

SOLARE TERMICO PER USO RESIDENZIALE E INDUSTRIALE

P. De Natale, V. Palomba, S. Vasta - CNR

DESCRIZIONE TECNICA

La tecnologia solare termica a media/bassa temperatura (<math><150^{\circ}\text{C}</math>) consiste nella captazione e conversione diretta della radiazione solare in energia termica. Tale tecnologia si basa su componenti, noti come collettori solari, i quali consentono la captazione dell'energia solare e il suo trasferimento ad un fluido termovettore (e.g. acqua, aria) che viene fatto circolare e sfruttato per riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento (Solar Cooling).

Il solare termico è impiegato in prevalenza (85% della potenza installata) per il riscaldamento di acqua per uso domestico, mentre il rimanente 15% viene utilizzato per il riscaldamento di acqua in applicazioni commerciali o multiutenza (10%) e il cosiddetto solar combi (calore domestico + acqua sanitaria) [7].

Esistono attualmente in commercio differenti tipologie di collettori solari (e.g. piani, a tubi evacuati, a concentrazione) che consentono di ottenere una diversa temperatura di fornitura del fluido termovettore, a spesa di una maggiore complessità tecnologica e quindi con costi maggiori.

Diversi possono essere anche i sistemi usati per ricircolare il fluido vettore. Nei sistemi attivi, una pompa permette il passaggio dell'acqua (o altri fluidi come glicoli) tra il serbatoio di acqua calda e i collettori, nella versione passiva invece il sistema sfrutta per il ricircolo la diversa densità tra il fluido caldo e il fluido freddo. In questo ultimo caso il serbatoio è posto sopra il collettore. I sistemi di ricircolo attivo sono generalmente più efficienti ma, richiedendo l'utilizzo di una pompa, necessitano di un apporto energetico ed economico maggiore. Per questo motivo i sistemi passivi sono maggiormente diffusi (Figura 1) [8].

Gli sviluppi tecnologici, tuttora in corso, hanno permesso il raggiungimento di performance tali da portare alla commercializzazione e diffusione della tecnologia in gran parte dei paesi europei, Italia compresa [1].

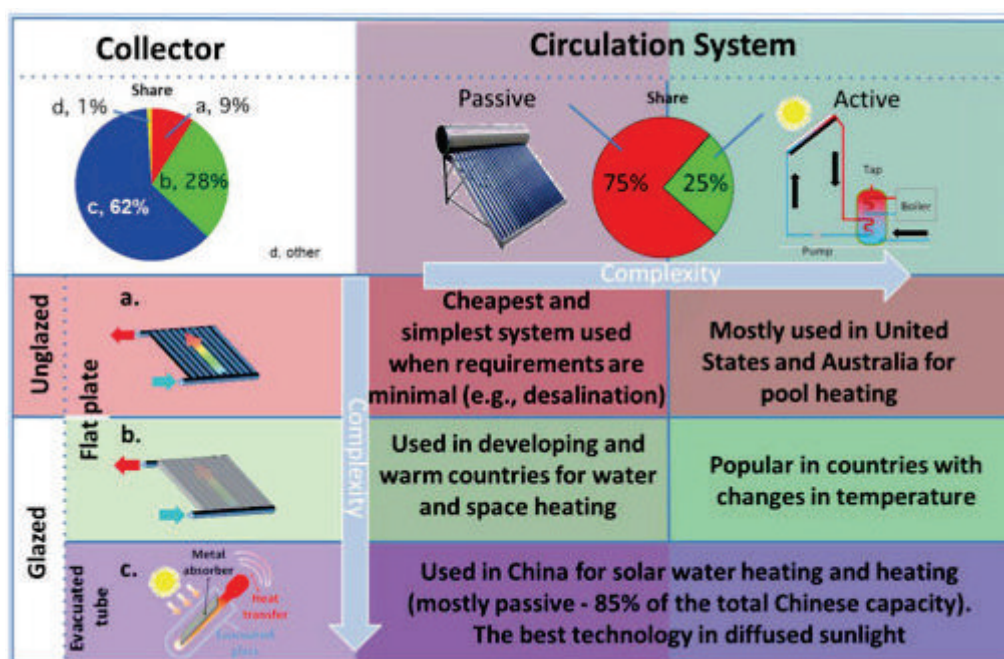


Figura 1 Tipi di Collettori solari SWH e Sistemi di ricircolo

STATO DI AVANZAMENTO

Internazionale

Negli ultimi 15 anni la Cina si è proposta come leader mondiale dello sviluppo di componentistica per il Solar Heating. A livello europeo, la tecnologia solare termica risulta piuttosto diffusa. Allo stato attuale sono stimati più di 30 GW termici prodotti da solare termico in Europa [2] e più di 250 globalmente [8] (Figure 2-3).



Figura 2 Capacità totale installata globalmente per il Solar Water Heating - SWH (in GWth), PV e CSP (in GWe) [8]



Figura 3 Capacità SWH totale installata nelle nazioni leader di settore [8]

specialmente nelle regioni del sud Italia in cui la diffusione dei sistemi solari termici di piccola taglia per applicazioni domestiche risulta ancora non sufficiente rispetto all'ampia disponibilità di energia solare, sia in termini di intensità che di copertura durante tutto l'anno.

IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

L'impatto ambientale della tecnologia solare termica risulta essere quasi assente in quanto non vengono impiegati materiali particolarmente inquinanti e non vi è emissione di inquinanti nell'aria. Il consumo di risorsa idrica è analogo a quello che caratterizza qualunque impianto di riscaldamento.

Nazionale

La diffusione della tecnologia solare termica in Italia risulta tuttora non completamente avviata, con circa 188 MW termici corrispondenti a circa 270.000 m² di collettori installati [2].

TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

La tecnologia si presenta matura e già in parte commercializzata (TRL 5-9). Sono in corso tuttora programmi di sviluppo di sistemi e componenti avanzati a maggior efficienza.

RELAZIONE CON LE FONTI ENERGETICHE

Per definizione tali sistemi sfruttano energia solare per trasformarla in energia termica. L'energia termica, nel caso di sistemi Solar Cooling, può quindi essere impiegata per alimentare macchine per la produzione di energia frigorifera.

VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

La tecnologia solare termica può essere impiegata in qualunque settore in cui ci sia domanda di riscaldamento e raffrescamento. Esempio di un settore potenzialmente attraente è quello delle serre solari in agricoltura, in cui il riscaldamento della serra è ottenuto mediante fornitura di calore da collettori solari [5].

POTENZIALE DI DIFFUSIONE IN AMBITO NAZIONALE

L'elevata disponibilità di fonte solare, e dunque di energia termica da fonte rinnovabile sul territorio nazionale, rappresenta un potenziale tuttora solo limitatamente sfruttato,

Emissioni CO₂/MWh

Le emissioni di CO₂ dei sistemi solari termici risultano nulle, anche se in condizioni attive è necessario considerare il dispendio energetico legato al funzionamento della pompa di ricircolo del fluido vettore.

Emissioni CO₂/MWh evitate

Essendo le emissioni di CO₂ di tale tecnologia nulle, si può assumere una quantità di emissioni evitate rispetto ad una caldaia a gas a condensazione pari a circa 250 kg/MWh. Nel 2009 il riscaldamento dell'acqua domestica è stato responsabile globalmente di quasi la metà del consumo energetico domestico totale (47%). Tuttavia a livello mondiale solo lo 0,4% della domanda globale di energia per questo uso è stata soddisfatta da sistemi di Solar Heating [8]. La tecnologia possiede quindi ampi margini di mitigazione.

EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

L'efficienza della tecnologia solare termica dipende fortemente dalle condizioni operative e dalla tipologia di collettori impiegati. Si possono stimare rendimenti variabili dal 30% al 60%, dipendenti dalla stagione, dalle condizioni di funzionamento e dalla tecnologia di collettori impiegata [1]. Il tempo di vita di tale tecnologia si attesta attorno ai 20 anni [1].

PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

L'elevato livello di sviluppo tecnologico raggiunto dalla tecnologia solare termica garantisce un payback stimabile attorno ai 5 anni.

La competitività delle tecnologie SWH varia a seconda della nazione. Uno studio condotto nel 2009 sulla situazione cinese ha dimostrato che, nonostante un maggiore costo iniziale di investimento (per una fornitura di 100 l/giorno l'unità SWH pari a 248€ a confronto dei 164€ per uno scaldabagno elettrico e 139€ di uno a gas), la maggior durata e il più basso costo di operazione/manutenzione portavano ad un minore costo di sistema annuale (26€ per SWH, 90€ per il sistema elettrico e 61€ per quello a gas) [11]. In altre nazioni come Tunisia, Portogallo, USA e Israele gli ingenti incentivi e azioni regolatorie hanno consentito un rapido sviluppo della tecnologia con conseguente abbassamento dei costi di investimento e ampia penetrazione della tecnologia [9].

PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

I principali ostacoli allo sviluppo risultano essere fondamentalmente legati al costo della tecnologia, alla limitata densità di potenza (che richiede superfici di captazione consistenti per ottenere produzione di energia termica al soddisfacimento delle richieste del carico) e alla necessità dello sviluppo di sistemi di accumulo termico efficienti e ad elevata densità di energia di accumulo.

POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE E IMPATTO SUL PIL

Le potenzialità di crescita della tecnologia solare termica sono principalmente legate allo sviluppo di applicazioni efficienti, caratterizzate da un costo inferiore rispetto allo stato dell'arte. Fra le tematiche di ricerca e sviluppo, da sviluppare all'interno di consorzi composti da centri di ricerca, produttori e progettisti, rientrano i Sistemi Solar Combi compatti, per singole abitazioni e per condomini; integrazione della tecnologia solare termica in case passive; sistemi solari termici non a concentrazione per applicazioni industriali [6].

POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

La potenzialità di esportazione della tecnologia risulta essere strettamente legata al livello di innovazione di prodotto raggiunto. Allo scopo di poter competere con i mercati di produzione di massa e a basso costo, risulta necessario un ulteriore sforzo di ricerca e sviluppo a livello materiali, componenti e sistemi al fine di incrementare la qualità dei prodotti ad un costo competitivo con il mercato internazionale.

POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

Le temperature relativamente modeste che possono essere raggiunte tramite l'utilizzo di tecnologie di riscaldamento solare sono potenzialmente utili in svariati settori dell'agricoltura e dell'industria (Figura 4 [8]).

Processi di pulizia e susseguente essiccamento, così come evaporazioni, pastorizzazioni e sterilizzazioni richiedono temperature simili ottenibili con questi processi.

Da sottolineare l'utilizzo di processi di Solar Heating per l'asciugatura di raccolti in agricoltura [10].

Le tecnologie di Solar Heating possono essere considerate per:

- settore industriale, per l'incremento dell'efficienza dei processi mediante integrazione di fonte rinnovabile termica; possibili anche facili azioni di retro-fitting.
- settore residenziale e terziario, per l'incremento della diffusione dell'impiego di fonti di energia rinnovabile termica, e riduzione delle emissioni connesse con l'impiego di tecnologie alimentate da combustibili fossili o energia elettrica.

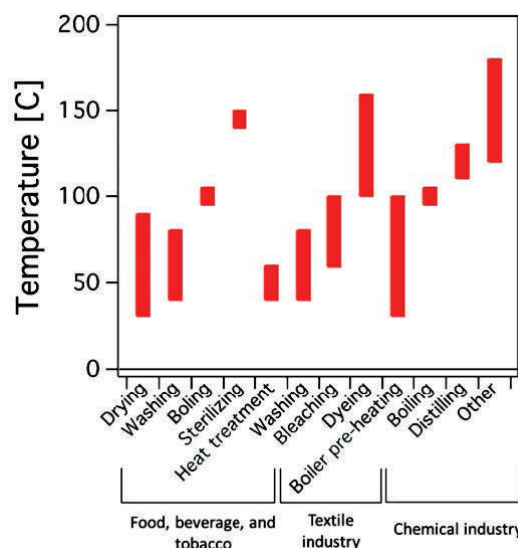


Figura 4 Temperature richieste in particolari processi industriali

MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

Utilizzo della tecnologia

- Settore residenziale e terziario
- Aziende agricole
- ESCO
- Impianti industriali con processi alimentati da energia termica a medio/bassa temperatura
- Impianti di Solar District Heating (SDH).

Sviluppo della tecnologia

- Aziende nel settore produzione energia termica per applicazioni domestiche e industriali.

ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

- **CNR:** sviluppo di impianti solari per raffrescamento (solar cooling)
- **ENEA:** sviluppo di sistemi, componenti, modellistica e metodi avanzati di calcolo per applicazioni solari a bassa e alta temperatura. Svolge attività per la certificazione dei collettori solari. Ha realizzato un impianto di Solar Cooling implementando l'impianto di climatizzazione esistente nell'edificio F51 in ENEA Casaccia, nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico
- **Università di Palermo:** DREAM (Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali dell'Università degli studi di Palermo), in collaborazione con l'ENEA, svolge da alcuni anni attività di ricerca nel campo del condizionamento estivo degli edifici con sistemi di Solar Cooling (impianto DEC (desiccant cooling))
- **Università di Padova:** attività per la valutazione e miglioramento delle prestazioni dell'impianto di Solar Heating e Cooling installato da ENEA
- **Università di Firenze:** sviluppo di sistemi e collettori solari a concentrazione
- **Politecnico di Milano - Dipartimento di Energia:** Riscaldamento, ventilazione, condizionamento dell'aria e refrigerazione
- **Università di Cagliari:** sviluppo di sistemi per il solar cooling; sviluppo di un codice di calcolo per la simulazione del funzionamento di macchine frigorifere alimentate ad acqua calda, alle temperature dei collettori solari termici.

BEST PRACTICES

- sistema di teleriscaldamento a Graz (Austria) da solare termico con superficie di collettori installati paria a 500 m², capace di soddisfare la richiesta di acqua calda sanitaria per 188 appartamenti [3]
- impianto di Solar Cooling e produzione di acqua calda sanitaria per un college a Singapore. Area di collettori installati 3872 m² per alimentare un chiller ad assorbimento da 1.5 MW e un accumulo di acqua calda sanitaria da 6.5 m³ [4]
- impianto solar cooling per il condizionamento invernale ed estivo dell'edificio alla Scuola delle Energie (Edificio F92) nel CR ENEA Casaccia con impianto a pavimento radiante. Area collettori, del tipo a tubi evacuati, di 56 m², gruppo frigo ad assorbimento da 70kW, accumulo termico con 2 serbatoi da 1500l/cadauno. L'edificio è gestito da un sistema BEMS (Building Energy management System)
- impianto solar cooling (Edificio F96) realizzato nel CR ENEA Casaccia per la climatizzazione di una serra che sviluppa una superficie di 210 m² ed un volume di 950 m³. Area collettori installati 50 m² per alimentare un chiller ad assorbimento da 17,5 kW ed un accumulo di acqua calda da 1500 l. L'impianto è gestito da un sistema di controllo e gestione e acquisizione dati.



Impianto di solar heating and cooling presso Edificio F92 del CR ENEA Casaccia



Impianto di solar cooling (Edificio F51) del CR ENEA Casaccia



Impianto di solar cooling presso Edificio F96
"Serra a Contenimento" del CR ENEA Casaccia

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] John A. Duffie, William A. Beckman. Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition. ISBN: 978-0-470-87366-3.
- [2] <http://www.estif.org/>
- [3] <http://solid.at/en/references/solar-heating/buildings>
- [4] http://solid.at/images/pdf/ref_e_uwc_Singapore.pdf
- [5] G. Vox, E. Schettini, A. Lisi Cervone, A. Anifantis, SOLAR THERMAL COLLECTORS FOR GREENHOUSE HEATING, ISHS Acta Horticulturae 801: International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys2007
- [6] Solar heating and cooling technology roadmap – European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling, June 2014.
- [7] R. Shukla, K. Sumathy, P. Erickson, and J. Gong, “Recent advances in the solar water heating systems: A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.* , vol. 19, 173–190, Mar. 2013 “
- [8] A. Maurano, R. Amatya, V. Bulovic “Solar Heating for Residential and Industrial Processes” Working Paper of the Massachusetts Institute of Technology, 2015 (MITEI-WP-2015-04)
- [9] “Technology Roadmap Solar Heating and Cooling,” 2012. (OECD/IEA, 2012)
- [10] C. Philibert, “Barriers to technology diffusion: the case of solar thermal technologies,” Oct. 2006
- [11] “Background Paper : Chinese renewables status report,” 2009