tipo C) oppure 0,23 €/kg CO<sub>2</sub> se si affiancano i pannelli al precedente generatore di tipo B.

## Conclusioni

Sono state analizzate differenti situazioni impiantistiche per la produzione di acqua calda sanitaria (boiler elettrico e scaldacqua di Tipo B) e sono state prese in esame due possibili soluzioni migliorative: installazione di uno scaldacqua di Tipo C oppure montaggio di impianto a pannelli solari termici.

I risultati, ottenuti applicando la Norma UNI/TS 11300-2, evidenziano che l'installazione di un generatore di tipo C presenta un minor costo iniziale d'investimento, un periodo di ritorno economico semplice più breve e costo unitario per kg di anidride carbonica nullo per la collettività.

Per contro, l'impianto a pannelli solari termici è caratterizzato da un elevato esborso iniziale a carico dell'utente, da tempi di ritorno economico più lunghi (sia in caso di assenza di incentivi sia nell'eventualità di beneficiare della detrazione del 55%) e da costi per l'evitata immissione di anidride carbonica in atmosfera sicuramente non trascurabili.

Inoltre occorre tener presente che non sempre le falde delle coperture sono adatte ad ospitare un impianto solare termico in condizioni ottimali, a causa della presenza di ombreggiamenti, della mancanza di spazio, di eventuali difficoltà ad eseguire collegamenti con l'impianto esistente.

*Per contatti e ulteriori informazioni:*

[www.firmaenergetica.it](http://www.firmaenergetica.it)

[info@firmaenergetica.it](mailto:info@firmaenergetica.it)

ci trovi su Facebook sul gruppo "Firma Energetica"