

IL PROGETTO STEM® (SOLARE TERMO-ELETTRICO MAGALDI)

Mario Sica

Magaldi Power SpA (MP)

Via Irno, 219 – 84132 - Salerno, Italia

www.magaldi.com - Tel. +39 348 3435925 - mario.sica@magaldi.com

Sommario

Il progetto STEM® (Solare Termico Elettrico Magaldi) nasce nel 2010 grazie ad un finanziamento del ministero italiano: il gruppo di Ricerca & Sviluppo della Magaldi Power, in collaborazione con l'Istituto della Combustione del CNR di Napoli e l'Università Federico II di Napoli, ha sviluppato una tecnologia di solare a concentrazione con accumulo termico innovativo mediante la sabbia fluidizzata.

Nel 2102 è stato costruito un primo impianto pilota ed installato a Buccino (SA) presso la sede della fabbrica: l'obiettivo era quello di provare la tecnologia e di accumulare know-how ed esperienza operativa.

Successivamente, tra il 2015 ed il 2016 è stato realizzato ed installato a San Filippo del mela (ME) presso l'impianto integrato di A2A il primo modulo commerciale di piena potenza pari a 2000 kW termici: dopo il lancio ufficiale a fine giugno, l'impianto è attualmente (autunno 2016) nella fase finale del commissioning.



Fig. 1 - L'impianto STEM® di San Filippo del Mela

1. Introduzione

STEM[®] concentra la radiazione solare in un modulo contenente un letto fluido di sabbia ad alta temperatura per generare in un tempo successivo con continuità energia termica.

Il sistema STEM[®] è costituito da un multiplo di moduli base, ognuno di potenza nominale pari a 2 MW termici, che possono essere combinati ed interconnessi tra loro fino al raggiungimento della portata di vapore richiesta per la generazione di elettricità e di calore nel caso di applicazione cogenerativa.

Gli elementi qualificanti del nuovo sistema sono:

- Un sistema ottico innovativo per la concentrazione dei raggi solari
- L'impiego di sabbia come mezzo di accumulo dell'energia termica generata dalla radiazione solare
- La configurazione modulare che determina una elevata affidabilità dell'impianto, la possibilità di creare impianti su misura secondo le esigenze delle utenze asservite e una ottimizzazione dei costi di ingegneria e di produzione per una diffusione in larga scala.
- L'impatto ambientale zero, poiché i materiali utilizzati sono principalmente acciaio, vetro e sabbia, senza impiego di olii diatermici o sali fusi

La radiazione solare catturata dagli eliostati viene convogliata sul riflettore secondario da cui viene ulteriormente focalizzata nel ricevitore posto in basso.

Il calore assorbito dal ricevitore viene accumulato nella sabbia e da essa trasferito agli scambiatori per la produzione di vapore.

In assenza di sole, di notte o con cielo nuvoloso, il sistema STEM[®] è in grado di continuare a generare il vapore sfruttando l'accumulo termico della sabbia. Questo consente di configurare l'impianto per garantire un funzionamento continuo secondo la curva di carico richiesta.

Il singolo modulo è in grado di produrre vapore surriscaldato a 520°C ad alta pressione in base alle caratteristiche del ciclo termodinamico dedicato.

Il modulo base consente un accumulo termico pari a 8,2 MWh.

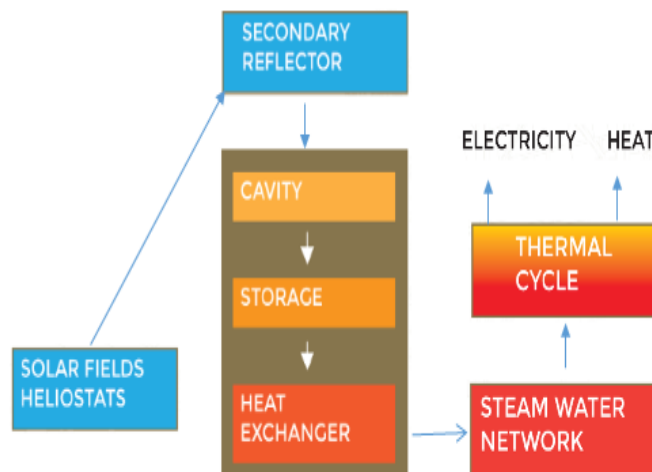


Fig. 2 – Il flow diagram dello STEM®

2. Il campo eliostati

Il campo solare di un singolo modulo è costituito da circa 800 eliostati dotati di specchi sferici, ciascuno con una superficie riflettente di 7 m², collocati su quattro sottocampi disposti a croce, al cui centro è posizionato il ricevitore.

Ogni eliostato è corredato di un sistema di controllo dell'orientamento in grado di correggere costantemente eventuali errori di puntamento.

L'occupazione del suolo per ogni modulo è di circa 2,25 ettari.



Fig. 3 - Il campo solare con gli eliostati

3. Il ricevitore

Il ricevitore è basato sulla tecnologia dei letti fluidi che esplica le funzioni di accumulo termico e generazione di vapore. La cavità all'interno del ricevitore è un cilindro di una speciale lega metallica, immerso nel letto fluidizzato, il quale assorbe l'energia solare emessa dal riflettore secondario e trasferisce il calore alla sabbia del letto.

Il mezzo di accumulo è costituito da sabbia silicea fluidizzata con aria iniettata da un insieme di collettori posti sul fondo del ricevitore.

All'interno del letto sono alloggiati gli scambiatori di calore per la produzione del vapore surriscaldato.

La gestione del letto fluido consente di poter controllare separatamente l'accumulo e lo scambio termico del calore assorbito.

Per evitare dispersioni termiche, sulla sommità della cavità è installata una serranda motorizzata che permette la chiusura della cavità quando la stessa è inattiva.

Ogni modulo è equipaggiato con bruciatori alimentati a gas combustibile, impiegati per le fasi di avviamento a freddo.

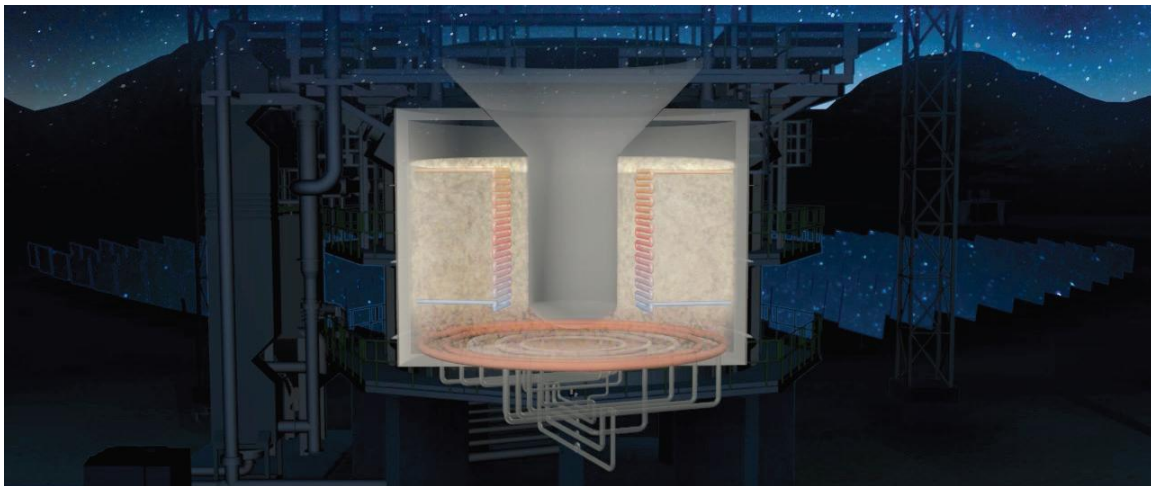


Fig. 4 – Il ricevitore con la sabbia fluidizzata

3. Impianti tipici

Un impianto tipico STEM[®] può essere costituito da 10-20 moduli inter-connessi tra di loro. Per un impianto da 10 moduli viene impiegata una superficie riflettente complessiva di 55.000m² distribuita su un'area di 22,5 ettari per una produzione di 21,5 MW termici. Più impianti possono essere connessi in base alla domanda anche in fase successiva. La

flessibilità della tecnologia STEM[®] consente di utilizzare il vapore prodotto in molteplici configurazioni impiantistiche, di seguito presentiamo alcune possibili applicazioni.

Nel caso in cui nell'impianto sia presente un turbogeneratore dedicato si può ottenere una potenza elettrica compresa tra 3,7 e 5 MWe in funzione del numero di ore di accumulo. Qualora sia già presente un turbogeneratore di taglia maggiore rispetto alla macchina dedicata, la potenza elettrica ottenibile dall'impianto STEM[®] aumenta in virtù della maggiore efficienza di conversione.

Il vapore prodotto dall'impianto STEM[®] può essere altresì impiegato come fluido di processo per l'utilizzo esclusivo in processi industriali oppure in combinazione alla produzione di energia elettrica.

4. Caratteristiche principali dello STEM[®]

AFFIDABILITÀ - La semplicità del processo e la configurazione modulare dell'impianto consentono allo STEM[®] un vantaggio competitivo rispetto alle altre tecnologie CSP: anche se un modulo è fuori servizio per manutenzione gli altri moduli continuano la produzione di vapore garantendo la continuità di esercizio dell'impianto.

ECOCOMPATIBILITÀ - La tecnologia STEM[®] impiega materiali compatibili con l'ambiente quali vetro per gli specchi, acciaio per le strutture e sabbia per l'accumulo dell'energia termica. Inoltre, a differenza dei sistemi a torre centrale la cui altezza è superiore ai 100m, l'altezza massima del modulo è inferiore a 30m limitandone l'impatto visivo.

FLESSIBILITÀ - La capacità di accumulare l'energia termica all'interno della sabbia e la possibilità di interconnettere i moduli in parallelo o in serie, consente di dispacciare l'energia necessaria in base all'effettiva domanda richiesta.

MODULARITÀ - I moduli di base possono essere combinati insieme per fornire energia elettrica o vapore secondo la potenza richiesta. La configurazione modulare consente altresì di incrementare nel tempo il numero dei moduli in funzione dell'eventuale aumento della domanda di carico.

IBRIDIZZAZIONE - L'impianto costituito dai moduli STEM[®] può essere integrato con altri impianti alimentati con fonti energetiche rinnovabili e fossili al fine di supplire i periodi senza insolazione e garantire un funzionamento continuo per l'intera giornata in tutti i periodi dell'anno. Inoltre la configurazione del ricevitore consente di impiegare combustibili gassosi meno pregiati al suo interno (gassificazione biomasse) per continuare la produzione di vapore anche in assenza della radiazione solare.

COGENERAZIONE - L'accumulo termico ad elevata temperatura può consentire applicazioni cogenerative in vari settori industriali quali impianti di teleriscaldamento e teleraffrescamento, dissalazione acqua, coltivazione in serre.

5. La produzione di energia elettrica

Il vapore prodotto con la tecnologia STEM® può essere impiegato per la generazione di energia elettrica integrando i moduli base con un power block dedicato oppure inviando il vapore prodotto in un turbogeneratore di una centrale termoelettrica esistente riducendo il consumo di combustibili fossili e le emissioni di CO₂ e NO_x in atmosfera.

I vari moduli STEM® possono essere connessi in parallelo oppure in serie secondo la curva di carico richiesta dalle utenze connesse. Al fine di privilegiare la capacità di accumulo energetico del sistema, l'impianto può essere integrato con un impianto fotovoltaico dedicato a sostenere il consumo degli ausiliari durante le ore di insolazione.

L'impianto STEM® può essere integrato con altre fonti energetiche, come un generatore diesel o a gas, per garantire un funzionamento continuo per 24h al giorno per tutto l'anno, anche nel periodo invernale.

6. La produzione di energia termica

A differenza degli impianti fotovoltaici l'impianto STEM® accumula e produce vapore ad alta temperatura che può essere impiegato in differenti tipologie di applicazioni industriali, come impianti di cogenerazione Combined Heat and Power e impianti di dissalazione dell'acqua in aree costiere.

La tecnologia STEM® può essere anche integrata con altre tecnologie come caldaie a biomasse, impianti di produzione syngas oppure impianti a combustibili fossili solidi. Recenti esperienze sono state condotte per l'impiego di impianti CSP in soluzioni cogenerative (produzione energia elettrica + dissalazione) per l'agricoltura in aree aride ed assolate.

7. Previsioni

Il sistema STEM® confrontato con un impianto fotovoltaico provvisto di batterie di qualsiasi tecnologia, risulta essere economicamente più vantaggioso, presentando inoltre un'attesa di vita utile superiore senza oneri di smaltimento dei materiali alla fine del ciclo.

Tale vantaggio economico sarà mantenuto anche in futuro grazie alla riduzione dei costi della tecnologia STEM® previsti per la produzione su larga scala e agli sviluppi tecnologici in fase di sperimentazione per l'incremento dell'efficienza energetica.