



Energia elettrica da fonte solare Solare termodinamico

SCENARIO DI RIFERIMENTO

Le attività di ricerca, inquadrare nell'ambito più generale dello sviluppo e diffusione dell'uso delle fonti rinnovabili di energia, si riferiscono alla produzione di energia elettrica da radiazione solare mediante tecnologia a concentrazione ad alta temperatura, sinteticamente denominata "Solare termodinamico". Gli impianti a "Solare termodinamico"

utilizzano opportuni sistemi ottici (concentratori) per raccogliere la radiazione solare e inviarla su un componente (ricevitore), dove questa energia, trasformata in calore ad alta temperatura, viene trasferita ad un fluido. Questo calore può essere integrato con

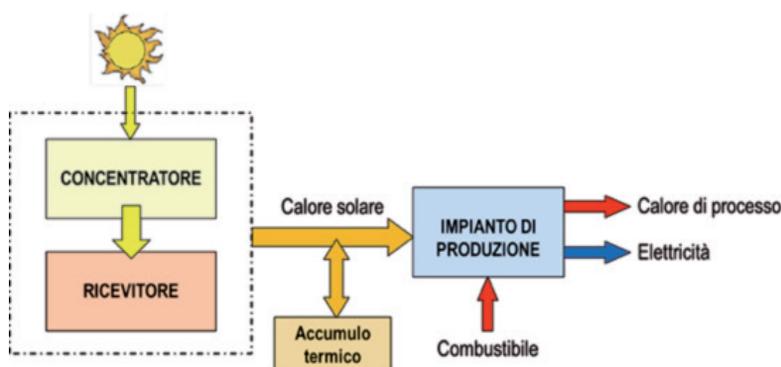
altra fonte esterna di energia (es. gas o biomassa) per la produzione di energia elettrica o per essere utilizzato a più alta temperatura in processi industriali. La tecnologia disponibile consente anche l'accumulo del calore per un successivo utilizzo. Secondo la forma dei concentratori, possiamo distinguere tre diverse tipologie di impianti: a disco parabolico, a torre centrale e a collettore lineare parabolici o Fresnel.

Allo stato attuale la tecnologia più diffusa è quella dei collettori parabolici lineari. In quest'ambito l'ENEA ha sviluppato una propria originale linea tecnologica ad alta temperatura caratterizzata dall'utilizzo di sali fusi come fluido di processo e come mezzo di accumulo termico.

La collaborazione con l'industria nazionale ha permesso di sviluppare una filiera industriale, portando, tra l'altro, alla realizzazione in Sicilia (Priolo Gargallo SR), da parte di ENEL, dell'impianto da 5 MW "Archimede" integrato con un ciclo combinato a gas. La ricerca sul solare termodinamico ha come obiet-

tivo principale la riduzione dei costi per rendere questi impianti sempre più competitivi rispetto alla produzione elettrica con i tradizionali combustibili fossili. Questo può essere realizzato sia attraverso il miglioramento dell'efficienza dei principali componenti e sistemi che con la semplificazione impiantistica e il miglioramento delle procedure di gestione e manutenzione.

L'attenzione deve essere posta, oltre che ai grossi impianti di produzione di energia elettrica, anche a sistemi di piccola e media taglia per la produzione combinata di energia elettrica e termica, eventualmente ibridizzati con un'altra fonte energetica meglio se rinnovabile.



tivo principale la riduzione dei costi per rendere questi impianti sempre più competitivi rispetto alla produzione elettrica con i tradizionali combustibili fossili. Questo può essere realizzato sia attraverso il miglioramento dell'efficienza dei principali componenti e sistemi che con la semplificazione impiantistica e il miglioramento delle procedure di gestione e manutenzione.

OBIETTIVI

Gli obiettivi dell'attività riguardano:

- Lo sviluppo di nuovi coating del tubo ricevitore caratterizzati da una migliore efficienza di conversione foto-termica (alta assorbanza solare e bassa emissività termica), utilizzando la tecnologia dei filtri ottici del tipo interferenziali.
- Lo studio, nell'ambito della tecnologia solare a collettori parabolici lineari, di nuove configurazioni impiantistiche alternative a quelle attuali, per individuare quelle più promettenti sia dal punto di vista dell'efficienza e produttività che dei costi di realizzazione e di esercizio. Le analisi mirano a confrontare in particolare l'utilizzo di fluidi termici diversi (miscele binarie/ternarie di sali fusi, fluidi gassosi e acqua) e tipologie diverse di accumulo

termico (a calore sensibile o a cambiamento di fase), in funzione della taglia dell'impianto e delle temperature operative.

- Lo sviluppo di sistemi integrati per applicazioni in impianti solari termodinamici di piccola e media

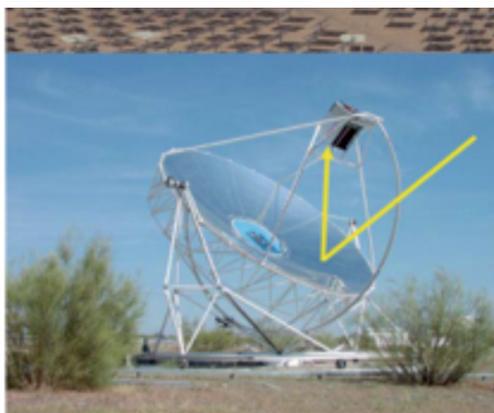
taglia, in particolare sistemi cogenerativi innovativi che sfruttano l'accoppiamento diretto con il sistema di accumulo termico a sali fusi ad alta temperatura; questi sistemi possono essere utilizzati anche come emergenza in impianti di grossa taglia.

Collettore lineare parabolico



Collettore lineare Fresnell

Torre solare



Disco parabolico



Impianto Archimede (Priolo Gargallo SR)



RISULTATI

Il risultato principale raggiunto è stato quello di sviluppare nuovi coating “solari” per tubi ricevitori, con la sostituzione della consolidata tecnologia del coating a base di strati “cermet” (nano-compositi ceramico-metallici) del tipo “graded” con la più innovativa tecnologia dei “filtri ottici di tipo interferenziale” a partire da stratificazioni di film sottili ceramici e metallici fabbricati con tecnica di deposizione del tipo sputtering opportunamente modificata. A questo scopo è stata apportata una modifica all’impianto di sputtering multicatodo del Centro Ricerche Portici dell’ENEA con installazione di una sorgente a fascio ionico in camera di processo in prossimità ad una delle “stazioni di sputtering”. È stata condotta un’attività di progettazione ottica per la simulazione di una serie di strutture multistrato dielettrico-metallo al fine di valutare i valori massimi teorici dei parametri foto-termici raggiungibili, e lo studio della dipendenza delle prestazioni foto-termiche dalle proprietà ottiche dei materiali utilizzati. Sono stati prodotti dei campioni che costituiranno il riferimento per il processo di ottimizzazione degli stessi materiali prodotti con tecnica sputtering+IBAD.

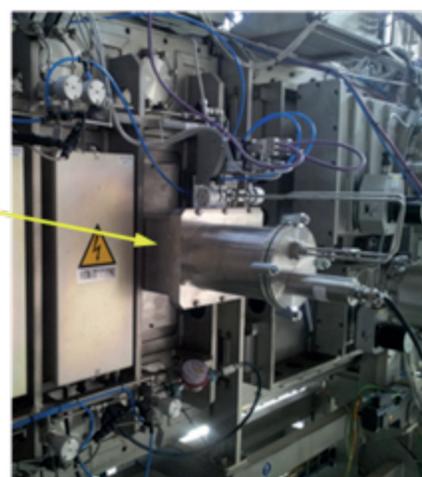
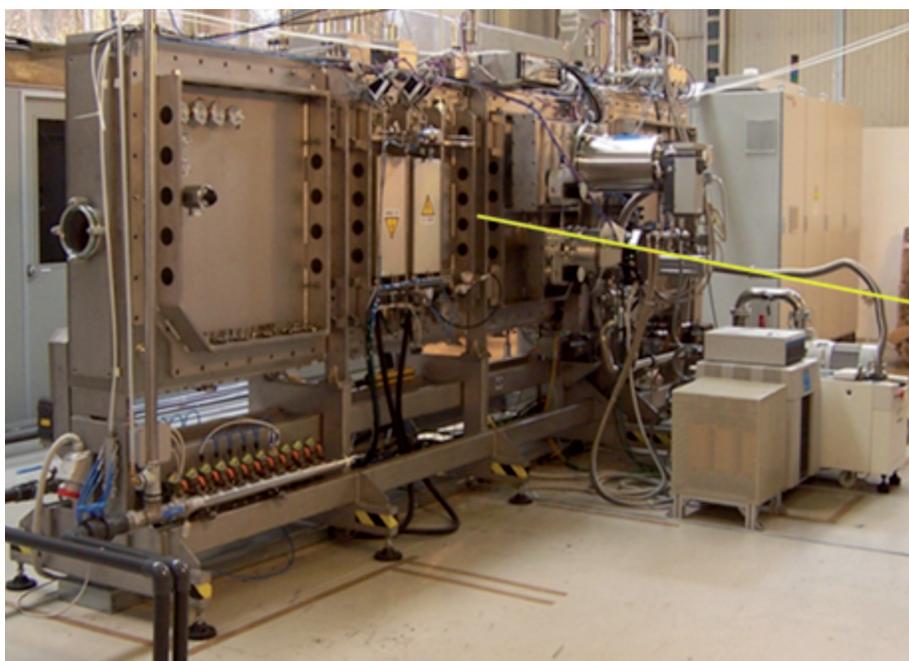
Nell’ambito degli impianti solari termodinamici, con tecnologia a collettori parabolici lineari, sono presenti due diverse configurazioni impiantistiche in

funzione del fluido utilizzato nel campo solare per la raccolta del calore.

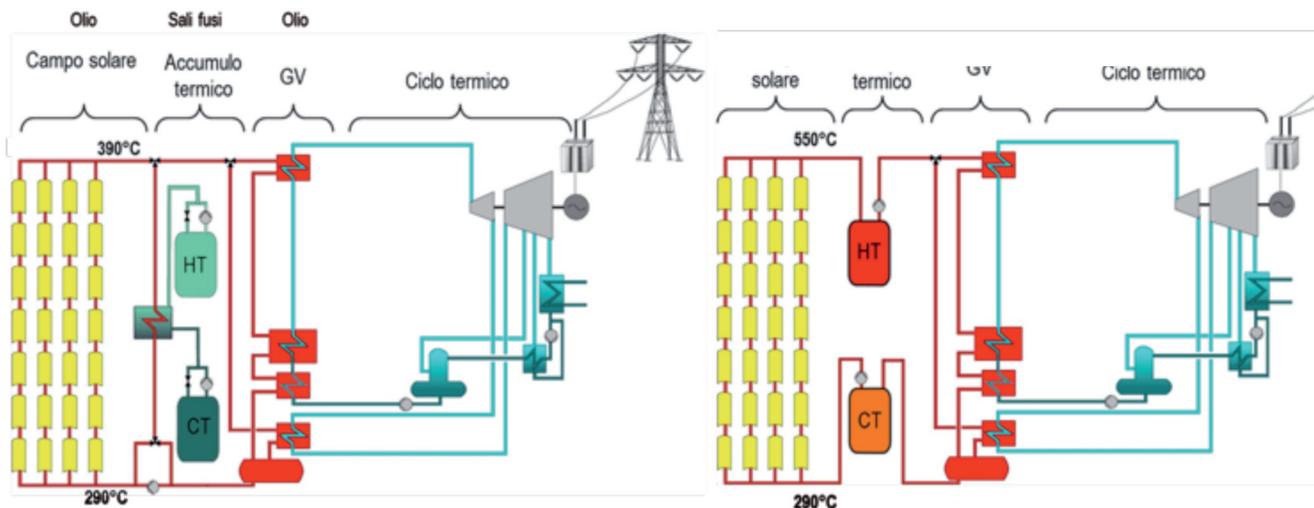
La prima, quella più diffusa, riguarda impianti che utilizzano un olio diatermico (Therminol VP1), tossico e pericoloso per l’ambiente, che permette una temperatura massima di esercizio di circa 390 °C. La seconda tecnologia, sviluppata dall’ENEA, prevede invece l’utilizzo di una miscela di sali fusi (nitrato di sodio e potassio) che è alla base dei comuni fertilizzanti per l’agricoltura, non è tossica né dannosa per l’ambiente e permette di raggiungere temperature operative di circa 550 °C. La tecnologia a sali fusi oltre a migliorare il rendimento di conversione elettrica, consente di realizzare sistemi diretti di accumulo termico, in cui lo stesso fluido è utilizzato sia nel campo solare che nel sistema di accumulo, ottenendo capacità specifiche di accumulo sensibilmente più elevata, 190 kWh/m³ rispetto a 70 kWh/m³ nel caso di impianti ad olio, con sensibile riduzione delle dimensioni e dei costi del sistema di accumulo.

Sono state prese in esame tre diverse soluzioni impiantistiche:

1. olio come fluido termico e sali binari come mezzo di accumulo;
2. sali ternari (con ridotta temperatura di solidificazione), come fluido termico e sali binari come mezzo di accumulo;
3. sali binari come fluido termico e mezzo di accumulo (tecnologia ENEA).



Impianto di sputtering multicatodo dell’ENEA di Portici



Impianto ad olio con accumulo a sali fusi

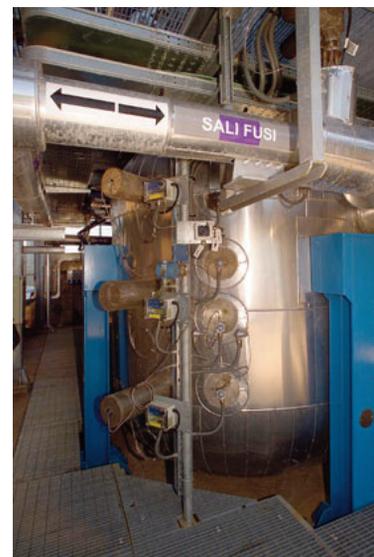
Impianto a sali fusi (tecnologia ENEA)

Sono stati analizzati impianti di taglia commerciale da 50 MWe localizzati nel sud dell'Italia, è stata stimata la produzione elettrica, valutata l'efficienza e i relativi costi di costruzione e produzione. È stata valutata inoltre la possibilità di utilizzo di un fluido gassoso, analizzando alcune soluzioni impiantistiche per le quali sono state determinate le condizioni ottimali di funzionamento e valutate le relative prestazioni. Si è studiata la possibilità di sostituzione dei tradizionali sistemi di accumulo termico a calore sensibile con sistemi alternativi che utilizzano materiali in cambiamento di fase con aggiunta di nanoparticelle.

Nell'ambito delle applicazioni del solare termodinamico a sistemi co-generativi di piccola e media taglia, l'ENEA ha sviluppato una tecnologia modulare TREBIOS (TRigenerazione con Energie rinnovabili: BIOMasse e Solare termodinamico), con integrazione di biomasse e di altre componenti rinnovabili. Questa filiera si basa sull'utilizzo di una miscela di sali fusi, sia come fluido di trasporto del calore prodotto dall'impianto solare a concentrazione che come fluido di immagazzinamento dell'energia termica, impiegando però un unico serbatoio di accumulo con il generatore di vapore integrato al suo interno.

Per studiare questi sistemi è stato utilizzato come sistema di accumulo termico il serbatoio presente nell'impianto sperimentale PCS (Prova Componenti Solari) sito nell'area Capanna del Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA.

Il serbatoio contiene circa 10.000 kg di sali che possono essere riscaldati sia attraverso il calore solare raccolto dai due collettori solari da 50 m presenti nell'impianto che da sistemi elettrici alternativi. Nel serbatoio è installato un generatore di vapore elicoidale della potenza termica massima di 300 kWt. Sono stati caratterizzati il serbatoio e il GV determinando i range operativi per temperatura, pressione e portata di vapore prodotto. Con questi dati è stata definita la tipologia di impianto più adatto, non solo dal punto di vista tecnologico ed economico, ma anche per l'affidabilità di servizio, per la semplicità di impiego e manutenzione, ed è stata effettuata la progettazione preliminare dei principali componenti.



Serbatoio presente nell'impianto sperimentale PCS

*Area di ricerca: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente
Progetto B.1.3: Energia elettrica da fonte solare – Solare termodinamico
Referente: D. Mazzei, domenico.mazzei@enea.it*