



**ENEA**

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

# QUADERNO

## SOLARE TERMODINAMICO

LUGLIO 2011

**A cura di: Alfredo Fontanella, Tommaso Crescenzi, Francesco Di Mario, Fabrizio Fabrizi, Domenico Mazzei**

## INDICE

<b>1. QUADRO DI RIFERIMENTO INTERNAZIONALE</b>	<b>5</b>
Stato e prospettive della tecnologia	5
Situazione di mercato e prospettive	8
Principali operatori del settore	9
<b>2. IL SOLARE TERMODINAMICO IN ITALIA</b>	<b>10</b>
Prospettive di sviluppo	10
L'industria nazionale e il ruolo dell'ENEA	11
<b>3. LA RICERCA</b>	<b>12</b>
<b>4. PROBLEMI NORMATIVI</b>	<b>13</b>
<b>5. CONCLUSIONI</b>	<b>14</b>



# 1. QUADRO DI RIFERIMENTO INTERNAZIONALE

## **Stato e prospettive della tecnologia**

Il Solare termodinamico o solare a concentrazione (CSP: Concentrated Solar Power) utilizza l'energia solare per produrre calore ad alta temperatura in modo analogo all'impiego dei combustibili fossili nelle convenzionali centrali termiche.

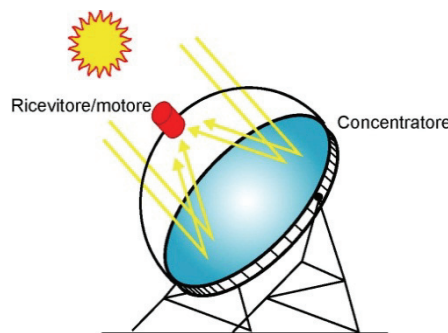
Il calore così prodotto può essere utilizzato in vari processi industriali (ad esempio desalinizzazione dell'acqua di mare, produzione di idrogeno da processi termochimici ...) o nella produzione di energia elettrica, riducendo in questo modo il consumo di combustibili ed eliminando le emissioni di inquinanti nell'atmosfera.

Questa tecnologia si basa sull'uso di opportuni sistemi ottici (concentratore), che raccolgono e inviano la radiazione solare diretta su un componente (ricevitore), dove viene trasformata in calore ad alta temperatura trasferito ad un fluido. Il parametro che caratterizza questi sistemi è il fattore di concentrazione. Tanto più alto è questo fattore, tanto più alta sarà la temperatura che è possibile raggiungere.

Nell'ambito degli impianti solari a concentrazione si possono identificare fondamentalmente tre diverse tecnologie, che presentano differenti situazioni di sviluppo tecnologico e commerciale:

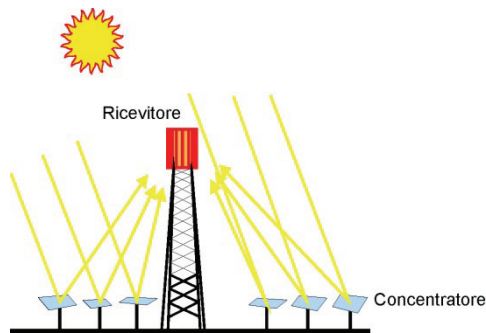
- dischi parabolici
- torri solari
- collettori parabolici

I *dischi parabolici* utilizzano pannelli riflettenti di forma parabolica che inseguono il movimento del sole attraverso un meccanismo di spostamento su due assi e concentrano continuamente la radiazione solare su un ricevitore montato nel punto focale. Il calore ad alta temperatura viene normalmente trasferito ad un fluido utilizzato in un motore (Stirling), posizionato al di sopra del ricevitore, dove viene prodotta direttamente energia elettrica.



La forma ideale del concentratore è un paraboloide di rivoluzione; alcuni concentratori approssimano tale forma geometrica utilizzando un insieme di specchi con profilo sferico montati su una struttura di supporto.

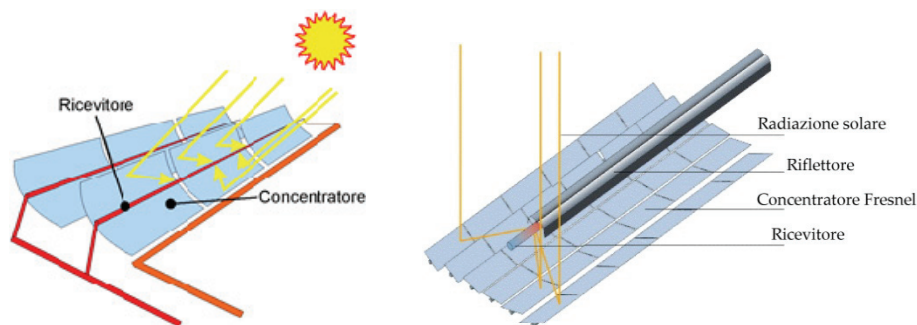
La *torre solare* utilizza pannelli riflettenti piani (eliostati) che inseguono il movimento del sole su due assi, concentrando la luce solare su un ricevitore, montato sulla sommità di una torre, all'interno del quale viene fatto circolare un fluido per l'asportazione del calore solare. Il principio di funzionamento è analogo a quello dei sistemi a dischi parabolici, con il concentratore costituito da un elevato numero di eliostati a formare una superficie riflettente di migliaia di metri quadrati (campo solare).



I raggi solari che colpiscono ogni eliostato vengono riflessi su un punto unico, fisso nel tempo, che funge da punto focale del paraboloide.

Nei *collettori parabolici* il concentratore ha un profilo parabolico lineare, con superfici riflettenti che inseguono il sole, attraverso un meccanismo di rotazione su un solo asse, per focalizzare la radiazione solare su un tubo ricevitore posizionato lungo il fuoco della parabola.

L'energia solare assorbita dal tubo ricevitore è trasferita ad un fluido di lavoro che viene fatto fluire al suo interno.



Un'evoluzione dei collettori parabolici lineari, è il sistema di concentratori *lineari Fresnel*. In questo sistema il concentratore parabolico è costituito da segmenti di specchi piani disposti secondo il principio della lente Fresnel, con il tubo ricevitore posizionato nel punto focale. In questo caso la movimentazione riguarda solo il concentratore mentre il tubo ricevitore è fisso.

Per quanto riguarda le prestazioni, i sistemi con puntamento su due assi, cioè le torri e i dischi, consentono di concentrare maggiormente la radiazione solare (oltre 1000 volte contro le 100 dei sistemi ad un solo asse) e di raggiungere temperature più elevate. Ciò comporta rendimento più elevato nella produzione di energia elettrica, ma anche maggiore complessità tecnologica.

Dal punto di vista dello sviluppo tecnologico, i collettori parabolici lineari hanno raggiunto la piena maturità commerciale, anche se ci sono ancora grossi margini di miglioramento. Le altre tecnologie sono essenzialmente in fase dimostrativa o preindustriale, anche se non mancano applicazioni commerciali.

In particolare i collettori parabolici lineari hanno avuto un forte sviluppo negli anni 1980 – 1990, con la costruzione di 9 impianti, per una potenza complessiva di 354 MW, nel deserto della California. Questi impianti, denominati SEGS (Solar Energy Generating Systems) sono ancora in esercizio commerciale.

La costruzione di nuovi impianti solari termodinamici ha subito una battuta di arresto fino al 2000 quando in Spagna è iniziato un nuovo programma di sviluppo su scala industriale e nel 2001 in Italia è iniziato il progetto di ricerca dell'ENEA, finalizzato allo sviluppo e

alla dimostrazione su scala industriale di impianti a collettori parabolici lineari di seconda generazione.

Gli impianti di seconda generazione si caratterizzano oltre che per le migliori prestazioni, soprattutto per il superamento dei limiti posti dall'utilizzo dell'olio diatermico come fluido termovettore. Questo fluido limita la temperatura massima di esercizio a meno di 400 °C, ed inoltre comporta rischi per la sicurezza e per l'ambiente, essendo altamente infiammabile ed inquinante.

Gli impianti a collettori parabolici di nuova generazione, secondo la tecnologia ENEA, utilizzano miscele di sali fusi come fluido termovettore e come mezzo di accumulo termico (Progetto Archimede, Italia, 2010). Negli impianti spagnoli si continua a usare olio diatermico come fluido di scambio termico e sali fusi solo per il sistema di accumulo termico (Andasol, Spagna, 2008).

La tecnologia dei sali fusi è utilizzata da tempo in campo industriale, per esempio nei trattamenti metallurgici in forma di "bagni statici", ma rappresenta una novità come fluido circolante in reti di notevole estensione.

Le miscele di sali fusi, principalmente nitrati di sodio e di potassio, ma anche altre composizioni a più componenti, rimangono stabili fino a circa 600 °C, non sono infiammabili, in caso di fuoriuscite accidentali solidificano rapidamente a contatto con il terreno e sono quindi facilmente recuperabili, sono poco costose e hanno buone caratteristiche termo-fluidodinamiche inoltre consentono di realizzare sistemi di accumulo termico compatti a pressione ambiente.

A fronte di questi vantaggi, i sali fusi presentano però l'inconveniente di avere un'alta temperatura di solidificazione (tra 140 e 240 °C a secondo del tipo di miscela), e quindi l'impianto dovrà prevedere opportuni sistemi ausiliari e particolari procedure operative per garantire la corretta circolazione del fluido in ogni condizione di funzionamento.

Un aspetto fondamentale delle tecnologie solari termodinamiche è la possibilità di accumulare energia in forma di calore ad alta temperatura; in questo modo è possibile *disaccoppiare* la raccolta dell'energia solare, legata al ciclo giorno - notte e alle condizioni atmosferiche, dalla produzione, legata invece alla domanda da parte degli utilizzatori.

Grazie al sistema di accumulo termico il solare termodinamico, pur utilizzando una fonte variabile come l'energia solare, può, entro certi limiti, essere gestito come un impianto a combustibile fossile, cioè in grado di programmare la produzione. Il limite di questa possibilità è costituito dalla capacità dell'accumulo termico, che può essere definita in sede di progetto come punto di equilibrio tra il maggior costo di impianto e il maggior valore economico dell'energia prodotta in conseguenza della maggiore *dispacciabilità*.

Un aspetto della tecnologia solare termodinamica è la disponibilità di acqua, sia per la pulizia periodica degli specchi, ma soprattutto per il raffreddamento del condensatore del ciclo vapore. Questo potrebbe sembrare un grosso limite per le applicazioni nei deserti, che costituiscono l'ambiente ideale per la loro installazione. In realtà il problema può essere superato con sistemi di lavaggio a recupero dell'acqua e sistemi di raffreddamento con torri a secco.

Attualmente la maggior parte degli impianti solari termodinamici si trovano negli Stati Uniti (49% della potenza totale installata) e in Spagna (47%). La tabella riportata a pagina seguente elenca i principali impianti attualmente in esercizio.

### Principali impianti solari termodinamici in esercizio

Tecnologia	Impianto	MW	Paese
Collettori parabolici lineari	SEGS (9 unità)	354	USA
	Solnova (3 unità)	150	Spagna
	Andasol (2 unità)	100	Spagna
	Nevada Solar One	64	USA
	Ibersol Ciudad Real	50	Spagna
	Alvarado 1	50	Spagna
	Extresol 1	50	Spagna
	La Florida	50	Spagna
	Yazd	17	Iran
	Archimede	5	Italia
	Keahole	2	USA
	Saguaro	1	USA
	Torri solari	PS 20	20
PS 10		11	Spagna
Jülich Solar Tower		5	Germania
Sierra SunTower		5	USA
Har Hotzvim		2	Israele
Shiraz		0.25	Iran
Dischi solari	Maricopa Solar	1.5	USA
Collettori a lente di Fresnel	Kimberlina	5	USA
	Liddell	2	Australia
	Puerto Errado 1	1.4	Spagna

Fonte: ESTELA

### Situazione di mercato e prospettive

Dopo la fase pionieristica, con l'esperienza positiva degli impianti SEGS, che ha portato la potenza complessivamente installata a oltre 350 MW, e a cui è seguito un lungo periodo di stasi, dal 2007 le tecnologie solari termodinamiche sono entrate in una fase di sviluppo commerciale, caratterizzata da numerosi impianti di dimensioni significative, con potenza unitaria di 50 MW.

Nel 2010 la potenza complessivamente installata ha raggiunto circa 1 GW, con una crescita di quasi il 50% rispetto all'anno precedente. In termini economici questo sviluppo corrisponde a un investimento complessivo di oltre 1 miliardo di €, particolarmente significativo in un periodo caratterizzato da crisi diffusa.

La tecnologia dominante è attualmente quella dei collettori parabolici, con quasi il 90% della potenza installata, le torri solari rappresentano quasi il 10%, mentre i dischi parabolici e i collettori a lente di Fresnel hanno un ruolo ancora marginale. Nei prossimi 10 anni le torri dovrebbero raggiungere una quota di potenza installata del 15 ÷ 20%, i dischi solari il 10 ÷ 12% e i collettori a lente di Fresnel il 2 ÷ 4%.

Per quanto riguarda la distribuzione geografica, i Paesi guida sono la Spagna e gli Stati Uniti, a cui si stanno affiancando i Paesi del Mediterraneo (Algeria, Marocco, Egitto e Israele), che hanno in progetto per i prossimi 10 anni impianti per circa 2 GW e Paesi emergenti come Cina e India, con progetti per 400 MW.



Una grossa spinta allo sviluppo applicativo delle tecnologie solari termodinamiche deriva dalla crescente domanda di energie rinnovabili, a cui si aggiungono alcuni vantaggi specifici di queste tecnologie rispetto ad altre fonti rinnovabili:

- prevedibilità e affidabilità della produzione elettrica,
- costi competitivi,
- elevata potenza unitaria degli impianti,
- elevata quota locale negli investimenti.

La sfida più importante è il raggiungimento della "grid parity", cioè il costo di produzione dell'energia elettrica competitivo rispetto ai combustibili fossili.

Secondo gli operatori del settore, riuniti nell'associazione ESTELA, questo obiettivo dovrebbe essere raggiunto attraverso 3 fasi:

- la fase attuale, iniziata nel 2007 e che dovrebbe proseguire fino al 2015, caratterizzata da una potenza complessivamente installata fino a 10 ÷ 12 GW, taglie unitarie di impianto da 50 a 100 MW e costo dell'energia elettrica in leggera discesa (27 ÷ 30 c€/kWh);
- una successiva fase, fino al 2020, che dovrebbe portare la potenza complessiva fino a 18 ÷ 30 GW, con impianti di potenza unitaria di 100 ÷ 250 MW e costi di produzione prossimi a quelli delle fonti tradizionali (10 ÷ 18 c€/kWh);
- una fase finale, fino al 2025, con potenza complessiva di 60 ÷ 100 GW, impianti di grandi dimensioni (oltre 250 MW) e costi di produzione dell'energia competitivi (meno di 10 c€/kWh).

Secondo queste stime, quindi, dopo il 2025 le tecnologie solari termodinamiche dovrebbero essere in grado di diffondersi senza ulteriori interventi di sostegno o sforzi di innovazione e i limiti di applicazione dipenderanno solo dalle condizioni di insolazione e dalla disponibilità di superfici. Se tale obiettivo verrà raggiunto, le prospettive di mercato nel medio lungo-termine appaiono molto promettenti: ad esempio, le proiezioni IEA (ETP 2010) indicano una progressiva penetrazione di questi sistemi, che dovrebbero raggiungere circa il 5% della produzione elettrica mondiale al 2030 e il 10% al 2050.

Nell'ambito delle fonti rinnovabili, il forte sviluppo commerciale delle tecnologie fotovoltaiche ha messo in concorrenza termodinamico e fotovoltaico nel campo dei grossi impianti; infatti l'avvicinarsi dei costi di produzione tra i due sistemi ha spostato i termini di confronto su altre caratteristiche, come ad esempio la rapidità di realizzazione degli impianti fotovoltaici e la dispacciabilità dell'energia, grazie al "thermal storage", del termodinamico.

### **Principali operatori del settore**

I Paesi maggiormente impegnati nello sviluppo di tecnologie, nella progettazione di impianti e nella fabbricazione di componenti speciali per impianti solari termodinamici sono: Spagna, Germania, Italia, USA e Israele.

La principale sfida tra gli operatori è rappresentata dalla capacità di internazionalizzazione, cioè la capacità di stringere relazioni e cogliere le opportunità in altri Paesi, prescindendo dallo sviluppo di una domanda interna significativa. Gli operatori italiani che fanno riferimento al mercato internazionale e che vengono citati, sono trattati con maggiore dettaglio nel capitolo successivo.

Tra le società di ingegneria europee impegnate nel solare termodinamico hanno un ruolo di rilievo le spagnole Cobra, Acciona e Abengoa Solar, la tedesca Solar Millennium, le italiane Techint, Tecnimont ed ENEL Ingegneria e Innovazione.

L'impegno delle grandi società di componentistica è rivolto alla standardizzazione dei prodotti e dei processi produttivi e alla crescita attraverso acquisizioni.

Tra i maggiori produttori di collettori parabolici lineari ci sono: Flagsol (Germania), Consorzio Solare XXI (Italia), Abengoa Solar, Albiassa Solar e Novatec Biosol (Spagna), Solargenix Energy (USA).

Per le strutture di supporto dei collettori si possono citare la tedesca Almeco (con stabilimenti anche in Italia), la spagnola Isowat Made e l'italiana D&D di Udine.

Noti produttori di collegamenti flessibili sono: Senior Berghöfer (Germania) e Astroflex (Italia).

Il mercato mondiale dei tubi ricevitori è dominato da tre marchi: la tedesca Schott, l'israeliana Solel e l'italiana Archimede Solar Energy; la Solel al 100% e Archimede Solar Energy al 45% sono controllate da Siemens.

Importanti produttori di specchi parabolici sono: Flabeg, Ronda (Italia), RioGlass Solar (Spagna), Ausra (USA) e Saint-Gobain (Francia).

Alle aziende specializzate nel solare termodinamico tendono ad aggiungersi nuove aziende che diversificano il loro settore di attività per cogliere nuove opportunità, per esempio la già citata Almeco, azienda multinazionale con stabilimenti anche in Italia, che opera da anni nel settore dell'illuminotecnica, si è recentemente impegnata nella produzione di collettori solari e conta di ottenere il 10% del proprio fatturato dall'industria del solare termodinamico.

La situazione industriale è comunque in continua evoluzione, anche per l'affacciarsi sul mercato internazionale di nuovi produttori cinesi.

## **2. IL SOLARE TERMODINAMICO IN ITALIA**

### ***Prospettive di sviluppo***

La situazione in Italia nel 2010 è stata caratterizzata dall'entrata in funzione dell'impianto Archimede di Priolo Gargallo, che con una potenza di 5 MW inserisce il nostro Paese tra gli utilizzatori commerciali del solare termodinamico. Tuttavia il peso del mercato nazionale rimane marginale a fronte dell'impegno delle aziende italiane del settore e dell'attività di ricerca, soprattutto dell'ENEA. Pertanto il solare termodinamico rappresenta principalmente una tecnologia da esportazione, anche se si stanno aprendo interessanti spazi nel settore del "mini CSP" e delle soluzioni integrate.

Le prospettive di applicazione in Italia delle tecnologie solari termodinamiche in impianti di grossa taglia per la produzione di energia elettrica appaiono modeste, in quanto le condizioni ottimali per il loro impiego si riscontrano in una parte limitata del territorio nazionale, in particolare la Sicilia, il sud della Puglia e parte della Sardegna. Inoltre anche in queste regioni l'utilizzo di vaste aree pianeggianti e ben servite da infrastrutture viarie e reti elettriche si scontra a volte con impieghi alternativi, per esempio turistici o agricoli. Rimangono disponibili le aree industriali dismesse o le discariche esaurite, dove questi impianti potrebbero rappresentare un utile modo per riqualificare l'ambiente.

In questa situazione, le aziende nazionali, molto attive nel settore, da un lato puntano al consolidamento della tecnologia per i grandi impianti, attraverso l'avvio di progetti dimostrativi di alcune decine di MW in Italia e la partecipazione ad iniziative analoghe in altri paesi (come quelli della sponda sud del Mediterraneo, Medio Oriente, India), dall'altro cercano soluzioni alternative, promettenti anche per il mercato italiano.

Tra i progetti più interessanti per le applicazioni di potenza da realizzare in Italia, vanno citati quelli che vedono come principale protagonista ENEL Green Power, che in collaborazione con altre aziende nazionali ed europee dovrebbe costruire in Sicilia impianti di taglia dell'ordine di 25-30 MW, che sono stati proposti nell'ambito dei programmi europei (VII Programma quadro, NER 300) ed utilizzano la tecnologia a sali fusi.

Tra le nuove applicazioni, le più interessanti sono il *mini CSP* e le *soluzioni integrate*.

Con il termine *mini CSP* si intende l'utilizzazione delle tecnologie solari termodinamiche in applicazioni termiche o cogenerative di piccole dimensioni (1 MW o poco più), con

collettori di dimensioni ridotte, minore temperatura del fluido termovettore (non oltre 350 °C) e la possibilità di installazione sopra le coperture di edifici e stabilimenti industriali. Questi sistemi possono trovare conveniente applicazione in campo industriale per la produzione di calore di processo o nel terziario per la climatizzazione di edifici.

L'azienda statunitense Sopogy ha iniziato a operare in questo settore fin dal 2002, ma più recentemente alcune aziende italiane, come la D&D di Udine, la FERA e la Xeliox (gruppo Donati) si sono impegnate nello sviluppo di prodotti specifici per queste applicazioni.

Le *soluzioni integrate* consistono in impianti solari termodinamici appositamente configurati e ottimizzati per operare in modo integrato con altre fonti energetiche rinnovabili, tipicamente le biomasse, e fornire energia elettrica, calore per processi produttivi, climatizzazione, dissalazione, ecc.

Il prototipo di questa tecnologia è il sistema TREBIOS sviluppato dall'ENEA, di cui sono previste alcune realizzazioni dimostrative. Su questo concetto si basa il progetto MATS, finanziato dall'Unione Europea, per la costruzione di un impianto dimostrativo da 1 MW in Egitto.

Altre possibili applicazioni del solare termodinamico riguardano sia la generazione elettrica/cogenerazione di piccolissima taglia (dal kW ad alcuni kW) con sistemi disco parabolico/motore Stirling, attualmente in fase di prima introduzione nel mercato anche da parte di aziende nazionali (Innova), sia, allo stadio più di ricerca, i processi produttivi assistiti da energia solare concentrata, come ad esempio la produzione di biocombustibili (*solar fuels*), e il reforming solare del metano. In una prospettiva di più lungo termine ci sono i processi termochimici per la produzione di idrogeno dall'acqua con energia solare concentrata, su cui l'ENEA svolge attività di ricerca.

## ***L'industria nazionale e il ruolo dell'ENEA***

In Italia, anche se c'è stata una prima realizzazione già negli anni 1980 (impianto Eurelios), l'industria del solare termodinamico nasce negli anni 2000 in seguito alle attività di ricerca e sviluppo dell'ENEA. Tali attività hanno portato ad una serie di innovazioni che consentono di rendere più efficiente la tecnologia basata sui collettori parabolici lineari, ed in particolare:

- la tecnologia dei sali fusi come fluido termovettore in circuiti di grande estensione;
- una nuova struttura del collettore solare, con tubo di torsione, centine e correnti;
- un rivestimento spettralmente selettivo particolarmente efficiente;
- un nuovo tubo ricevitore con prestazioni avanzate;
- nuovi pannelli riflettenti con tecnologia a vetro sottile.

La partecipazione ai progetti di sperimentazione e la condivisione di nuove conoscenze ha consentito a diverse aziende di fare esperienza in un nuovo settore, qualificarsi e in qualche caso di raggiungere posizioni di vertice a livello internazionale, come nel caso di Archimede Solar Energy (gruppo Angelantoni Industrie), che ha recentemente realizzato un nuovo impianto di produzione per il tubo ricevitore, incrementando il personale addetto e prevedendo ulteriori sviluppi.

Altra grossa opportunità è stata la costruzione dell'impianto Archimede, in seguito alla quale il Gruppo ENEL può accreditarsi come riferimento industriale per questo tipo di tecnologia.

Tra le società di progettazione che hanno sede operativa in Italia risultano molto attive:

- Tecnimont, che attraverso la controllata KT partecipa al progetto MATS,
- Techint che partecipa al consorzio Solare XXI per la produzione di collettori solari e ha sviluppato, tra l'altro, un impianto di dissalazione assistito da energia solare concentrata per la Libia,
- FERA, che è impegnata sulla tecnologia Linear Fresnel attraverso il consorzio FREeSuN.

Tra queste società assume un ruolo di rilievo ENEL Ingegneria e Innovazione, che ha curato, con il supporto ENEA, la progettazione esecutiva e la costruzione dell'impianto Archimede.

Anche nella componentistica si sono affermate diverse aziende italiane, tra cui Ronda HighTech, Astroflex e DD.

Ronda High Tech ha maturato una notevole esperienza specifica nella realizzazione di pannelli riflettenti e strutture di collettori parabolici lineari. In collaborazione con l'ENEA ha sviluppato un pannello riflettente innovativo, costituito da un supporto in materiale composito SMC (Sheet Moulding Compound) con specchio in vetro sottile. Questa soluzione consente di ottenere eccellenti caratteristiche dimensionali e strutturali ed è stata adottata per l'impianto Archimede. Punta a sviluppare l'offerta di impianti solari completi nel campo mini CSP.

Astroflex è specializzata nella produzione di tubi di acciaio flessibili in grado di resistere ad elevate pressioni e temperature, è impegnata con l'ENEA a sviluppare nuovi sistemi di collegamento flessibile tra i collettori solari e le parti fisse dell'impianto.

D.D. di Udine è specializzata nella realizzazione di carpenteria metallica, lavorazioni a macchine utensili e assemblaggio macchine. Ha acquisito esperienza nella produzione di carpenteria metallica di precisione per le strutture di supporto dei collettori parabolici lineari e in collaborazione con l'ENEA ha sviluppato un nuovo modello di collettore e un meccanismo innovativo per il movimento dei collettori nell'inseguimento solare. Attualmente è impegnata nello sviluppo di un impianto completo tipo mini CSP.

Altre aziende italiane con esperienza nel solare termodinamico sono:

- *POLO, ITIV e Steroglass* nella fabbricazione di tubi ricevitori;
- *Reflex, Menzolit, Polynt, FastGlass, Diplomatic, SIFA, Comes, BHT, Donati Group, Faini Telecommunication Systems, SIFA* nei collettori solari;
- *Alstom Power* per l'ingegneria dei circuiti a sali fusi;
- *Ansaldo*, per lo sviluppo del generatore di vapore solare;
- *Italcementi, Ingegneria Consorzio CSP, Tolo Energia*, per il sistema di accumulo termico.

In generale possiamo dire che gli operatori italiani continuano a scommettere nello sviluppo del "Made in Italy" in questo settore: hanno costituito una associazione di categoria (ANEST) e continuano a dare significativi segnali nella componentistica e nell'impiantistica in termini di investimenti e di incremento del personale addetto.

### **3. LA RICERCA**

Le principali organizzazioni di ricerca impegnate sul solare termodinamico a livello internazionale sono:

- CIEMAT, CENER, CTAER, Plataforma Solar de Almería, Universidad de Sevilla in Spagna;
- NREL, Sandia in USA;
- DLR, Fraunhofer Institute in Germania;
- ENEA in Italia.

A livello europeo, le attività di ricerca e sviluppo nel settore sono inserite nel SET Plan e vengono portate avanti nell'ambito della European Energy Research Alliance (EERA).

Per i parabolic trough la ricerca è oggi prevalentemente di tipo industriale, riguarda principalmente il miglioramento delle prestazioni e l'ottimizzazione del processo di fabbricazione dei componenti chiave (struttura di supporto del collettore, tubo ricevitore, coating selettivo, pannelli riflettenti), mentre la ricerca di base riguarda principalmente i

fluidi termo vettori, per ampliare il campo delle temperature di lavoro, e il sistema di accumulo termico, con lo studio di soluzioni ad unico serbatoio, utilizzo di materiali inerti come mezzo di accumulo e sviluppo di materiali cementizi speciali e geometrie innovative per la costruzione dei serbatoi. L'ENEA ha un impegno rilevante sulle diverse tematiche, sia per quanto riguarda il supporto alla ricerca industriale, con qualificazione sulle sue *facilities* sperimentali di nuovi componenti di impianto e soluzioni innovative proposte dalle aziende, che per le attività più di base, nell'ambito di rilevanti progetti sia nazionali che europei.

Per i Solar Tower l'attività di ricerca è condotta soprattutto da Università e centri di ricerca e generalmente è connessa a dimostrazione su scala industriale. Non mancano tuttavia imprese industriali impegnate in questo campo, come per esempio l'italiana Ronda che sta portando avanti in Toscana il progetto pilota STAR (Solare Termodinamico ad Alto Rendimento) per testare un eliostato su torre rotante, in grado di raggiungere al concentratore elevato fattore di concentrazione (1.200) e di captare radiazione solare anche con sole basso sull'orizzonte.

La tecnologia dei Solar Dish ha avuto inizi molto promettenti, come l'impianto pilota EuroDish, da 10 kW, installato nel 2002 presso il sito ERSE di Milano. Come accennato in precedenza, sono stati sviluppati anche in Italia sistemi di piccola taglia (da 1 kW a qualche kW), mentre per sistemi di maggiore potenza, che potrebbero, in prospettiva, rappresentare una valida alternativa agli impianti fotovoltaici sulle taglie medie, rimangono da risolvere i problemi di scale up, standardizzazione e industrializzazione, e su di essi si registra al momento un limitato impegno.

La tecnologia dei collettori a lente di Fresnel è stata dimostrata con successo su scala sperimentale, con contributi importanti da parte del consorzio FREeSUN (imprese e centri di ricerca); presenta notevoli vantaggi in termini di semplicità costruttiva a fronte di limitate riduzioni di efficienza rispetto ai collettori parabolici lineari, ma rimangono da risolvere alcuni problemi sull'allineamento degli specchi e al momento non si registrano significativi impegni sulla standardizzazione e industrializzazione dei componenti.

#### **4. PROBLEMI NORMATIVI**

La normativa italiana sul solare termodinamico è stata finora incentrata sul Decreto Ministeriale dell'11 Aprile 2008, che prevede incentivi in forma di maggiorazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica in misura di 28 c€/kWh (ridotti a 22 se l'impianto solare è integrato con fonti fossili) per 25 anni.

Questi incentivi sono soggetti a decurtazioni pari al 2% annuo nel 2013 e nel 2014 e successivamente in misura stabilita dal Governo in funzione dell'andamento dei prezzi dell'energia e della dinamica del costo degli impianti.

Il decreto prevede una potenza installata massima di 270 MW al 2016 di cui il 75% oggetto di incentivazione. Poiché la potenza installata ad oggi è di 5 MW, questo obiettivo, come pure quello di 600 MW al 2020 fissato dal piano di Azione Nazionale per le Rinnovabili, appare difficilmente raggiungibile e quindi il meccanismo finora previsto risulta poco efficace nel generare una domanda interna significativa.

La revisione del sistema degli incentivi, prevista dal decreto sulle rinnovabili del 28 marzo scorso ed attualmente in fase di elaborazione, dovrà prevedere correttivi in grado di assicurare una maggiore efficacia delle politiche di sostegno in questo settore. In particolare, il sistema degli incentivi sulla produzione, pur indispensabile per consentire il decollo di nuove tecnologie, nel caso del solare termodinamico andrebbe affiancato a strumenti di supporto alle imprese e agli investitori per favorire la costruzione di dimostrativi e l'esportazione di tecnologie.

## 5. CONCLUSIONI

Il solare termodinamico si avvia a diventare una tecnologia commerciale in grado di dare significativi contributi all'approvvigionamento energetico mondiale. Presenta una serie di caratteristiche molto interessanti, in particolare la possibilità di accumulare energia termica e modulare la produzione di energia elettrica in funzione delle necessità delle utenze, si può integrare facilmente con impianti termoelettrici esistenti, utilizzandone le turbine e il ciclo termico e consente di valorizzare terreni non altrimenti utilizzabili, come le aree desertiche, le aree industriali dismesse o le discariche esaurite. Inoltre è adatto per progetti di cooperazione allo sviluppo perché buona parte dell'investimento riguarda lavori che possono essere svolti da personale locale (opere civili, carpenteria metallica) e utilizzano materiali di limitata tecnologia (cemento, ferro) e può quindi fornire occupazione e opportunità di sviluppo per le aziende locali.

A fronte di questi vantaggi occorre considerare i limiti di applicazione, principalmente elevati valori di insolazione (almeno 2000 kWh/m<sup>2</sup>/anno come radiazione normale diretta) e disponibilità di ampi terreni pianeggianti a basso costo. In Italia risulta quindi abbastanza difficile prevedere una forte diffusione, tranne che per il settore del mini CSP. Pertanto l'interesse principale dell'Italia è prevalentemente di tipo industriale, come opportunità di esportazione della tecnologia, e in prospettiva come possibilità di realizzare impianti nella fascia del nord Africa, e di scambiare tecnologia contro energia, in previsione della realizzazione di linee elettriche ad alta capacità intorno al Mediterraneo (Progetto Desertec). Su questo fronte sono impegnati anche altri Paesi, in particolare la Germania, che pur non avendo risorse solari adeguate nel proprio territorio, sta investendo in modo considerevole sulle tecnologie solari termodinamiche e sul progetto Desertec.

In tale prospettiva le aziende italiane, che hanno sviluppato soluzioni tecnologiche innovative e che si stanno impegnando in questa fase per entrare nel mercato, vanno sostenute attraverso progetti dimostrativi in Italia e opportune politiche di supporto all'esportazione.



Edito dall'ENEA

Unità Comunicazione

Copertina: Paola Carabotta

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA – Frascati

Finito di stampare nel mese di luglio 2011