



ENEA

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Ricerca
e innovazione
per un futuro
low-carbon

Le Fonti
Rinnovabili 2010



Scheda tecnologica:

SOLARE TERMICO

Descrizione e stato dell'arte

Il solare termico a bassa temperatura è una tecnologia matura e consolidata, sia in ambito residenziale nella produzione di acqua calda sanitaria e per uso riscaldamento con impianti operanti a bassa temperatura, sia per la produzione di calore nelle industrie caratterizzate soprattutto da domanda, ancora a bassa temperatura, di energia termica costante. I settori industriali più adatti sono quello alimentare (produzione di calore di processo per essiccazione, sterilizzazione, dissalazione e cottura cibi) e delle bevande (processi di distillazione), tessile, **cartario e parte dell'industria chimica.**

Nel settore del solare termico le principali tecnologie impiegate sono quelle dei **collettori piani vetrati selettivi** (FPC, Flat Plate Collector) e dei **collettori sottovuoto** (ETC, Evacuated Tube Collector).

I **collettori piani vetrati selettivi** sono una tecnologia diffusa e adattabile per l'ottima resa energetica annua e la disponibilità di un vasto mercato di prodotti. Il principio di funzionamento dei dispositivi si basa sulle caratteristiche del vetro utilizzato di essere trasparente alla radiazione solare ed opaco a quella infrarossa emessa dalla piastra assorbitrice, e sulle proprietà della piastra stessa di assorbire la radiazione solare e contenere le emissioni proprie nello spettro infrarosso. Ciò determina l'attitudine all'ingresso e all'assorbimento della massima radiazione solare nel collettore e la scarsa capacità della lastra captante e del vetro di copertura di disperdere radiazione infrarossa verso l'esterno del dispositivo. Le prestazioni del collettore migliorano poi con le caratteristiche d'isolamento alle perdite termiche. Nei collettori solari piani ad acqua questo principio è ottimizzato ed utilizzato per riscaldare il fluido (acqua o glicole) presente all'interno di un assorbitore piano. Per tipologia di costruzione sono disponibili molte soluzioni distinte per la selettività dell'assorbitore, per l'utilizzo di materiali (rame, acciaio inox e alluminio anodizzato) ed idoneità all'uso in impianti a circolazione forzata o naturale (questi ultimi meno costosi, più affidabili, ma meno integrabili architettonicamente per la presenza di un serbatoio di accumulo da posizionare più in alto del pannello e nelle immediate vicinanze). Pur con differenti varianti di mercato, le dimensioni più consuete di un collettore piano prevedono ingombri prossimi ai due metri quadrati, con lato più lungo tipicamente di due metri di estensione.

I **collettori sottovuoto**, a parità di superficie, presentano in genere un migliore rendimento medio stagionale, per il sostanziale annullamento delle perdite termiche per convezione e conduzione legate alla presenza di un'intercapedine tenuta sottovuoto spinto. Il calore raccolto da ciascun elemento (tubo sottovuoto) viene trasferito all'utilizzatore essenzialmente in due modi differenti: una tipologia consiste nell'utilizzo di circuiti ad U, all'interno del singolo tubo, entro i quali circola il fluido primario che riscalda e cede l'energia termica all'utilizzatore in un raccordo posto in alto; un'altra tipologia molto diffusa è rappresentata dai tubi di calore cosiddetti "heat pipe" all'interno dei quali è presente un fluido in equilibrio di fase con il suo vapore. Un "heat pipe" realizza uno scambio di calore trasportando delle grandi quantità di energia termica tra due interfacce, calda e fredda, del dispositivo. L'assorbimento di radiazione solare comporta la vaporizzazione del liquido all'interfaccia calda (evaporatore). Il vapore generato si muove verso l'alto cedendo calore all'interfaccia fredda (condensatore).

Se l'"heat pipe" è orientato verticalmente esso è anche chiamato termosifone bifase in quanto il liquido presente all'interno dell'"heat pipe" rifluisce in basso per forza di gravità, generando un flusso di liquido dal condensatore e determinando un processo continuo di trasporto energetico tra gli estremi del tubo stesso, pari al calore latente di vaporizzazione per la portata di liquido evaporata e condensata. Generalmente i tubi di calore, posizionati nella parte centrale dei tubi di vetro, sono in metallo termoconduttore (rame o alluminio) riportanti alettature per incrementare l'assorbimento della radiazione solare.

Questa tipologia di collettori, in passato indicata principalmente per applicazioni a temperature più elevate di quelle raggiungibili con collettori piani, è adesso largamente commercializzata: costituisce in Cina circa il 90% del mercato locale, caratterizzato da una vendita superiore ai 20 milioni di m²/anno. Con l'immissione sul mercato di collettori a doppio tubo, la tecnologia sottovuoto sta incontrando un grande successo anche in Italia.

Una soluzione tecnica caratterizzata da costi molto bassi ed idoneità ad un impiego prevalentemente estivo è, infine, quella dei **collettori in materiale plastico** (collettori non vetrati), dove l'assenza di copertura vetrata comporta perdite per convezione troppo elevate per l'utilizzo con le basse temperature esterne invernali: l'acqua da riscaldare percorre direttamente il collettore, evitando i costi e le complicazioni impiantistiche di uno scambiatore. Essa rappresenta pertanto la soluzione ideale per gli stabilimenti balneari, piscine scoperte, campeggi e per tutti gli ambiti residenziali con fabbisogno di acqua calda sanitaria prevalentemente estivo.

La distribuzione della radiazione solare sul territorio nazionale può essere ricavata dalle **mappe dell'Atlante Solare Europeo, utili per quantificare, senza ricorrere a programmi di calcolo, il valore dell'energia mensile disponibile** che realmente può essere utilizzata da una superficie captante installata su un tetto o su una parete verticale di un edificio. Essa può essere ricavata, inoltre, per qualsiasi sito e inclinazione collegandosi online al sito ENEA.

Per valutare la produzione di energia termica si possono considerare i valori di riferimento attribuiti ad un m² di superficie (esposta a sud con un'inclinazione pari alla latitudine del luogo di installazione dell'impianto) pari agli irraggiamenti di 3,8 kWh/m²/giorno nel Nord Italia, 4,6 kWh/m²/giorno per le regioni centrali e 5,0 kWh/m²/giorno per il Sud. Con un rendimento di impianto compreso fra il 40% ed il 45%, valori mediamente accettabili delle più comuni installazioni impiantistiche, si ottiene una produzione complessiva annua compresa fra i 550 ed i 750 kWh/m².

In Europa ben il 49% dei consumi finali riguarda l'energia termica (di questo 49%, il 34% riguarda il solo calore alle basse temperature), e ben il 61% dei fabbisogni totali di calore alle basse temperature riguardano il settore residenziale. Per quanto riguarda la produzione di calore e freddo, fissato dalla c.d. Direttiva 20 20 20 (2009/28/CE) è chiaro che con questa premessa, **l'industria Europea del solare termico potrà dare un contributo significativo al raggiungimento dell'obiettivo di una quota pari al 20% di utilizzo di energie rinnovabili sul consumo finale di energia entro il 2020.**

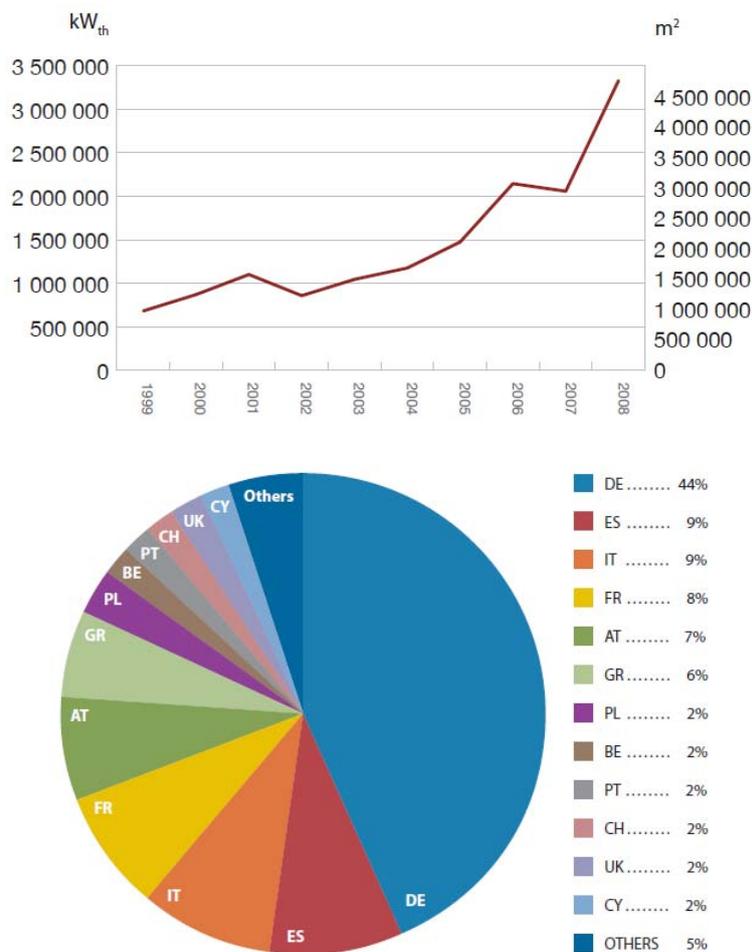
Sulla base dei dati pubblicati da ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) nell'ambito della **Quarta Conferenza Internazionale dell'energia solare termica (ESTEC 2009)**, il mercato europeo del solare termico ha registrato negli ultimi 2 anni una crescita del 100% e solo nel 2008 sono stati installati 4,75 milioni di m² pari a 3,3 GWth (figura 1). Oggi in tutta Europa sono installati in totale più di 27 milioni di metri quadrati di collettori solari termici (19,1 GWth), di cui quasi il 50% in Germania.

Il mercato tedesco continua ad essere quello più sviluppato (44% del mercato europeo). Nel solo 2008 in Germania si sono installati 2,1 milioni di m² pari a 1,5 GWth, con una crescita rispetto al 2007 del 120%. Italia e Spagna detengono ciascuna il 9% del mercato europeo. La Spagna ha visto una crescita nel 2008 del 58%, con un mercato ormai solidamente sostenuto dal cosiddetto **"obbligo solare" nei nuovi edifici. Seguono la Francia con l'8%, l'Austria con il 7% e la Grecia con il 6%.**

Il dato però che aiuta a capire meglio il livello di sviluppo del mercato solare termico nei diversi Stati membri è la superficie di collettori installati per abitante. Austria e Grecia si aggirano intorno ai 250-270 kWth/1.000 abitanti, la media europea è pari a **38 kWth /1.000 abitanti, mentre l'Italia si trova nettamente al di sotto della media europea con 18 kWth per migliaia di abitanti (figura 2).**

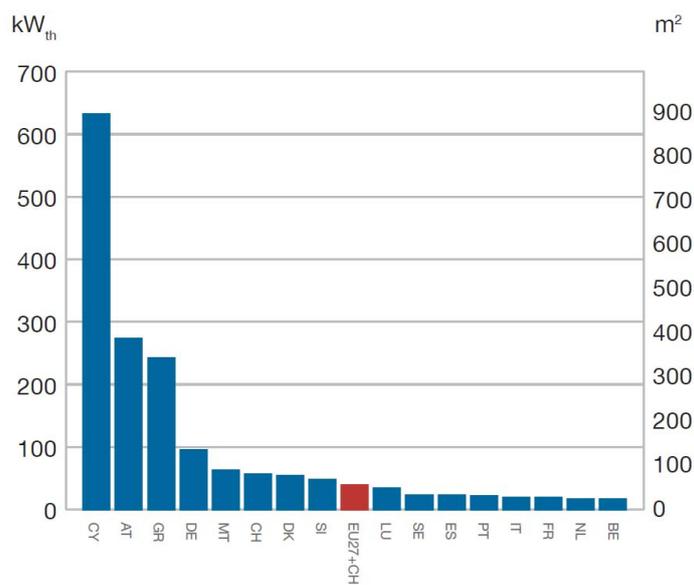
Per quanto riguarda l'Italia, la prima rilevazione statistica diretta, effettuata dal Centro Studi Solarexpo, relativa al mercato solare termico in Italia nel 2006, ha evidenziato una situazione decisamente positiva. Il principale dato messo in evidenza dallo studio, supportato da diversi sponsor tra i quali Assolterm, è stato il mercato italiano complessivo del solare termico nel 2006: 130 MWth, vale a dire 186.000 m². Gli autori dello studio hanno ritenuto, alla luce di tale dato, di dover rivedere e correggere le cifre relative al mercato degli anni precedenti, in quanto largamente sottostimate.

Figura 1 – Mercato solare termico europeo (UE 27 e Svizzera). Anno 2008



Fonte: ESTIF, 2009

Figura 2 – Potenza e superficie installata per migliaia di abitanti. Anno 2008



Fonte: ESTIF, 2009

Assolterm ha recentemente avviato un progetto triennale di rilevazione dei dati di mercato. L'intenzione è quella di realizzare indagini semestrali che permettano di mettere in evidenza i trend del mercato del solare termico in Italia in termini di totale installato e fatturato, dettagliato per le diverse tipologie di collettori e di tecnologie utilizzate. È stato previsto quindi un questionario essenziale e snello che viene inviato alle aziende, le quali poi inviano il questionario compilato a una "parte terza" a garanzia della privacy.

Ad oggi sono state realizzate due indagini che gettano luce sul mercato degli ultimi due anni (la prima indagine ha riguardato tutto il 2007 e il primo semestre 2008, mentre la seconda il secondo semestre 2008). Le indagini hanno coinvolto una ventina di aziende che insieme rappresentano circa l'80% del mercato italiano.

Da un'elaborazione dei risultati di questi due studi, emerge che il mercato italiano del solare termico ha raggiunto nel 2007 il considerevole livello di 231 MWth installati, pari a 330.000 m², con una crescita rispetto al 2006 del 77%. Per quanto riguarda il 2008, sono stati installati 421.000 m² pari a 295 MWth (figura 3). Il totale installato a fine 2008 ha superato 1 GWth pari a 1,5 milioni di m² installati; a fine 2009 il totale installato ha raggiunto 1,33 GWth pari a 1,9 milioni di m² installati.

A fronte di tale trend positivo, va detto però che l'industria italiana del solare termico ha un grado di dipendenza dall'estero elevato: la domanda di collettori solari nel 2006 è stata coperta per il 77% dalle importazioni europee ed extraeuropee e solo per il 23% dalla produzione nazionale (la quale, comunque, esporta, dato rilevante, il 16% dei propri prodotti all'estero).

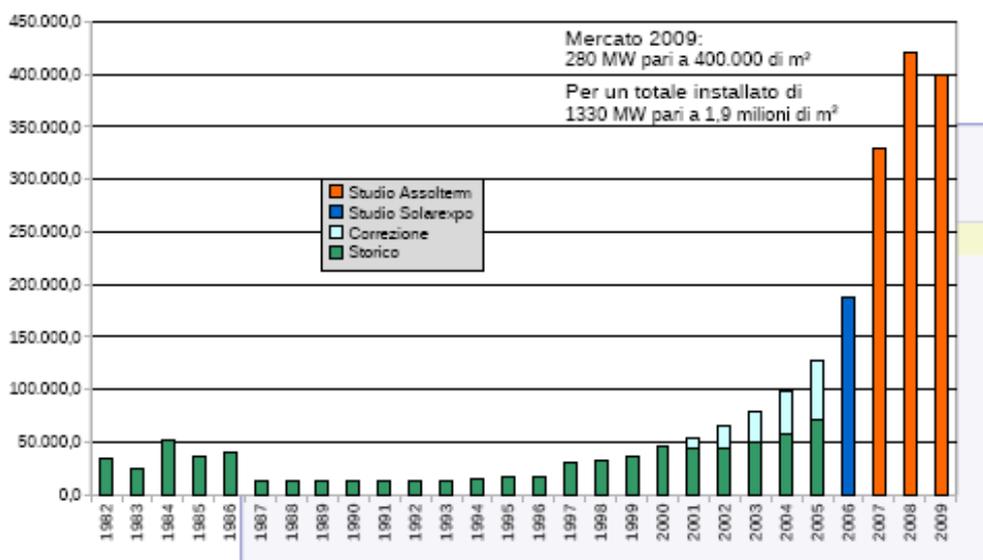
Questo elevato grado attuale di dipendenza dalle tecnologie importate apre un'interessante opportunità di fare dello sviluppo del solare termico un obiettivo di politica energetica e ambientale ed una leva di politica industriale strategica per il Paese.

In tutto sono 60 gli operatori, tra produttori italiani o distributori di prodotti stranieri, in grado di fornire sistemi solari termici in Italia.

Grande influenza sul mercato ha avuto inoltre la scelta di grandi aziende produttrici e imprese termoidrauliche di investire fortemente nel settore, a testimonianza di una forte aspettativa di crescita da parte degli operatori italiani.

La ritrovata attenzione verso la tecnologia del solare termico in Italia da parte dei media e degli utenti finali, ha avuto, negli ultimi due anni, il sostegno di uno schema di incentivazione decisamente interessante, quale è la detrazione fiscale del 55% per gli interventi di riqualificazione energetica negli edifici, tra cui l'installazione di pannelli solari "per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali".

Figura 3 – Il mercato del solare termico in Italia (1982-2008)



Fonte: Assolterm, 2009

I risultati per quanto riguarda il 2007 e il 2008 sono stati interessanti: circa 60.000 domande pervenute **all'ENEA per un totale stimato di circa 300.000 m²** installati in due anni. È una misura che, nei suoi primi due anni di applicazione, ha rappresentato, quindi, un valido aiuto ai cittadini che vogliono riqualificare le proprie abitazioni mirando al risparmio energetico oltre che economico, e alle imprese dei diversi settori coinvolti tra cui quello del solare termico; tutto questo in un'ottica di gestione più sostenibile del nostro sistema abitativo che, come è ormai assodato, rappresenta ben il 45% della domanda energetica nazionale.

Prospettive tecnologiche e R&S

Il settore delle tecnologie solari termiche è attualmente caratterizzato da un elevato tasso di crescita della domanda di prodotti maturi, affidabili e performanti, per le applicazioni tipiche di fornitura di acqua calda sanitaria e riscaldamento delle piscine.

Le più interessanti prospettive di sviluppo tecnico e tecnologico si riscontrano nelle applicazioni impiantistiche industriali di grandi dimensioni: l'Action Plan del governo italiano del 9 settembre 2007 prevede al 2020 un installato di 17,5 milioni di m² puntando molto su applicazioni solari di grandi dimensioni unitarie.

Un'applicazione di interesse rilevante è rappresentata anche dal raffrescamento solare che rappresenta una frontiera strategica per la diffusione della tecnologia.

La quasi totalità degli impianti solari termici installati in Italia sono sistemi di piccola taglia, sotto i 30 m² di superficie di collettori, utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria in edifici residenziali. Tra questi si distinguono diversi esempi di impianti combinati (produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento degli ambienti) localizzati prevalentemente nelle regioni settentrionali della penisola: questa applicazione si presta meglio per zone climatiche rigide, risultando tuttavia difficile o complessivamente anticonveniente superare una frazione solare dal 35 al 40% per il riscaldamento ambiente. In effetti l'utilizzo dei collettori solari per il riscaldamento degli ambienti specie in zone climatiche quali il centro e il sud Italia non è energeticamente ed economicamente sostenibile dato che i collettori fornirebbero energia utile per pochi mesi. **Lo scenario cambia radicalmente se i collettori utilizzati d'inverno per il riscaldamento, d'estate alimentano un impianto di raffrescamento con macchine ad assorbimento, ad adsorbimento o ad essiccante solido a liquido, con uno sfruttamento del campo solare esteso all'intero anno oppure si ricorre per il riscaldamento agli accumuli stagionali che utilizzano l'energia disponibile durante il periodo estivo. Il vantaggio energetico dei sistemi con accumulo stagionale vale anche per le zone più rigide. Ovviamente l'accumulo stagionale comporta costi elevati.**

Per quanto riguarda invece la suddivisione del totale dei collettori solari installati per tecnologia, si può rilevare come i collettori piani costituiscano l'84% dell'installato italiano, i dispositivi a tubi sottovuoto il 14%, mentre i collettori non vetrati il restante 2% [Centro Studi Solarexpo]. Circa la tipologia di schema idraulico di sistema, gli impianti a circolazione forzata (tradizionale ed a svuotamento) coprono circa i 2/3 del totale della superficie di collettori venduta, a fronte dell'1/3 di quelli a circolazione naturale, tipicamente utilizzati per la sola produzione di acqua calda sanitaria.

Il prezzo del collettore non incide in modo rilevante sul costo complessivo dell'impianto installato, sul quale influisce molto, al contrario, il costo dell'opera di installazione che è strettamente dipendente dal tipo di integrazione strutturale che si realizza, dalla taglia impiantistica e dalla complessità dell'integrazione sulla rete termoidraulica esistente. L'incremento attuale dei costi di alcune materie prime come il rame e l'acciaio inox hanno inciso in modo decisivo sul prezzo dei collettori. In particolare, le componentistiche importate come gli assorbitori e lo stesso vetro sono caratterizzate da costi che dipendono totalmente da produttori e dinamiche di mercati esteri.

La tecnologia solare termica è consolidata ma ci sono dei margini interessanti di miglioramento sul prodotto in termini di abbattimento di costi, di incremento di rendimento dei collettori, del miglioramento dell'idraulica e non ultimo il superamento dei molti vincoli posti dalle integrazioni architettoniche più spinte in ambito urbano. Le applicazioni di raffrescamento solare degli ambienti, poi, costituiscono un settore molto promettente che necessita di accreditarsi competitività economica, nonché maturità tecnica.

La European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP) ha tracciato come raggiungibile al 2030 uno scenario che vede una significativa diffusione europea dell'integrazione del solare termico sia nelle singole unità abitative che in grandi distretti urbani assistiti in teleriscaldamento con accumulo termico stagionale, in cui gli impianti solari termici serviranno reti di utenze residenziali ed industriali con servizio di raffrescamento.

Sistemi solari di teleriscaldamento: in aree ad alta densità di edifici o in applicazioni in cui manca il bilanciamento tra domanda di calore e possibilità tecnica di installazione dei collettori, i sistemi di riscaldamento distrettuali possono coprire una buona quota del fabbisogno termico tramite l'energia solare.

I sistemi di teleriscaldamento assistiti da generazione termica solare sono caratterizzati in genere, da economie di scala per le quali si riducono i costi all'aumentare della taglia impiantistica e del numero di contratti di servizio calore. La loro competitività procede di pari passo con lo sviluppo dei grandi collettori preassemblati in strutture di copertura pronte alla posa. Per questi sistemi, come per le integrazioni di sistemi solari combinati con centrali termiche a biomassa mediante reti centralizzate di trigenerazione distrettuale, sono necessari molti sforzi di ricerca e sviluppo di soluzioni di sistema, conseguibili da esperienze ottenute unicamente su progetti dimostrativi. In questo senso, lo sviluppo del settore del teleriscaldamento solare può essere raggiunto unicamente con la sinergia tra concreta installazione degli impianti, monitoraggio prestazionale e continua ottimizzazione degli stessi da un lato e realizzazione di azioni di accompagnamento per la ricerca ed il trasferimento industriale dei risultati dall'altro.

I grandi accumuli stagionali all'interno dei distretti urbani sono necessari per immagazzinare in larga misura la disponibilità di calore estivo generabile tramite il solare termico e bilanciare lo sfasamento di produzione tra estate ed inverno. Questi volani termici beneficiano di un minore rapporto superficie/volume e quindi di minori perdite di calore rispetto ai piccoli sistemi di accumulo stagionale installabili presso singole abitazioni. I primi impianti dimostrativi di grandi accumuli stagionali sono installati nel centro e nel nord Europa: accumuli acquiferi, di profondità e di superficie. Il Programma tedesco di Ricerca e Sviluppo Solarthermie-2000 ed il suo successore Solarthermie2000Plus, sostenuti dal Ministero dell'Ambiente e dall'agenzia Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), hanno sostenuto dal 1993 ad oggi la realizzazione di molti impianti solari termici ad accumulo stagionale di tipo dimostrativo aprendo uno dei percorsi europei più virtuosi per cooperazione tra industria solare termica, imprese di costruzioni, pubbliche amministrazioni ed istituti di ricerca.

Uno tra questi, il progetto in Crailsheim-Hirtenwiesen [tabella 1], ha iniziato la fase di cantierizzazione prima dell'estate 2007 dichiarando un costo unitario del kWh termico prodotto per conversione da fonte solare di 19 centesimi di euro (al netto di IVA ed incentivi economici). Il distretto ha recentemente visto trasformare un dismesso insediamento militare in un nuovo quartiere residenziale, con il progetto ambizioso di dimezzare le emissioni di gas climalteranti prodotte in loco, con le più innovative soluzioni tecnologiche per accumulo termico in essere e/o allo studio attualmente in Europa. La riqualificazione degli edifici residenziali, ha consentito un massiccio inserimento di collettori solari a tubi sottovuoto sulle coperture degli edifici e l'installazione di una rilevante potenza termica solare disposta sulla barriera antirumore prevista a separazione del centro abitato dalla zona industriale.

L'accumulo termico progettato per l'area di Crailsheim è un accumulo termico in pozzi trivellati (Borehole Thermal Energy Storage - BTES) ottenuto dal posizionamento di numerosissimi scambiatori termici verticali idraulicamente collegati, all'interno di perfori. La struttura dell'accumulo termico è isolata sulla sommità superiore per prevenire le principali perdite termiche per effetto dei gradienti di temperatura invernali. Il layout dell'accumulo di Crailsheim-Hirtenwiesen è cresciuto modularmente fino alla configurazione attuale, caratterizzata da 90 perfori con una profondità massima di 60 m. **L'intero volume cilindrico dell'accumulo presenta una distribuzione termica stagionale** che varia da un massimo di oltre 90 °C durante i cicli di carica estivi ad un minimo di 20 °C al termine dei periodi di riscaldamento invernali. A fine settembre, la temperatura dello stoccaggio è stabilmente intorno ai 65 °C.

Tabella 1 – Impianti solari dimostrativi ad accumulo termico stagionale in Germania

Progetto	Superf. collettori	Tipologia accumulo	Volume	Temperatura progetto	Realizz.
	m^2		m^3	$^{\circ}C$	Anno
Hamburg-Bramfeld	3.000	Struttura in CLS con rivestimento in acciaio	4.500	95	1996
Friedrichshafen-Wiggenhousen	4.050 (5.600)	Struttura in CLS con rivestimento in acciaio	12.000	95	1996
Hannover-Kronsberg	1.350	Struttura in CLS privo di rivestimento	2.750	95	2000
Minich-Ackermannbogen	2.900	Sezioni prefabbricate in CLS e rivestim. acciaio	5.700	95	2007**
Solaris-Chemnitz	540*	Pozzo con acqua/ghiaia e rivestimento plastico	8.000	85	1997
Steinfurt-Borghorst	510	Pozzo acqua/ghiaia con doppio rivestim. plastico	1.500	90	1998
Eggenstein-Leopoldshafen	1.500	Pozzo con acqua di riempimento e rivestim. plastico	3.000	90	2007**
Neckarsalum-Amorbach	5.470 (6.000)	Pozzi trivellati con condotti in PB	63.300	85	1997
Crailsheim	5.470 (7.300)	90 pozzi trivellati con condotti in PEX***	37.500	85	2007*
Rostock-Brinckmanshohe	1.000	Acquifero naturale di superficie	20.000	50	2000
Attenkirchen	800	Perfori con accumulo interno in CLS	10.000	85	2002

*Tubi sottovuoto **Impianti pianificati ***Polietilene reticolato

Lo schema idraulico di teleriscaldamento assistito da generazione termica solare ed accumulo stagionale realizzerà a regime la copertura, da fonte solare, del 50% del fabbisogno termico residenziale del distretto Crailsheim stimato in 4.100 MWh/anno, su un consumo energetico complessivo dell'intera cittadina di 1.623 GWh/anno [fonte: MUSEC, Progetto Multiplying Sustainable Energy Consumption, "Energy Baseline Assessment for Crailsheim"].

Resta evidente la forte complessità di simulazione dinamica del comportamento termoidraulico di sistemi solari di teleriscaldamento ed i forti costi di ingegnerizzazione dei progetti con particolare riferimento agli accumuli stagionali che richiedono ancora l'ottimizzazione dei processi di posa degli scambiatori per la riduzione dei costi complessivi.

Produzione di calore di processo per l'industria¹⁰³: ciò è tecnicamente ed economicamente conveniente per settori industriali e processi specifici nei quali ci sia continua e costante richiesta di calore a bassa temperatura e media temperatura (fino a 250 °C) e sia effettiva la possibilità tecnica di inserimento del sistema solare nel processo industriale esistente. A basse temperature, il calore può essere sfruttato nell'ambito alimentare e delle bevande in processi di lavaggio e sterilizzazione (bottiglie, contenitori), cottura dei cibi, pastorizzazione del latte, fermentazione dell'alcool, in quello tessile nella pigmentazione e lavaggio dei vestiti, in quello cartiero per essiccazione dei prodotti e nei trattamenti chimici.

Una frazione significativa del calore necessario a questi processi è richiesto a temperature inferiori a 200 °C, operativamente supportabili da integrazione mediante sistemi solari con collettori piani o a tubi evacuati per le temperature più basse e con collettori parabolici ad inseguimento per le temperature più elevate.

¹⁰³ Potential for Solar Heat in Industrial Processes. C.Vannoni, R.Battisti e S.Drigo, 2008.

Gli impianti solari termici per la produzione di calore di processo censiti al livello mondiale sono 86 per una capacità complessiva di circa 24 MWth (34.000 m² di collettori ripartiti in potenze termiche da pochi kW fino a installazioni di 800 kW) e prevalentemente ubicati in Austria, Grecia, Spagna, Germania, Stati Uniti e Italia.

Circa 60 di questi impianti forniscono calore a temperature minori di 100 °C, poi utilizzato tra 20 °C e 90 °C per la produzione di acqua calda di processo, per il preriscaldamento delle portate di alimento di generatori di vapore o per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Temperature così limitate consentono l'utilizzo dei collettori solari termici commerciali piani vetrati selettivi (FPC) anche se, soprattutto in impianti di grande taglia, si rileva l'uso di collettori parabolici lineari ad inseguimento monoassiale dove il loro impiego è economicamente giustificato.

Solar cooling: la climatizzazione solare (autonoma e/o assistita) è una delle più promettenti applicazioni del solare termico, consentendo un risparmio d'energia primaria rilevante. I sistemi per la produzione di servizi di raffreddamento sono adatti all'uso dell'energia solare, grazie alla correlazione esistente tra la disponibilità della radiazione e la domanda di climatizzazione estiva. Raffreddamento solare e climatizzazione sono settori maturi ma che offrono ancora un vasto potenziale per l'innovazione.

Le attività di ricerca attuali sono volte a migliorare i sistemi di controllo, di accumulo termico ed i mezzi termovettori, nonché ad ottenere unità più efficienti e compatte: lo sviluppo di macchine per il raffreddamento ad energia solare di piccola taglia (tra i 2 e i 7 kWth) può divenire la soluzione ambientalmente più vantaggiosa per assecondare la crescente richiesta di condizionatori elettrici decentralizzati di piccola taglia, coprendo simultaneamente la domanda di riscaldamento e climatizzazione.

In generale le tipologie di macchine più promettenti da abbinare al solare sono le seguenti:

- **macchine a bromuro di litio** con acqua che funge da refrigerante, e il bromuro di litio da assorbente, a semplice e doppio effetto. In questo caso il refrigerante è completamente libero da problematiche di impatto ambientale. Le macchine a semplice effetto ottimizzate per il solare funzionano con temperature al generatore intorno a 75-90 °C e con un coefficiente di prestazione COP (Coefficient Of Performance) intorno a 0,7; le macchine a doppio effetto raggiungono COP intorno a 1,15 ma con temperature intorno a 150 °C e quindi, mentre nel primo caso possono essere utilizzati collettori piani o sottovuoto, nel secondo sono necessari collettori a debole concentrazione o parabolici. È da notare inoltre che le macchine a bromuro di litio non sono reversibili e quindi l'energia termica necessaria per l'eventuale climatizzazione invernale deve essere fornita direttamente dai collettori;
- **macchine ad assorbimento ad acqua e ammoniaca.** In questo caso la sostanza assorbente è l'acqua mentre la sostanza refrigerante è ammoniaca e quindi un fluido non contenente CFC. La macchina è reversibile e ha un COP elevato in riscaldamento (intorno a 1,5-1,6 contro lo 0,9 e 1,1 rispettivamente per le caldaie ad alta efficienza e a condensazione) mentre il COP in refrigerazione è pari a quello delle macchine a bromuro di litio a semplice effetto (circa 0,7); le temperature al generatore sono elevate (intorno a 180 °C) ed anche in questo caso occorre ricorrere a collettori a concentrazione. Per un'ampia diffusione futura di macchine con questa tecnologia, come per quella a bromuro di litio, sarà necessario operare sul miglioramento della resa dei collettori, sull'ottimizzazione impiantistica e, contemporaneamente, sull'abbattimento dei costi;
- **sistemi ad essiccante liquido o solido.** In questo caso non si produce acqua refrigerata ma si opera direttamente sull'aria da trattare con trasformazioni psicrometriche di umidificazione, deumidificazione, raffreddamento e riscaldamento sensibili. L'essiccante è utilizzato per deumidificare l'aria e va rigenerato estraendone l'umidità assorbita mediante somministrazione di calore. La temperatura di fornitura del calore dipende dal tipo di essiccante, dalle trasformazioni seguite, e dalle condizioni termo-igrometriche (temperatura a bulbo secco e umidità) dell'aria ambiente variando indicativamente da 50 a 100 °C, mentre la rigenerazione può essere ottenuta direttamente con aria calda utilizzando collettori ad aria dal costo limitato. Lo sviluppo futuro dei sistemi ad essiccante liquido o solido riguarderà l'ottimizzazione dell'impianto per operare a basse temperature con aumento di resa dei collettori, e la riduzione della rilevante

potenza parassitica, fortemente penalizzante della resa energetica complessiva, spesa per la movimentazione di grossi volumi di aria.

Gli sforzi della R&S sono attualmente volti ad innalzare in modo sostanziale le efficienze e lavorare sia a livello di sistema, con attività di controllo e realizzazione di impianti dimostrativi che di sviluppo tecnologico.

In questo ambito si inserisce il progetto ENEA per la costituzione di un laboratorio per la determinazione della resa energetica e la qualificazione di collettori operanti a media temperatura (indicativamente fino a 250-300 °C) con lo scopo, tra gli altri, di **ottimizzare l'accoppiamento di tali collettori con impianti di raffrescamento utilizzando macchine a bromuro di litio a doppio effetto o quelle ad ammoniaca** (che grazie ai loro COP elevati permettono un consistente risparmio di energia primaria) e impianti per la **produzione di calore per scopi industriali o per la dissalazione dell'acqua di mare**.

Uno tra i più rilevanti progetti di integrazione del solare termico per il raffrescamento di edifici è l'impianto di *solar cooling* della Gr. Sarantis S.A. Cosmetic Industry che ha portato alla realizzazione di un sistema centralizzato di climatizzazione alimentato ad **energia solare**. L'impianto in uso nei nuovi edifici e nei magazzini della Azienda di prodotti cosmetici, fornisce energia per il riscaldamento e la climatizzazione estiva degli ambienti, con un parco di collettori solari piani selettivi per una superficie complessiva di 2.700 m². Il campo collettori è accoppiato a due macchine ad adsorbimento e copre circa il **50-55% del fabbisogno di condizionamento dell'aria e il 50-52% (900 MWh l'anno) del fabbisogno di riscaldamento del complesso industriale**. Il sistema installato nel 1999 è una delle applicazioni più efficienti di questa tecnologia, mostrando affidabilità e un forte potenziale di riduzione dei costi. La copertura dei carichi di picco estivo ed invernale dell'utenza industriale è assicurata da gruppi a compressione di vapore e caldaie tradizionali.

Il progetto Sarantis, co-finanziato dal Programma Operativo nazionale per l'Energia del Ministero dell'Ambiente greco, è un impianto pluripremiato con tre riconoscimenti internazionali: Energy Globe 2001 come il miglior investimento al mondo, terzo miglior progetto per l'energia sostenibile del 2001 e migliore investimento realizzato per l'anno 1999 secondo il CRES (Centro per le Fonti di Energia Rinnovabile in Grecia).

Desalinizzazione dell'acqua di mare e trattamento dell'acqua: sono in corso in diversi Paesi del mondo attività di ricerca tese allo sviluppo di nuovi sistemi di desalinizzazione e trattamento delle acque attraverso lo sfruttamento dei sistemi solari termici, con **l'obiettivo di sviluppare macchinari di piccola capacità per utenze distribuite**, superando il vincolo di incompatibilità tecnica con i sistemi di desalinizzazione attuali.

Un alto potenziale di innovazione risiede nella combinazione delle funzioni dell'involucro edilizio con la generazione di calore tramite i collettori solari: l'esigenza di disporre di configurazioni impiantistiche integrabili nel patrimonio esistente sta muovendo i settori industriali verso la progettazione di elementi costruttivi integrati, in grado di contribuire al miglioramento di performance di isolamento termico nei nuovi fabbricati e realizzare un netto miglioramento dell'aspetto visivo e della valenza architettonica degli impianti.

L'aumento del mercato di collettori solari e la diversificazione tecnica e tecnologica presente sui cataloghi dei fornitori testimonia la specificità delle applicazioni solari termiche attuali. I grandi impianti solari termici per usi industriali, agricoli e commerciali, **sono sempre più orientati all'utilizzo di collettori di grandi dimensioni, preassemblati in soluzioni "pronto tetto" per contenere i costi di installazione e collegamento idraulico**. In queste configurazioni gli elementi costruttivi integrano i collettori solari in strutture a cui è affidata la tenuta all'acqua, la resistenza al vento e l'isolamento termico del tetto e/o della facciata nonché i requisiti per la sopportazione dei carichi statici.

Le applicazioni che richiedono una più elevata temperatura (tra 80 °C e 250 °C) del fluido termovettore, richiedono le tecnologie disponibili con massima efficienza di conversione, come i collettori piani a doppia copertura vetrata, CPC (Compound Parabolic Concentrator) stazionari o piccoli collettori parabolici per utilizzo del calore in processi tecnologici o per funzioni di refrigerazione richieste dalle attività industriali.

Progressi significativi sono stati ottenuti nello sviluppo dei vetri di copertura, nelle verniciature per la protezione dal calore, nei rivestimenti antiriflesso e nell'ottimizzazione delle tecniche di giunzione delle lastre assorbenti con i tubi dell'assorbitore.

Gli edifici completamente riscaldati o fortemente assistiti dalla copertura energetica solare, richiedono accumuli stagionali del calore prodotto in esuberanza nei mesi estivi, per soddisfare le richieste nei periodi invernali.

Con l'introduzione dei sistemi di accumulo stagionali, aumenterà notevolmente la necessità di fornire spazio per tali elementi: le nuove prospettive tecnologiche indicano, tramite il miglioramento dell'isolamento termico, lo sviluppo di accumuli ad alta densità energetica per ridurre in modo drastico i volumi necessari.

Con l'obiettivo di realizzare sistemi di stoccaggio termico stagionale compatti con un volume di pochi metri cubi per singola utenza familiare, il settore R&S nel campo delle tecnologie di accumulo sperimenta nuovi approcci, come gli accumuli termochimici (TC) e gli accumuli con materiali a cambiamento di fase (PCM), che saranno in grado di compattare i serbatoi di calore e fornire energia con continuità alle utenze, indipendentemente dal periodo dell'anno.

Sistemi ibridi solare termico-fotovoltaico: negli ultimi tempi è cresciuto l'interesse per i sistemi ibridi solare termico-fotovoltaico. Con tali sistemi è possibile ottenere sia energia elettrica che calore; in tal modo si aumenta l'efficienza complessiva in quanto una parte delle perdite termiche viene convertita in calore utile ed inoltre le celle funzionano a temperatura più bassa rispetto a un semplice pannello convenzionale e quindi con efficienza di conversione energia incidente-energia elettrica prodotta più elevata. Il campo di ricerca e sviluppo nel settore ha l'obiettivo principale della progettazione di moduli che massimizzano la resa globale (termica+elettrica) e lo sviluppo a livello europeo di norme per la certificazione della resa energetica e la qualificazione che attualmente mancano.

Potenziale di sviluppo e barriere alla diffusione

La diffusione su vasta scala del solare termico, passa necessariamente per la penetrazione degli impianti in ambito residenziale e la realizzazione di impianti di grande taglia, destinati non solo alla produzione di acqua calda sanitaria, ma anche al riscaldamento di ambienti, alla produzione di calore nei processi industriali o al condizionamento estivo, in merito al quale è ora in svolgimento un interessante progetto europeo, dove l'Italia è partner [www.solair-project.eu].

Impianti di grande taglia sono anche quelli per il riscaldamento di acqua calda sanitaria per condomini che dovrebbero incontrare una notevole diffusione per l'obbligo di copertura del 50% del fabbisogno di acqua calda da fonte rinnovabile sul nuovo edificato, pubblico e privato, e nelle ristrutturazioni degli impianti termici, introdotto dal nuovo quadro normativo sulla performance degli edifici con il DLgs 311/2006.

Lo strumento di detrazione fiscale al 55% ha invece beneficiato dell'estensione temporale al 2010 assicurando grande stabilità e risolvendo gli operatori sull'opportunità di seguire ad investire nel settore ma resta ancora non confrontabile, tuttavia, con il risultato dell'incentivazione dei sistemi fotovoltaici. Per gli impianti solari termici è stato rimosso, poi, l'ostacolo burocratico della necessità di certificazione energetica dell'edificio. Con queste ipotesi, molte aziende del settore manifestano il loro ottimismo nelle previsioni future, in attesa, ancora ad oggi, delle regole attuative del Decreto relativo al rendimento energetico nell'edilizia, che possano rendere effettivo e operativo l'obbligo dell'introduzione del solare negli edifici.

Il problema complesso della definizione di regole tecniche, nonché di procedure amministrative efficienti, è tuttora aperto: il Progetto Europeo "ProSTO" si propone di sviluppare dei regolamenti edilizi "modello", da mettere a disposizione degli Enti locali, per coadiuvarli nell'implementare rapidamente i nuovi obblighi di utilizzo di fonti rinnovabili. L'accresciuta sensibilità dell'utente verso i temi ambientali e nei confronti dei sempre crescenti prezzi dell'energia convenzionale, inoltre, sono elementi incoraggianti per la penetrazione della tecnologia del solare termico nei settori residenziale, alberghiero ed industriale italiani.

Nel settore residenziale italiano [fonte: Istituto di Ricerche Ambiente Italia, Progetto Europeo IEE "SOLARGE"], si contano circa 21.500.000 appartamenti, di proprietà per il 75% della popolazione ivi residente. In questo panorama nazionale i sistemi di riscaldamento autonomo sono estremamente comuni, differentemente dai sistemi centralizzati per riscaldare ambienti e produrre acqua calda ad uso sanitario.

La diffusione di piccole reti di teleriscaldamento è ancora più rara: la potenza totale installata in teleriscaldamento contribuisce meno dell'1% alla domanda totale di calore nel settore residenziale, pari a 3.600 GWth, fornita prevalentemente da combustibile gas naturale.

Nel caso di impianti centralizzati, infatti, si ha quasi sempre l'adozione di soluzioni autonome per l'acqua calda sanitaria.

Gli alti tassi di ristrutturazione del patrimonio edilizio residenziale nazionale confermano la forte tendenza verso sistemi autonomi per la produzione di calore. Il bassissimo indice di sfruttamento del settore condominiale è confermato dai dati al 2004, con una percentuale di impianti solari termici con superficie maggiore di 30 m² compreso tra l'1% e il 2% del mercato totale. Tali aspetti, nonostante l'elevatissimo potenziale in gioco, pongono barriere tecniche e decisionali a un'adeguata penetrazione del solare termico in questo settore.

Per l'alberghiero, la situazione italiana è migliore: il settore conta circa 33.500 alberghi, localizzati prevalentemente in Trentino Alto Adige (18%) ed Emilia Romagna (15%), Veneto (10%), Lombardia (9%) e Toscana (9%) ed il sistema di riscaldamento più comune è quello centralizzato sia per gli ambienti **sia per l'acqua calda sanitaria** ma nonostante un elevatissimo potenziale di sfruttamento tecnico del solare termico nel settore, **i prezzi dell'energia agevolati e l'attrattiva di investimenti a basso tempo di ritorno economico** ne hanno impedito, fino ad oggi, una ampia diffusione.

Gli studi condotti con differenti approcci metodologici condotti in Austria, Spagna, Portogallo, Italia e Olanda, hanno identificato un elevato potenziale tecnico di integrazione del solare termico in settori industriali interessanti e promettenti, quantificando la domanda di calore a differenti livelli di temperatura. Il 30% del fabbisogno di calore ad usi industriali è richiesto a temperature inferiori a 100 °C e tale percentuale sale addirittura a quasi il 60% estendendo il limite superiore a 400 °C per abbracciare le applicazioni in cui si impiega vapore per esigenza di trasporto. Con tali potenziali, il contributo del solare termico può essere pari al 3÷4% della domanda di calore complessiva **nell'industria, che su scala europea (EU25) corrisponde ad un potenziale tecnico considerevole, maggiore di 100 GWth, per sola integrazione del solare termico nei processi industriali. L'apporto di tale settore applicativo è un aspetto decisivo al fine del raggiungimento degli obiettivi nazionali al 2020 in merito alla quota minima di utilizzo di energia rinnovabile.** Certamente sarà necessario, a sostegno di tale crescita, un intervento decisivo delle Pubbliche Istituzioni per supportare lo sviluppo di una industria nazionale che è già presente sul territorio con diverse realtà ad alto grado di specializzazione.

Gli obiettivi obbligatori al 2020 recentemente fissati della Commissione Europea nella revisione della normativa sulle rinnovabili comporta che anche la tecnologia solare termica dovrà contribuire al loro raggiungimento. Lo scenario di riferimento cosiddetto "AAU - Austria As Usual", cioè il raggiungimento, al 2020, dello stesso livello procapite che l'Austria ha oggi, condurrebbe, al 2020, ad un mercato di 2,2 GW (3.200.000 m²) e a un totale installato di 12 GW (17.000.000 m²).

Dati tecnico economici

La riduzione del costo dell'energia termica prodotta costituisce la chiave di affermazione della tecnologia solare, sia per le applicazioni di bassa temperatura, che, soprattutto, per le applicazioni di alta temperatura per l'uso industriale e la climatizzazione solare.

L'entità dell'investimento e la producibilità di un impianto sono i principali fattori nella determinazione del costo dell'energia termica prodotta. Intervenire sul valore del kWhth, perciò, significa diminuire la spesa d'investimento dell'impianto abbattendo il costo di fabbricazione dei collettori e degli accumuli, superando il limite di rendimento attuale dei collettori commerciali piani e a tubi sottovuoto.

Il costo di un impianto per la produzione di acqua calda ad uso sanitario domestico monofamiliare varia in funzione della quantità d'acqua desiderata, della complessità di installazione dell'impianto medesimo e del tipo di integrazione che la fonte solare realizza su di un impianto termoidraulico già esistente.

Questi fattori rendono complessa l'analisi economica per la tecnologia e solo limitatamente all'utilizzo impiantistico per produzione di acqua calda sanitaria, indicativamente, i costi possono variare da un minimo di 3.500 euro ad un massimo di 4.500 euro per l'installazione di una superficie di collettori che va da un minimo di 4 m² (2 collettori) ad un massimo di 6 m² (3 collettori).

I vincoli tecnici dati dal tetto, dal tipo di caldaia di integrazione normalmente esistente e l'architettura dell'impianto d'acqua calda sanitaria possono influire fortemente sul costo finale della tecnologia.

Molto diffusi sono gli impianti a circolazione forzata dimensionati in kit per la copertura mediamente del 70-80% del fabbisogno monofamiliare e reperibili sul mercato a costi inferiori ai 4.000 euro a cui tuttavia vanno aggiunti i costi di installazione ed integrazione con la propria caldaia (almeno 1.000-1.500 euro).

Il costo medio del m² di collettore, che si attesta intorno ai 1.000-1.200 euro/m², rende difficile la sostenibilità economica degli investimenti in assenza di adeguati meccanismi di incentivazione della tecnologia solare termica.

Nella comparazione con la produzione di energia termica dal gas (le performance economiche dei sistemi solari termici migliorano enormemente nel confronto con la produzione di energia termica da energia elettrica), una produzione annua pari a circa 700 kWh/m² di collettore solare installato e corrispondente ad un risparmio di 60-70 euro/anno per mancato consumo di gas in caldaia, necessiterebbe di tempi di ritorno dell'investimento superiori ai 15 anni che solo grazie alle defiscalizzazioni attuali del 55% si dimezzano.

Lo stesso meccanismo di defiscalizzazione, introdotto dalla Finanziaria 2007 e non legato in alcun modo al risparmio energetico, sta introducendo anomalie di mercato e forte oscillazione dei costi della tecnologia solare, il più delle volte superiori a quelli prima indicati.

Il mercato è tuttavia in fermento e con l'entrata in campo di grandi operatori della termotecnica è auspicabile nel breve periodo una riduzione dei costi della tecnologia.

Circa gli investimenti per gli innovativi sistemi ad accumulo termico stagionale ad integrazione solare, le *performance* economiche sono fortemente condizionate non solo dai costi degli accumuli (elevatissimi per ingegnerizzazione, cantierizzazione e realizzazione dei progetti) quanto più pesantemente dalle prestazioni termiche tanto degli accumuli stessi quanto della rete di distribuzione del calore alle utenze finali. Una frazione importante dei costi degli impianti termici ad accumulo stagionale assistiti da riscaldamento solare è dovuta alla complessità ed unicità del sistema di accumulo selezionato per lo specifico sito di **installazione ed al problema dell'individuazione del miglior compromesso economico per le scelte progettuali, che richiede un approccio analitico complesso e l'ottimizzazione di ciascun elemento tecnico e/o tecnologico di sistema. I programmi tecnico-scientifici di monitoraggio degli impianti termici ad accumulo stagionale in Germania sono volti ad identificare i punti deboli di ciascuna realizzazione pilota, allo scopo di ottimizzare le fasi ingegneristiche di realizzazione e rendere i progetti dimostrativi più economici, prerequisito, questo, per la loro penetrazione nel mercato.**

La mancanza di adeguati programmi di incentivazione e sviluppo e lo scarso interesse imprenditoriale ed industriale fanno registrare un complessivo ritardo nazionale nella realizzazione di impianti pilota e nella partecipazione e cofinanziamento di progetti dimostrativi.