

SOLARE TERMICO

INTRODUZIONE

Il solare termico è una tecnologia usata, ormai da decenni, per la produzione dell'acqua calda sanitaria (acs) e/o per il riscaldamento degli ambienti (in casi particolari per essiccazione, sterilizzazione, dissalazione). Le applicazioni più comuni sono relative ad impianti per acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e piscine; sono in aumento casi di utilizzo nell'industria, nell'agricoltura e per la refrigerazione solare. La fonte energetica di cui si avvale tale tecnologia è l'energia solare, ovvero l'energia radiante sprigionata dal Sole per effetto di reazioni nucleari (*fusione dell'idrogeno*) e trasmessa alla Terra (ed in tutto lo spazio circostante) sotto forma di radiazione elettromagnetica.

Le radiazioni elettromagnetiche sono composte da fotoni, ovvero da particelle elementari elettricamente neutre e caratterizzate da una duplice natura: materiale e ondulatoria. In base alla lunghezza d'onda delle radiazioni si distinguono onde radio (dell'ordine delle centinaia di metri), microonde, infrarossi, luce visibile, ultravioletti raggi X e raggi gamma.

STORIA

La costruzione del primo pannello solare per scaldare l'acqua pare sia riconducibile allo scienziato svizzero Horace Benedict de Saussure il quale visse nel diciottesimo secolo. Inizialmente il pannello solare era costituito da una semplice scatola di legno coperta da un vetro sulla parte superiore (zona esposta al sole) con la base di colore nero, capace di assorbire la radiazione solare termica e intrappolata all'interno della scatola stessa. Grazie ad un locale "effetto serra" e alla scarsa dispersione, dovuta alle caratteristiche termiche del legno, (buon isolante termico) il fluido all'interno della scatola raggiungeva temperature di circa 87 °C.

Nel 1861, lo scienziato francese Auguste Mouchout brevettò il primo motore funzionante grazie all'energia solare e continuò a perfezionarlo nel ventennio successivo. Napoleone III, favorevolmente impressionato dall'invenzione, decise di erogare finanziamenti al fine di realizzare un motore solare su scala industriale. L'inventore, dopo aver realizzato un concentratore a forma di tronco di cono, dotato di una superficie captante di circa 20 m², riuscì a far produrre al suo motore poco più di 1 kW.

Ulteriori invenzioni di notevole rilevanza tecnica furono riconducibili a Mouchout ma, a causa del basso prezzo del carbone, registrato nell'ultimo ventennio del XIX secolo, furono oggetto di insuccessi di natura economica.

Altri successi scientifici nel campo del solare termico si ebbero nel 1878 grazie all'Inglese William Adams il quale cominciò la costruzione della prima torre a concentrazione solare. Poco prima, negli Stati Uniti, l'ingegnere John Ericsson, aveva inventato il primo concentratore parabolico solare.

Il primo sistema commerciale per la produzione di acqua calda fu brevettato dall'Americano Clarence Kemp nel 1891. Già nel 1897 un terzo delle case di Pasadena, in California, erano dotate di dispositivi solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Dal 1920 in poi si diffuse, nelle regioni maggiormente soleggiate degli Stati Uniti, come Florida e California, il cosiddetto "day and night water heater", che era in grado di fornire acqua calda durante tutto il giorno (era un sistema a circolazione naturale in cui l'acqua veniva accumulata in un serbatoio posto più in alto dei collettori piani). Pochi anni dopo, intorno al 1935, fu realizzato il primo edificio in cui l'impianto di riscaldamento utilizzava una serie di collettori solari per ottenere il fluido scaldante.

Negli anni '50 gli scaldacqua solari si diffusero grazie all'introduzione di sistemi più efficienti; i dati relativi a quegli anni parlano di 250.000 piccoli impianti in Giappone, 50.000 negli Stati Uniti (Florida e California soprattutto) ed un discreto numero in Australia, Israele e Sud Africa.

Un nuovo forte impulso allo sviluppo di questa tecnologia fu dato dalla crisi petrolifera degli anni '70.

Nell'ultimo decennio si è assistito ad un forte sviluppo del solare termico in virtù delle migliorate prestazioni di tali impianti, di una raggiunta maturità ambientale in molti paesi industrializzati e del fondamentale intervento dei loro governi per lo sviluppo di tale tecnologia.

Attualmente i sistemi solari per scaldare l'acqua sono in genere utilizzati per gli usi domestici, per il riscaldamento degli ambienti e per il riscaldamento dell'acqua delle piscine.

Gli impianti per uso domestico (famiglia tipo: 4 utenti) sono in media di 4-6 m², con serbatoio di 150-300 litri, che consentono di produrre acqua calda a "bassa" temperatura (55-65 °C). L'energia disponibile (alle nostre latitudini) alle utenze nelle ore equivalenti di insolazione media, è dell'ordine di 1,5-3,5 kWh per ogni m² di superficie del collettore.

Nei paesi in cui la ricerca è più avanzata, in aggiunta agli impianti di tipo unifamiliare, sono stati realizzati a scopo dimostrativo o nell'ambito di programmi comunitari sovvenzionati, impianti a collettori solari piani centralizzati, i quali aprono nuove prospettive di applicazione di questa tecnologia.

In Germania, impianti fino a 3.500 m², con serbatoi per l'acqua calda di alcune centinaia di m³, sono stati installati per il riscaldamento di appartamenti, di alberghi, di impianti sportivi e di aziende manifatturiere, con sistemi di distribuzione e conteggio del calore,.

Di particolare interesse sono gli impianti per il riscaldamento dell'acqua delle piscine (possono fornire fino al 100% delle necessità termiche delle piscine) poiché, realizzati in genere con pannelli in polipropilene, sono i più semplici da installare e possono ripagarsi anche in un anno e mezzo.

Recenti applicazioni "ibride" riscaldano il fluido vettore utilizzando il retro di pannelli fotovoltaici, ottenendo anche il risultato di abbassare la temperatura di questi ultimi, con beneficio per la loro efficienza.

Infine, la disponibilità di nuove tecnologie per la costruzione di edifici (per esempio i nuovi materiali isolanti termicamente e trasparenti alla luce) sta aprendo anche la strada alla possibilità di utilizzare i pannelli solari nella climatizzazione invernale e estiva di abitazioni e edifici. A Friburgo, il Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems sta sperimentando da anni un nuovo tipo di abitazione climatizzata tutto l'anno solo con l'energia solare.

I PANNELLI SOLARI IN ITALIA

In Italia, le prime ricerche sistematiche per il riscaldamento solare dell'acqua furono effettuate agli inizi degli anni '60 dal Politecnico di Milano nell'ambito di un programma finanziato dal CNR che comprendeva la sperimentazione di diverse tipologie di impianto a Cortina d'Ampezzo. I primi modelli di scaldacqua solari commerciali iniziarono a diffondersi intorno al 1975. Agli inizi degli anni '80 l'ENEL promosse una campagna per l'installazione nel nostro paese di 100.000 m² di collettori solari i quali, tuttavia, in assenza di riferimenti normativi per la loro produzione e installazione, non ebbero il successo previsto. Oggi la diffusione dei collettori solari sta avendo un nuovo momento di slancio, grazie a programmi di incentivazione a carattere nazionale e regionale. In Italia, l'esperienza di maggior rilievo nel solare termico è stata realizzata agli inizi degli anni ottanta con la costruzione della più grande centrale solare del mondo presso Adrano in provincia di Catania. L'impianto, chiamato Eurelios, è costituito da una torre centrale alla sommità della quale è posta la caldaia riscaldata dalla radiazione riflessa da un campo di specchi.

La centrale ha la potenza di 1 MW.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

La tecnologia utilizzata nel settore solare-termico, ha raggiunto una maturità ed affidabilità tali da attestare il sistema di riscaldamento dell'acqua con energia solare tra quelli più efficaci e razionali. La radiazione solare, nonostante la sua scarsa densità (che raggiunge 1 kW/m² solo nelle giornate di cielo sereno), resta, infatti, la fonte energetica più abbondante e pulita sulla superficie terrestre.

La tecnologia del solare termico consente di trasformare direttamente l'energia associata alla radiazione solare in energia termica. Essa sfrutta i principi basilari della termodinamica che si specificano nella trasmissione del calore da un corpo "caldo" ad uno "freddo". Nel caso specifico il

corpo caldo è il sole che irraggia energia nello spazio circostante ed il corpo freddo è il fluido che scorre all'interno del pannello, dando luogo ad un sistema che funziona senza l'uso di alcun combustibile. La radiazione solare incidente viene utilizzata per riscaldare un fluido (acqua, aria o soluzioni di vario calore specifico) che può circolare in scambiatori di calore o direttamente in tubazioni e corpi radianti posti nei locali da riscaldare o per far evaporare le sostanze volatili che vengono utilizzate nei cicli di refrigerazione.

I metodi per raccogliere l'energia solare sotto forma di energia termica sono due:

- 1) con concentrazione, mediante specchi o lenti che riflettono la radiazione verso pannelli o caldaie per l'utilizzo diretto dell'acqua calda o per la produzione di vapore da convogliare ad una turbina;
- 2) senza concentrazione, mediante pannelli applicati o integrati nelle chiusure degli edifici (pareti, tetti, parapetti ecc.).

Per le applicazioni su piccola scala (quelle residenziali), per economicità e semplicità di gestione, si raccoglie l'energia solare direttamente su pannelli fissi opportunamente orientati.

Di tutta l'energia solare che investe un pannello solare sotto forma di radiazione luminosa e termica, solo una parte viene convertita in energia termica (energia utile), la restante parte viene dispersa sotto forma di calore trasmesso dal pannello all'ambiente circostante (per questo motivo è necessario porre un' adeguato isolamento termico al di sotto del pannello).

Nell'ultimo decennio il rendimento dei pannelli solari è aumentato del 30 %, rendendo le varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive.

L'applicazione più comune è il collettore solare termico utilizzato per scaldare acqua sanitaria. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a 45÷60 °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno, la cui efficienza varia in base alla variabilità delle condizioni climatiche e con la tipologia di collettore tra il 30 % e 80%.

CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI SOLARI

In base alla temperatura di esercizio del fluido termovettore, gli impianti si classificano nel seguente modo:

- *Solare termico a bassa temperatura (BT)* - Le tecnologie a bassa temperatura comprendono i sistemi che usano un collettore solare (pannello solare) per riscaldare un liquido o l'aria. Lo scopo è captare e trasferire energia solare per produrre acqua calda o riscaldare gli edifici. Con la denominazione "bassa temperatura" ci si riferisce a fluidi scaldati al di sotto dei 100 °C (raramente si può arrivare a 120 °C).
- *Solare termico a media Temperatura (MT)* - La più comune tra le applicazioni della conversione a media temperatura è rappresentata dai forni solari. Essi sono dispositivi che richiedono la concentrazione dei raggi solari per raggiungere temperature maggiori di 250 °C. In Italia riguardano una nicchia di mercato relativa all'hobbistica, mentre possono avere buone applicazioni nei Paesi ove la scarsità di risorse energetiche è un problema quotidiano. Altre applicazioni di questo tipo possono essere legate al calore di processo industriale, ma non sono molto diffuse.
- *Solare termico ad alta temperatura (AT)* - Detto anche "solare termodinamico", maggiormente utilizzato per la produzione di elettricità. Il fluido caldo che si ottiene viene usato per far muovere una turbina a vapore e produrre quindi energia elettrica.

Le tecnologie ad alta temperatura più utilizzate sono: gli specchi parabolici lineari, le torri solari ed i sistemi a concentratori parabolici indipendenti.

Generalmente in queste centrali il fluido viene portato allo stato di vapore dal calore raccolto sulla sommità di una torre posta al centro di un campo di specchi oppure all'interno di condotti che percorrono la linea del fuoco di specchi concentratori parabolici. Successivamente il fluido si

espande evolvendo in un impianto turbo-vapore simile a quelli utilizzati nella generazione termoelettrica tradizionale.

Impianti con collettori parabolici puntuali o a disco sono stati sviluppati in Germania, Stati Uniti, Israele e Australia. I recenti sviluppi tecnologici fanno prevedere un rilancio applicativo di questa tecnologia sia per la generazione di energia elettrica, sia per la produzione di calore di processo per l'industria chimica.

MERCATO E COSTI DEL SOLARE TERMICO MONDIALE

Nel mondo sono installati oltre 30 milioni di metri quadri di pannelli solari di cui oltre 6 milioni nell'Unione europea.

In Italia l'applicazione dei pannelli solari per scaldare l'acqua può essere ancora molto potenziata. Nel 2000 sono stati installati circa 25.000 m², molto pochi anche rispetto a paesi più freddi (per esempio l'Austria) ma più sensibili a questioni economico ambientali.

Il parco del solare termico in Italia è, al 2000, di circa 350.000 m² (circa 6 m² di pannelli solari ogni 1.000 abitanti), l'utilizzo maggiore è dovuto all'utenza domestica, ad impianti di prevalente utilizzo estivo ed alle piscine.

Per quanto riguarda i costi, il costo di un pannello solare al metro quadro è, in realtà, poco indicativo poiché il vero costo deve essere correlato alla quantità di acqua calda prodotta in un anno. Una famiglia di 4 persone che consuma 50÷60 litri di acqua calda a persona ogni giorno, per un totale di 80÷100 mila litri annui spende circa 500 euro per riscaldare l'acqua con energia elettrica e 350 euro se la scalda con caldaia a metano. Se l'impianto solare integra la caldaia per un 60÷70% il risparmio annuo oscilla tra 250 e 350 euro ed in 5 anni si ammortizza una spesa di circa 1500 euro. Le agevolazioni statali consentono, inoltre, di detrarre dalle tasse parte delle spese di acquisto e di installazione.

PARAGONE CON ALTRE FONTI

L'energia solare presenta caratteristiche molto interessanti: è molto diffusa (anche se ha una bassa densità, raggiungendo in media 1 kW/m² solo nelle giornate di cielo sereno), è "silenziosa", non è inquinante e permette di ottenere immediatamente un fluido caldo che può essere usato per i più svariati scopi (acqua calda sanitaria, riscaldamento, vari usi industriali).

Nel caso di utilizzo di uno scaldabagno elettrico, la produzione di acqua calda sanitaria comporta una doppia trasformazione energetica. In una prima fase (principalmente in centrali termoelettriche) occorre produrre energia elettrica da fonti fossili. L'energia elettrica prodotta, poi, trasportata all'utenza, dovrà a sua volta trasformarsi in energia termica nello scaldabagno (per effetto Joule) per essere conferita all'acqua.

Per produrre con uno scaldabagno elettrico 1,74 kWh (termici) sono necessari circa 1,93 kWh elettrici supponendo l'efficienza di conversione dello scaldabagno elettrico pari al 90%. Una famiglia di quattro persone utilizza, quindi 7,72 kWh (elettrici) al giorno per la produzione di acqua calda sanitaria. Ma è da considerare che, per la produzione di ogni kWh (elettrico), vengono consumati dalle centrali elettriche italiane, circa 2,54 kWh, sotto forma di energia primaria.

Considerando questa doppia trasformazione da energia primaria in energia elettrica e da elettrica a termica, si ottiene che per produrre l'acqua calda necessaria per soddisfare il fabbisogno pro capite quotidiano sono necessari $2,54 * 1,93 = 4,90$ kWh primari (per una famiglia di quattro persone sono 19,60 kWh primari). Quindi solamente il 35% dell'energia primaria viene effettivamente utilizzata dall'utente.

Nel caso di produzione di acqua calda mediante caldaia a gas si ha una resa energetica migliore, perché si evita la conversione più energivora: quella da energia termica ad energia elettrica. La produzione di calore e il conseguente riscaldamento dell'acqua sanitaria avviene infatti per combustione diretta del metano. Nel caso di rendimento del 80% (valore cautelativo), per produrre 1,74 kWh (termici) sono quindi necessarie in un giorno 2,18 kWh (termici) pro capite. Per una famiglia di quattro persone 8,72 kWh (termici).

Nel caso in cui si utilizzi l'impianto ibrido, ovvero scaldabagno elettrico integrato da collettori solari, si riesce in media a risparmiare il 60% della energia necessaria nel caso di impianto con solo scaldabagno elettrico. Quindi i consumi pro capite quotidiani scendono a 1,97 kWh (7,88 kWh per un famiglia di quattro persone).

Nel caso in cui si utilizzi l'impianto ibrido, ovvero una caldaia a gas integrata da collettori solari, si ottiene che i consumi di metano ammontano mediamente al 40% di quelli che si avrebbero con sola caldaia. Quindi i consumi pro capite quotidiani scendono a 0,87 kWh (termici) (3,48 kWh termici per un famiglia di quattro persone).

Se facciamo il confronto tra il fabbisogno energetico delle varie soluzioni: nel passaggio dallo scaldabagno elettrico all'impianto con caldaia a gas integrata da collettori solari, il consumo energetico pro capite diminuisce da 4,90 a 0,87 kWh. La riduzione dell'82% del consumo energetico a parità di servizio, costituisce un'eccezione. Confrontando l'impianto con la sola caldaia a gas ed il sistema caldaia-collettore, si nota come il consumo passi da 2,18 kWh a 0,87 kWh giornalieri, con una riduzione del 60% del consumo energetico.

Infine nel passaggio dal solo scaldabagno elettrico ad uno scaldabagno integrato da collettori solari, il consumo energetico scende da 4,93 a 1,97 kWh, con una riduzione del 60% del consumo energetico.

Dai risparmi energetici si può risalire velocemente ai risparmi economici. Infatti in base alla quantità di acqua calda prodotta annualmente si può determinare il numero di anni in cui l'investimento iniziale sarà recuperato. Se l'impianto solare integra la caldaia per un 60÷70% il risparmio annuo di una famiglia di quattro persone oscilla tra i 250 e 350 € ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 1300-1800 €.

La fonte solare ha grandi possibilità di contribuire in misura significativa alla diminuzione dell'impiego delle fonti fossili. Possiede le caratteristiche adeguate per sostituire del tutto od in parte il metano e l'energia elettrica nella produzione di acqua calda sanitaria.

Il solare termico è ormai competitivo in diverse applicazioni, soprattutto ove è in grado di sostituire non solo il combustibile ma anche gli impianti convenzionali.

C'è da aggiungere che tra le varie tecnologie di utilizzo delle energie rinnovabili è quella col minore costo unitario di impianto, grazie alla relativa semplicità tecnologica di un impianto solare termico.

IN ITALIA

L'Italia offre condizioni particolarmente favorevoli alla diffusione del solare termico, quali l'esposizione climatica, l'idoneità della maggioranza degli edifici ad uso residenziale, la prevalenza dell'uso dell'elettricità nel riscaldamento dell'acqua sanitaria .

Secondo le previsioni dell'Unione Europea, circa 3 milioni di m² di pannelli potrebbero essere installati in Italia. Questa ipotesi di sviluppo del mercato nazionale si basa sull'andamento della crescita avvenuta in Austria che dovrebbe portare ad un parco totale installato di circa 500.000 m² entro qualche anno, 1-1,5 milioni di m² entro 2006 e 3 milioni di m² tra il 2008-2012. Intorno al 2010, poi, si dovrebbe avviare anche un mercato di sostituzione che porterebbe ad un incremento della capacità produttiva che potrebbe gradualmente accrescersi fino a circa 250.000 m² all'anno.

Al fine di incoraggiare ed accelerare la diffusione del solare termico sono in vigore, in Italia, leggi e agevolazioni economiche. Già con la legge 10 del 1991 si incentivavano gli impianti ad energie rinnovabili, ma la scarsa applicazione di questa legge ha portato alla promulgazione di ulteriori provvedimenti atti ad incentivare lo sviluppo del solare termico.

A livello nazionale il ministero dell'ambiente ha emanato un bando atto ad incentivare l'installazione dei collettori solari rivolto ad enti pubblici, comuni ed aziende distributrici del gas; in questo caso i finanziamenti coprono, in conto capitale, il 30% della spese di installazione dell'impianto.

Per i privati sono stati stanziati dei fondi (da Ministero dell'ambiente e Regioni) che saranno erogati tramite appositi bandi regionali; i contributi, in conto capitale, copriranno il 25-30% delle spese di installazione.

Inoltre per la parte non coperta dal contributo regionale, esistono degli accordi con vari istituti bancari che si impegnano ad erogare finanziamenti a medio termine a tassi vantaggiosi.

Per tutti i soggetti l'aliquota IVA risulta pari al 10%, in quanto l'intervento rientra in quelli presenti in uno speciale elenco (interventi in cui prevalgono la attività di progettazione, manutenzione, ecc. rispetto al valore del bene).

È possibile infine usufruire (cumulabile con il contributo regionale) anche della detrazione IRPEF del 36%, valida per i soli cittadini, istituita per interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di recupero sul patrimonio edilizio (compresi, quindi, gli interventi di risparmio energetico). La detrazione IRPEF si applica sull'intero importo della fornitura, comprensiva dell'IVA del 10% e dovrà essere ripartita in 5 anni.

Vi è infine un ulteriore incentivo fiscale per i privati (al dire il vero poco diffuso): in alcuni comuni vi è uno sconto sull'ICI.

Soggetti interessati e benefici:

Persone giuridiche, pubbliche o private, proprietari di edifici residenziali: contributi statali e/o regionali in conto capitale (bandi regionali), IVA con aliquota ridotta al 10%.

Persone fisiche, private, proprietari o conduttori di abitazioni in edifici residenziali: contributi regionali in conto capitale (bandi regionali), IVA con aliquota ridotta al 10% e detrazione IRPEF del 36%.

VANTAGGI AMBIENTALI

Un primo indicatore di confronto tra le diverse tecnologie a disposizione può essere ritenuta la quantità di anidride carbonica mediamente immessa nell'ambiente per produrre, nelle stesse condizioni, acqua calda sanitaria. Nel corso dell'analisi energetica, si è stimato che il fabbisogno di energia elettrica di un'utenza monofamiliare (4 persone) per produrre acqua calda sanitaria con uno scaldabagno elettrico è pari a 7,74 kWh (elettrici) /giorno. In Italia, per produrre un kWh elettrico, le centrali termoelettriche emettono nell'atmosfera in media 0,58 kg di anidride carbonica (CO₂), uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra [Dati ENEL 1999]. Pertanto, lo scaldabagno in esame è indirettamente responsabile dell'immissione nell'atmosfera di:

$$0,58 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh (elettrico)} * 7,74 \text{ kWh (elettrici) /giorno} = 4,5 \text{ kg CO}_2/\text{giorno},$$

Questo significa che, per la sola acqua calda sanitaria, utilizzando lo scaldabagno elettrico, una famiglia immette quotidianamente nell'ambiente 4,5 kg CO₂ (con una media pro capite di 1,125 kgCO₂/giorno).

Nel caso di una caldaia a metano, nella combustione si formano 0,25 kg CO₂ per ogni kWh termico; una famiglia di 4 persone dà quindi origine alla seguente produzione giornaliera di anidride carbonica:

$$0,25 \text{ kg CO}_2 * 6,97 \text{ kWh (termici)} = 1,74 \text{ kg CO}_2 / \text{giorno}$$

con una media pro capite di 0,435 kgCO₂/ giorno.

Nel caso di impianti ibridi solare /gas, ossia impianti solari posti ad integrazione della caldaia a gas, assicurando lo stesso comfort durante tutto l'arco dell'anno, è possibile risparmiare, a Roma, il 60% del consumo di gas: la stessa famiglia produrrà, allora, giornalmente 0,69 kg CO₂, con una media pro capite di 0,174 kgCO₂/ giorno.

La riduzione delle emissioni di CO₂ ottenuta con il sistema ibrido è notevole soprattutto rispetto al primo scenario: si passa da 1,125 kg di CO₂ emessi a 0,22 kg di CO₂ con una riduzione percentuale dell'80%. Tra il caso di impiego della caldaia a metano e quello di integrazione di questa con i collettori si verifica una riduzione, in valore assoluto, di 0,33 kg di CO₂ pro capite, mentre lo scaldabagno elettrico, se impiegato con il solare, porta ad una riduzione di 0,675 kg di CO₂.

Riguardo l'impatto visivo, l'integrazione dei collettori solari nelle coperture negli edifici privati permette a questi impianti di essere virtualmente invisibili, oppure di ottenere notevoli soluzioni architettoniche con le facciate solari, i parapetti solari, ecc.

Una soluzione molto particolare, che ha ingombro nullo e notevole praticità di utilizzo è quella che utilizza le superfici finestrate esposte a sud per riscaldare acqua nell'intercapedine interna di un infisso a triplo vetro: purtroppo l'impianto è costoso, fragile e richiede una circolazione forzata.