



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



RICERCA DI
SISTEMA ELETTRICO



Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica



Politecnica
di Torino



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



Università
degli Studi
di Palermo



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Progetto 1.9 “Solare termodinamico”

Accordo di Programma MASE-ENEA - Piano Triennale Realizzazione 2022-2024

Centro Congressi “Roma Eventi – Fontana di Trevi” - Roma, 29 gennaio 2024

Ing. Antonio Guglielmo

ENEA - Dipartimento “Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili” - Divisione “Solare Termico, Termodinamico e Smart Network”



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Sommario

- ❖ **Introduzione**
- ❖ **Fonte di finanziamento**
- ❖ **Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto**
- ❖ **Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”**
- ❖ **Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”**
- ❖ **Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”**
- ❖ **Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto**

- ❖ **Introduzione**
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Introduzione

Solare termodinamico (o Concentrating Solar Power, CSP)

- Tecnologia che, grazie ai **sistemi di accumulo termico** (poco costosi e senza particolari limitazioni di capacità o durata), è in grado di **generare e immettere in rete energia elettrica rinnovabile dispacciabile**, permettendo di superare alcune criticità inerenti alla gestione di un sistema energetico sempre più basato sulle fonti energetiche rinnovabili (FER) non programmabili, quali fotovoltaico (PV) ed eolico.
- L'opportuna **ibridizzazione del CSP con altre tecnologie FER** offre la possibilità di combinare i **bassi costi di generazione** dell'energia di tecnologie FER più mature (PV ed eolico, in primis) con l'**immissione programmabile in rete di elettricità** da CSP preservando, al contempo, la **stabilità e l'affidabilità della rete elettrica**.
- L'**energia termica accumulata** può essere utilizzata direttamente (i) per fornire **calore di processo all'industria** o (ii) per **applicazioni civili di climatizzazione degli ambienti** (solar heating & cooling).
- Tecnologia di elezione per **soluzioni cogenerative e trigenerative (sia centralizzate che distribuite)** per la fornitura di elettricità e/o calore e/o energia frigorifera a **utenze industriali e civili**.



Impianto CSP Fresnel a sali fusi "Sol.In.Par" a Partanna (TP)

Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ **Fonte di finanziamento**
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Fonte di finanziamento

- **Ricerca di Sistema elettrico (RdS):** programma che prevede un insieme di attività di ricerca e sviluppo (R&S) finalizzate all'innovazione tecnica e tecnologica di interesse generale per il settore elettrico.
Obiettivi della RdS: (i) ridurre il costo dell'energia elettrica per gli utenti finali; (ii) migliorare l'affidabilità del sistema e la qualità del servizio; (iii) ridurre l'impatto del sistema elettrico sull'ambiente e sulla salute; (iv) consentire l'utilizzo razionale delle risorse energetiche; (v) assicurare al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile.
- **Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e di sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale:** finanzia le attività della RdS.
Fondo istituito presso la Cassa per i Servizi Energetici e Ambientali (CSEA) e alimentato dal gettito della componente tariffaria A_{5RIM} della bolletta "elettricità" dei clienti finali, la cui entità è stabilita periodicamente dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA).
- **Piani Triennali (PT):** definiscono attività di R&S, obiettivi e stanziamenti economici della RdS.
PT approvati dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), dopo aver acquisito le osservazioni scaturite da una consultazione pubblica e il parere dell'ARERA.
- **Accordo di Programma (AdP):** stipulato tra MASE e i 3 affidatari (ENEA, RSE S.p.A e CNR) per l'attuazione delle attività di R&S definite nei PT.
- **Piani Triennali di Realizzazione (PTR):** elaborati dai 3 affidatari e articolati per progetti di ricerca, costituiscono i capitolati tecnici dell'AdP.

Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ **Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto**
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Dati generali del Progetto

PT 2022-2024: Obiettivo 1 “Decarbonizzazione” – Tema di ricerca 1.9

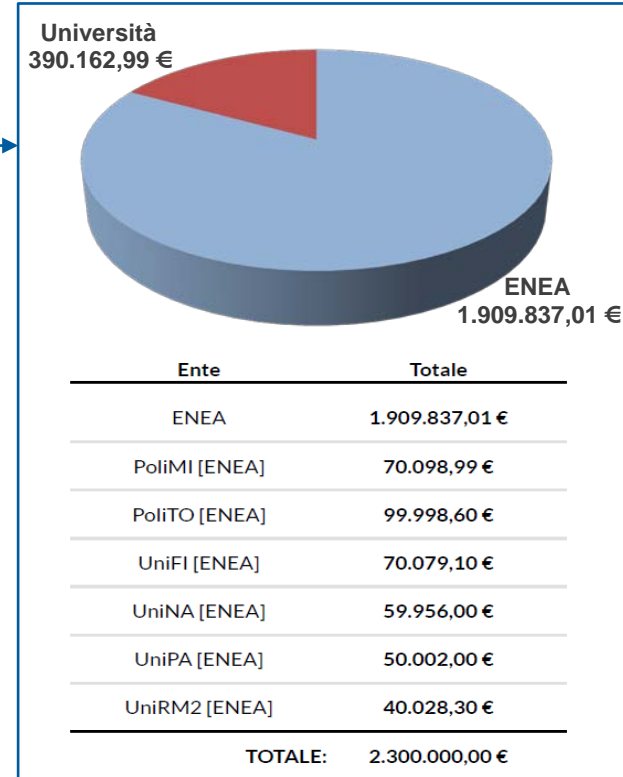
Durata: 36 mesi (gennaio 2022 – dicembre 2024)

Costo complessivo: 2.300.000,00 €

Affidatario: ENEA

Co-beneficiari: 6 Università

- 1. Politecnico di Milano [PoliMI]**
Dipartimento di Energia
- 2. Politecnico di Torino [PoliTO]**
Dipartimento Energia
- 3. Università degli Studi di Firenze [UniFI]**
Dipartimento di Ingegneria Industriale
- 4. Università degli Studi di Napoli Federico II [UniNA]**
Dipartimento di Ingegneria Industriale
- 5. Università degli Studi di Palermo [UniPA]**
Dipartimento di Ingegneria / Laboratorio di Tecnologie Chimiche ed Elettrochimiche
- 6. Università degli Studi di Roma Tor Vergata [UniRM2]**
Centro Interdipartimentale Nanoscienze, Nanotecnologie e Strumentazione Avanzata

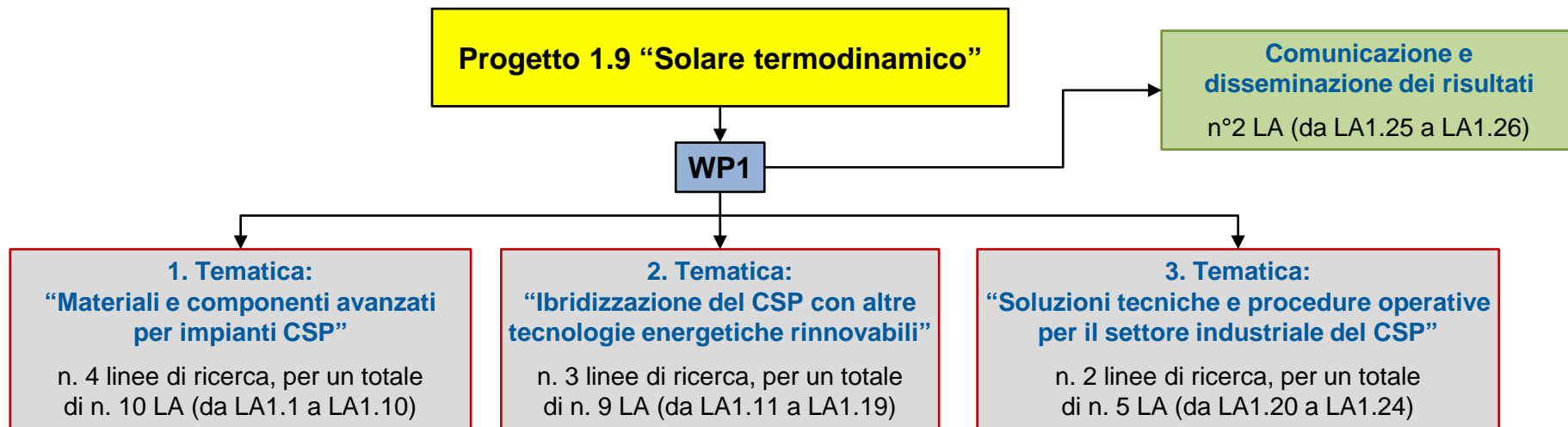


Obiettivi generali del Progetto

1. **Ridurre il costo di generazione dell'energia (elettrica e termica) degli impianti CSP, tal quali ovvero ibridizzati con altre tecnologie FER**, sviluppando e sperimentando e/o applicando, in prototipi dimostrativi, materiali / componenti / sistemi / soluzioni tecniche / metodologie avanzate in grado di **incrementare le prestazioni, e quindi la producibilità**, degli impianti CSP e **ridurne le spese operative e di manutenzione (O&M)**.
 - In particolare, contribuire al raggiungimento del target stabilito nell'“Updated CSP/CST IP del SET-Plan” per il costo dell'elettricità prodotta da CSP, pari a meno di 15 c€/kWh nelle località dell'Europa meridionale entro il 2025, con un obiettivo inferiore a 10 c€/kWh entro il 2030 (considerando condizioni di irraggiamento di riferimento di 2050 kWh/m²/anno).
2. Rendere disponibili innovativi sistemi, soluzioni tecniche e metodologiche **per l'efficace ibridizzazione del CSP con altre tecnologie FER “elettriche”**, con particolare riferimento a PV e/o eolico.
3. Sviluppare e sperimentare componenti e sistemi innovativi per la **produzione e fornitura di calore per applicazioni SHIP (Solar Heat Industrial Processes)**, nonché per la **generazione / cogenerazione / trigenerazione distribuita** di elettricità e/o calore e/o energia frigorifera per utenze industriali e civili.
4. Sviluppare soluzioni tecniche e procedure studiate ad hoc per **impianti CSP con “tecnologia ENEA a sali fusi”** (ovvero a collettori lineari parabolici, PTC, o Fresnel, LFC, e utilizzando miscele di sali fusi come fluido termovettore e materiale per l'accumulo) con la finalità di **semplificare la gestione operativa e migliorare la bancabilità** di tali impianti.

Struttura del Progetto

- Il **Progetto 1.9 “Solare termodinamico”** prevede **1 work package (WP1)** → organizzato in **3 tematiche scientifico-applicative** → ognuna delle quali comprende **diverse linee di ricerca** → che si sviluppano in **linee di attività (LA)**.
- Per la **comunicazione e disseminazione dei risultati** sono previste **2 ulteriori LA**.
- Il Progetto comprende un totale di **26 LA**, in carico all’affidatario ENEA o ai co-beneficiari.



Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ **Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”**
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”

Linea di ricerca: “Coating innovativi per tubi ricevitori evacuati di impianti CSP a collettori lineari”



TRL iniziale: 4
TRL finale: 7

- Sviluppo e realizzazione in forma di prototipo, mediante processi di sputtering d'interesse industriale (alta produttività, basso costo), di:
 - un coating per tubi ricevitori di impianti micro-PTC operanti a media T ($\leq 350\text{ }^{\circ}\text{C}$), con elevate prestazioni fototermiche ($\alpha_s > 96\%$, $\epsilon_{th} < 7.5\%$ a $350\text{ }^{\circ}\text{C}$) e stabile per vita utile ≥ 25 anni;
 - un coating per tubi ricevitori di impianti CSP (PTC e LFC di grande taglia) operanti ad alta T ($\leq 550\text{ }^{\circ}\text{C}$), con prestazioni fototermiche ($\alpha_s > 95.10\%$, e $\epsilon_{th} < 8.50\%$ a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$) incrementate rispetto allo stato dell'arte e stabile per vita utile ≥ 25 anni.

1.



2.



3.



(1) Coating depositato su tubo di acciaio; (2) Impianto di sputtering “ENEА-2”; (3) Processo di deposizione in plasma (C.R. ENEA Portici)

Impiego di ricevitori dotati del coating per alta T con prestazione target del Progetto

Impianto CSP a sali fusi, da 50 MWe, con accumulo termico di 8h
A parità di dimensioni del campo solare
Confronto rispetto ai migliori tubi ricevitori presenti sul mercato

Simulatore
SAM (NREL)

Produttività annuale di energia tra
+5% e +10% (a seconda del sito
nella fascia solare del Mediterraneo).

Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”

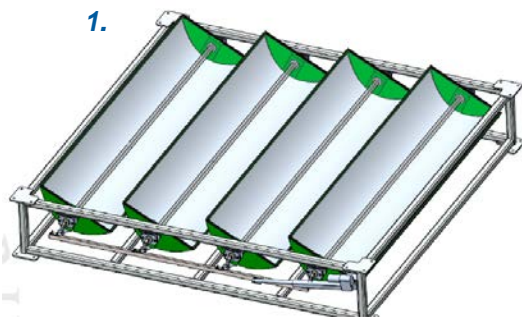
Linea di ricerca: “Tecnologia micro-CSP basata su sistemi di tipo micro-PTC per la generazione distribuita di energia in contesti civili e industriali”



TRL iniziale: 4

TRL finale: 6

- Analisi del potenziale applicativo della tecnologia in contesti fortemente antropizzati del territorio italiano.
- Del prototipo di un innovativo sistema modulare micro-PTC, proposto dal co-beneficiario UniFI:
 - caratterizzazione sperimentale (prove di laboratorio e test in campo);
 - studio progettuale di up-grade finalizzato a: (i) migliorarne le prestazioni, (ii) incrementarne la T operativa fino a 350 °C (impiego cogenerativo per produzione di calore di processo tra 200 e 350 °C e di elettricità con cicli ORC a T massima di 350 °C) e facilitarne (iii) l'integrazione in strutture edilizie (civili e industriali) e (iv) l'industrializzazione.



Prototipo del sistema micro-PTC di UniFI: (1) Struttura autoportante con 4 moduli; (2) Vista generale; (3) Tubo ricevitore (Università degli Studi di Firenze)

Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”

Linea di ricerca: “Superfici riflettenti autopulenti con sensoristica integrata per impianti CSP”

ENEA

Sup. autopulenti
TRL iniziale: 4
TRL finale: 6

Sensori integrati
TRL iniziale: 2
TRL finale: 3

- Al fine di razionalizzare gli interventi di lavaggio e ridurre i costi O&M del campo solare:
 - ottimizzazione dei processi di fabbricazione (con tecniche economiche e scalabili, quali spray HVLP e sputtering) di rivestimenti autopulenti su specchi solari di dimensioni reali;
 - realizzazione e caratterizzazione in campo, sull’impianto sperimentale Fresnel “ENEA-SHIP”, di un prototipo di superficie riflettente autopulente di dimensioni reali;
 - sviluppo di sensori di sporco/failure (“proof of concept”) per la diagnosi in remoto dell’operatività del campo solare.



(1) Operazione di lavaggio di un campo solare PTC;
(2) Prototipo di superficie riflettente autopulente (C.R. ENEA di Portici)

Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”

Linea di ricerca: “Sistemi di accumulo termo-chimico a zeoliti per applicazioni distribuite a media temperatura del CSP”

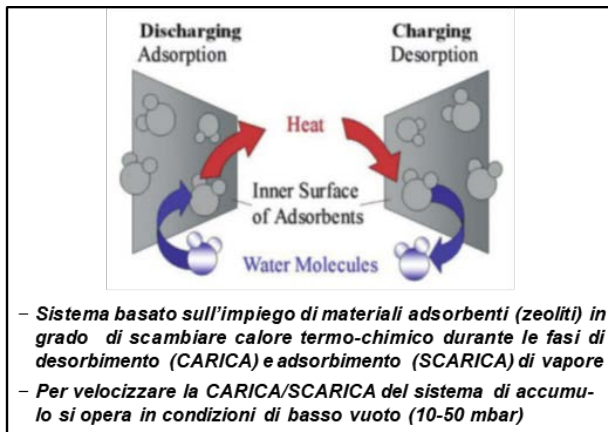
ENEA

TRL iniziale: 3

TRL finale: 4

- Sperimentazione in campo, tra 150 e 250 °C, mediante facility di test appositamente implementate, di innovativi sistemi di accumulo termo-chimico a zeoliti.
- Valutazione del potenziale (efficienza / densità accumulo / costo) di tali sistemi per applicazioni termiche distribuite di piccola taglia a $T < 250$ °C, per la climatizzazione degli ambienti, la fornitura di calore di processo per usi industriali e il recupero di calore di scarto da processi termici convenzionali.

1.



2.



- (1) Principio di funzionamento di un sistema di accumulo termo-chimico a zeoliti;
- (2) Facility di test costituita dal sistema di accumulo a zeoliti SUNSTORE (a sx) accoppiato a un campo solare Fresnel (a dx) (C.R. ENEA Trisaia)

Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ **Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”**
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

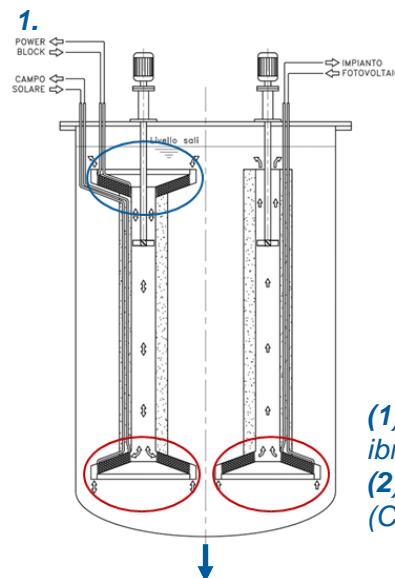
Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”

Linea di ricerca: “Sistemi di accumulo termico, di tipo termoclino, ibridizzati alimentabili da CSP e da altre tecnologie energetiche rinnovabili, per la produzione di calore per processi industriali”



TRL iniziale: 5
TRL finale: 7

- Progettazione e realizzazione di un prototipo di sistema di accumulo termoclino a sali fusi ibridizzato, alimentabile da un campo solare CSP e da una caldaia elettrica collegata a un impianto PV (o altra FER).
- Sperimentazione sul “dimostratore tecnologico” costituito dall’impianto Fresnel “ENEASHIP” con asservito il prototipo di termoclino ibridizzato, supportata da simulazione numerica:
 - valutazione delle prestazioni termiche del prototipo (efficienza e transitori carica/scarica);
 - definizione di procedure operative di gestione dell’impianto CSP ibridizzato, ottimizzate per la produzione e fornitura di calore per processi industriali.



(1) Schema del prototipo di termoclino ibridizzato;
(2) Impianto sperimentale “ENEASHIP” (C.R. ENEA Casaccia)

3 scambiatori elicoidali (in cui circola olio diatermico) immersi nei sali fusi:
2 serpentine di carica collegate al campo LFC e alla caldaia (PV)
1 serpentina di scarica fornisce calore di processo all’utenza

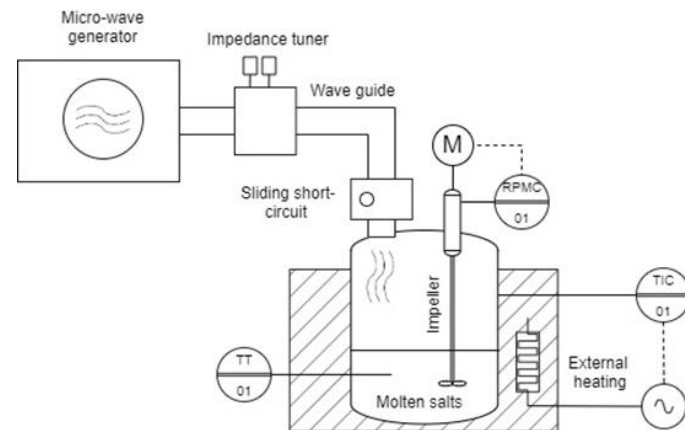
Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”

Linea di ricerca: “Sistemi innovativi di riscaldamento elettrico dei sali fusi per l'ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”



TRL iniziale: 2
TRL finale: 3

- Analisi su innovativi sistemi di riscaldamento elettrico dei sali fusi (di tipo VOLUMICO) a induzione elettromagnetica o a micro-onde, alimentabili da PV (o altra FER), potenzialmente più efficienti rispetto al riscaldamento Joule con resistenze elettriche convenzionali immerse nei sali fusi (di tipo SUPERFICIALE).
- Progettazione, realizzazione e sperimentazione di un dispositivo “proof of concept”, su scala di laboratorio, per la caratterizzazione delle prestazioni termiche del sistema di riscaldamento basato sulla tecnologia individuata come più promettente (micro-onde).
- Simulazione numerica delle prestazioni di un sistema di accumulo termico a sali fusi operante ad alta T (≤ 550 °C) “full-scale” dotato della innovativa tecnologia di riscaldamento elettrico, (i) senza limitazioni stringenti sulla densità di potenza elettrica trasferibile ai sali (≥ 100 W/kg) e (ii) in grado di assorbire prontamente eccessi di produzione elettrica da PV (fase di carica veloce).



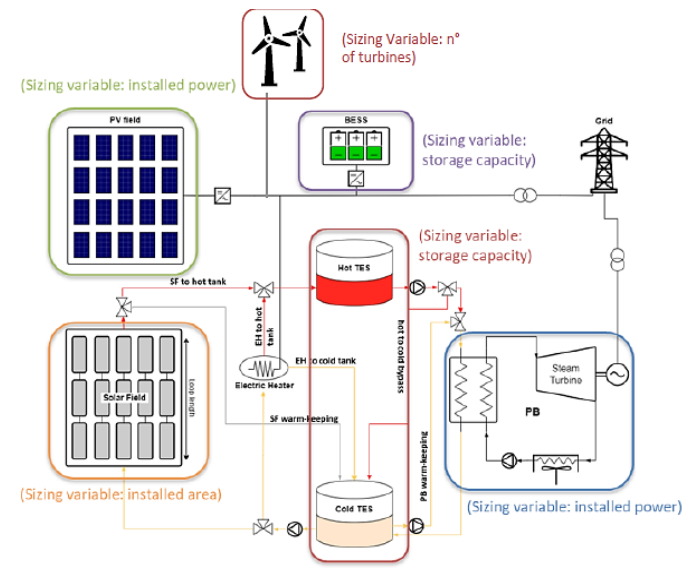
Schema del dispositivo sperimentale “proof of concept” (generatore di micro-onde accoppiato a piccolo serbatoio di sali fusi) (C.R. ENEA Casaccia)

Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”

Linea di ricerca: “Simulazione e ottimizzazione di impianti ibridi CSP/PV/Eolici di scala medio-piccola operanti sui mercati MGP e MSD”



- Sviluppo di modelli di campi eolici e perfezionamento dei modelli di power block del CSP (cicli Rankine a vapor d’acqua e ORC).
- Simulazione e ottimizzazione del design di impianti ibridi CSP/PV, CSP/Eolici, PV/Eolici e CSP/PV/Eolici:
 - di scala medio-piccola (la più interessante per il territorio italiano), per scenari a domanda elettrica (i) costante e (ii) variabile (con profilo scalato rispetto alla domanda nazionale);
 - che operino sul (i) Mercato del Giorno Prima (MGP) e (ii) sul Mercato dei Servizi di Dispacciamento (MSD), per diversi scenari di prezzi (attuali e futuri) dell’elettricità.
- Confronto, in termini di costo dell’elettricità prodotta e di dispacciabilità, tra (i) impianti CSP, PV ed eolici non ibridizzati, (ii) impianti ibridi CSP/PV, CSP/Eolici e PV/Eolici ottimizzati e (iii) impianti ibridi CSP/PV/Eolici ottimizzati.



Schema di impianto ibrido CSP/PV/Eolico con le principali variabili di design

Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ **Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”**
- ❖ Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”

Linea di ricerca: “Tecnologie ad ultrasuoni per sistemi di rilevazione di occlusioni solide all’interno del piping di impianti CSP utilizzando miscele di sali fusi come fluido termovettore”



TRL iniziale: 2

TRL finale: 3

- Analisi teoriche e simulazioni numeriche:
 - valutazione delle criticità connesse con l’impiego delle tecnologie ad ultrasuoni per l’applicazione in oggetto;
 - configurazione preliminare e valutazione di massima del costo di un dispositivo di diagnosi ad ultrasuoni in grado di rilevare, in tempo reale, presenza (e, preferibilmente, incipiente formazione) e posizione di occlusioni di sali solidificati (i) nelle tubazioni rettilinee a sezione costante e (ii) in prossimità di pezzi speciali (valvole, curve, restrizioni, diramazioni, etc.) del piping di impianti CSP a sali fusi, senza la necessità di apertura delle linee e fermi impianto.



Danneggiamento di una valvola per incontrollata solidificazione dei sali fusi nel piping di un impianto CSP

Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”

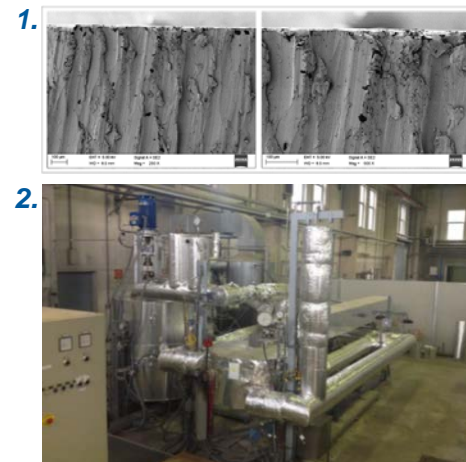
Linea di ricerca: “Procedure operative per impianti CSP con fluido termovettore costituito da miscele di sali fusi bassofondenti e studio della compatibilità dei materiali a contatto con le miscele”



TRL iniziale: 3

TRL finale: 6

- Campagna sperimentale sul circuito “MoSE” dell’ENEA, modificato ad hoc e caricato con due miscele di sali fusi bassofondenti selezionate per applicazioni a media T (200-400 °C) e ad alta T (400-600 °C):
 - messa a punto di procedure per la gestione operativa, ordinaria e di emergenza, degli impianti CSP a sali fusi di scala commerciale (es. operazioni di primo avvio, caricamento e prima fusione dei sali, drenaggio, solidificazione incontrollata dei sali e successiva fusione);
 - test di corrosione dinamica in condizioni simili a quelle reali di esercizio (T, flusso) su provini di acciai da impiegarsi, in ambito industriale, in qualità di materiali da costruzione per componenti e/o sottosistemi di impianti CSP a sali fusi bassofondenti (es. circuito fluido termovettore, sistemi di stoccaggio/accumulo termico, valvole, pompe di circolazione).



(1) Caratterizzazioni SEM su AISI 304;
(2) Circuito “MoSE” (C.R. ENEA Casaccia)

| Applicazione | Miscela | Composizione | T fusione | T max (conservativo) | Acciai selezionati (provini tal quali e saldati) |
|---------------------|----------------------------|----------------|-----------|----------------------|--|
| Media T (200-400°C) | Na/K/Ca/Li/NO ₃ | 11/51/25/13 %p | 92 °C | 350 °C | ASTM A516-70 (acciaio al C) |
| Alta T (400-600°C) | Na/K/Li/NO ₃ | 23/57/20 %p | 142 °C | 550 °C | AISI 347 H e AISI 304 |

Sommario

- ❖ Introduzione
- ❖ Fonte di finanziamento
- ❖ Dati generali, obiettivi e struttura del Progetto
- ❖ Tematica: “Materiali e componenti avanzati per impianti CSP”
- ❖ Tematica: “Ibridizzazione del CSP con altre tecnologie energetiche rinnovabili”
- ❖ Tematica: “Soluzioni tecniche e procedure operative per il settore industriale del CSP”
- ❖ **Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto**

Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Impatto e benefici sul sistema energetico

- ✓ Immissione in rete di energia rinnovabile (solare) “dispacciabile” a costo ridotto.
- ✓ Incremento della penetrazione nel sistema energetico delle tecnologie FER riducendo, al contempo, le criticità dovute alle fluttuazioni delle fonti primarie che hanno impatti significativi su complessità di gestione, disservizi, costi e sicurezza della rete elettrica.
- ✓ Erogazione di servizi ancillari al sistema elettrico.
- ✓ Spinta alla transizione sostenibile e decarbonizzazione del sistema energetico e dell’industria.
- ✓ Contributo all’adeguatezza, economicità e sicurezza degli approvvigionamenti energetici.
- ✓ Decarbonizzazione in settori industriali energivori (applicazioni SHIP a media e alta T) e nella climatizzazione degli ambienti (solar heating & cooling).
- ✓ Promozione di comunità energetiche.
- ✓ Recupero e valorizzazione calore di scarto di processi termici convenzionali.
- ✓ Riduzione dell’impatto ambientale del sistema energetico.

Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Benefici per gli utenti

- ✓ **Accesso a un sistema energetico sempre più alimentato da tecnologie FER, anche non programmabili, ma con livelli elevati di qualità del servizio** (stabilità e affidabilità delle rete elettrica nazionale e del sistema energetico nel suo complesso, con riduzione del numero di interruzioni/disservizi).
- ✓ **Riduzione del costo supplementare dell'energia rinnovabile** (dovuto al necessario bilanciamento della rete) → **Riduzione, in una prospettiva di medio-lungo termine, del prezzo dell'energia per gli utenti.**
- ✓ **Benefici diretti e immediatamente percepibili per gli utenti industriali e civili, sia in termini economici che di limitazione delle emissioni inquinanti locali nei siti di generazione** (in particolare se prossimi a contesti antropizzati).
- ✓ **Promozione di comunità energetiche.**
- ✓ **Riduzione impatto ambientale** (impiego di miscele di sali fusi come fluido termovettore e mezzo di accumulo, minor consumo di acqua di lavaggio del campo solare) / **Minore occupazione di suolo a parità di potenza installata** (impianti CSP di taglia medio-grande più performanti) / **Minore impatto paesaggistico** (impianti CSP distribuiti di piccola taglia).

Impatto sul sistema energetico, benefici attesi e ricadute applicative del Progetto

Previsione delle ricadute applicative

Target:

- ✓ **Aziende manifatturiere in grado di produrre componentistica avanzata per impianti CSP** → Ricadute applicative e/o industrializzazione di risultati/prodotti della ricerca su un orizzonte temporale di breve-medio periodo (*coating per tubi ricevitori, sistema di accumulo termocline ibridizzato, materiali da costruzione per impianti CSP a sali fusi*) o di medio-lungo periodo (*specchi autopulenti con sensoristica integrata, sistema micro-PTC, sistemi di accumulo termo-chimico a zeoliti, sistemi innovativi di riscaldamento elettrico dei sali fusi, dispositivo di rilevazione a ultrasuoni per impianti CSP a sali fusi*).
- ✓ **EPC Contractor / Società che si occupano di operation di impianti** → Ricadute applicative di soluzioni tecniche e di ingegneria di sistema in grado di semplificare la gestione degli impianti CSP, tal quali ovvero ibridizzati con altre tecnologie FER (*procedure operative per impianti CSP ibridizzati per applicazioni SHIP, modelli per simulazione e ottimizzazione di impianti ibridi CSP/PV/Eolici, dispositivo di rilevazione a ultrasuoni e procedure operative per impianti CSP a sali fusi*).
- ✓ **Aziende di settori diversi dal CSP** (PV, monitoraggio ambientale di polveri sottili e altri inquinanti, componentistica per climatizzazione solare, refrigerazione industriale, recupero calore di scarto di processi industriali) → Ricadute applicative e/o industrializzazione di risultati/prodotti della ricerca (*sensori di sporco/failure, sistemi di accumulo termo-chimico a zeoliti*).

Ing. Antonio Guglielmo

081.7723372 – 347.0511521

antonio.guglielmo@enea.it

