



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

Produzione di idrogeno tramite co-elettrolisi in fuel cell ad alta temperatura

Open Forum del CO2 Club Italia, Roma 16/4/2019

Massimiliano Della Pietra, Davide Pumiglia DTE-PCU-SPCT



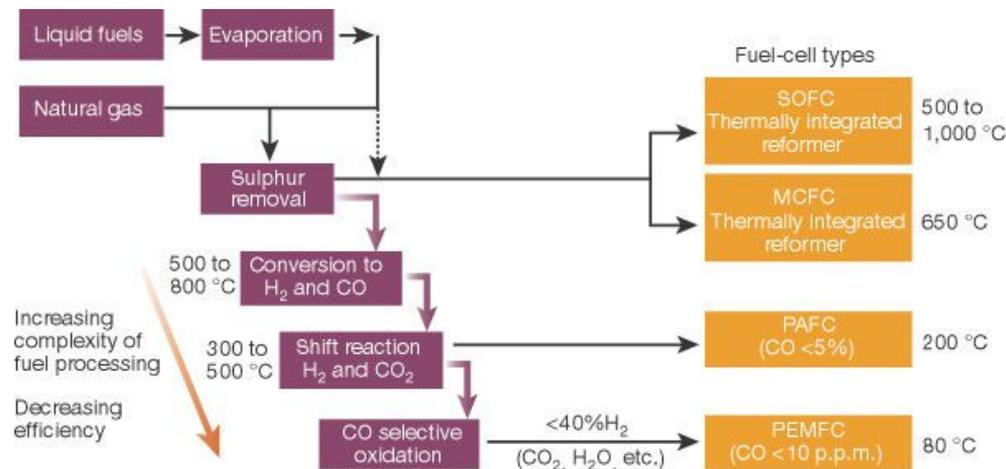
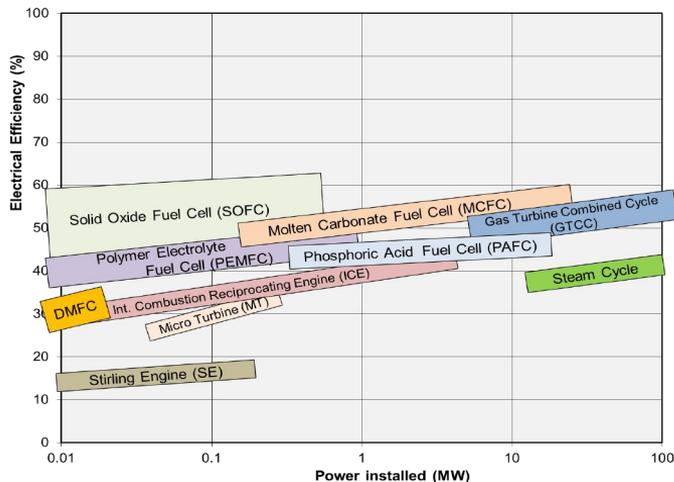
1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Sommario

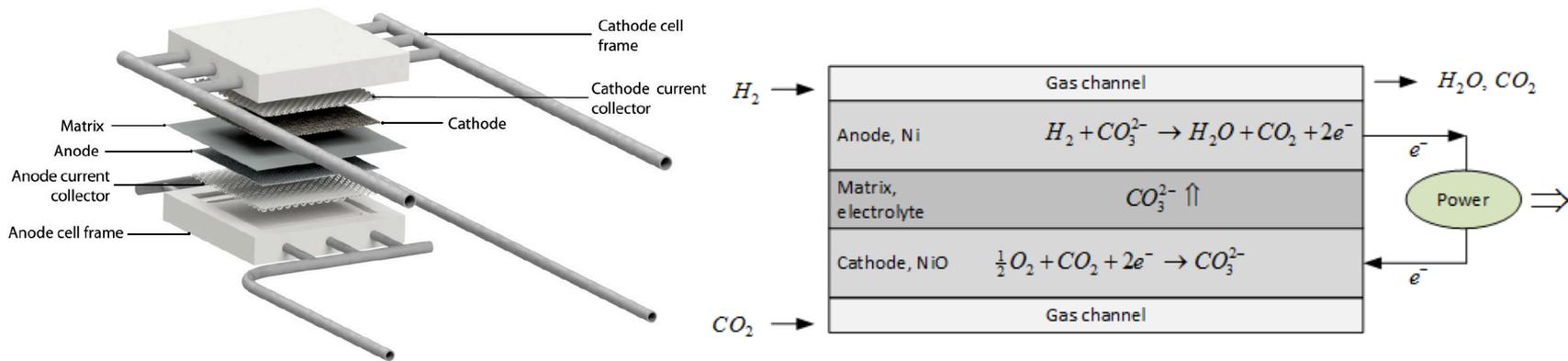
- Le celle a combustibile
- La (co)elettrolisi ad alta temperatura
- Le celle a combustibile a carbonati fusi operanti in maniera reversibile
- Elettrolisi e coelettrolisi ad ossidi solidi
- Conclusioni

Le celle a combustibile ad alta temperatura

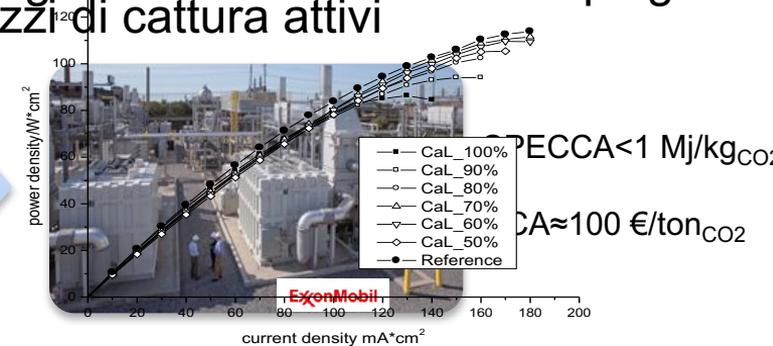
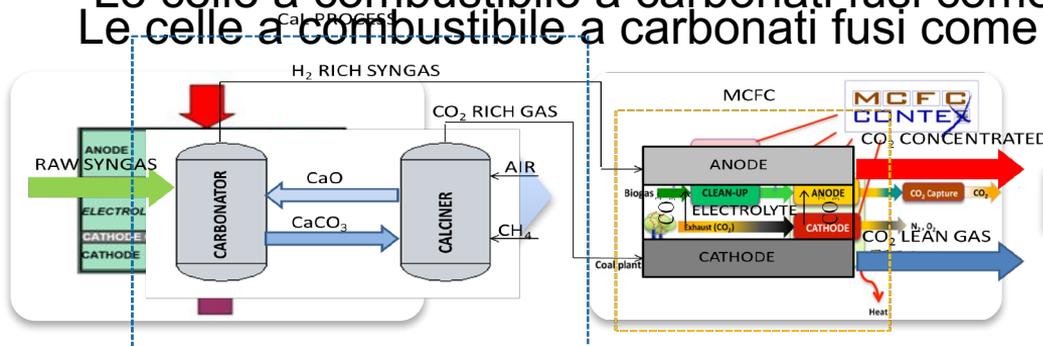


- ✓ Sono cogeneratori molto performanti con picchi di efficienze elettriche del 60%
- ✓ Hanno un basso impatto ambientale non emettendo NO_x e SO_x
- ✓ Possono operare in modalità reversibile

Le MCFC e la CO₂..... una lunga storia d'amore



Le celle a combustibile a carbonati fusi come integrazione in un calcium looping
 Le celle a combustibile a carbonati fusi come mezzi di cattura attivi



PECCA < 1 Mj/kg_{CO2}
 CA ≈ 100 €/ton_{CO2}

La (co)elettrolisi ad alta temperatura



Bassa temperatura

Alta temperatura

Vantaggi:

- tecnologia matura
- Temperature di esercizio basse

Svantaggi:

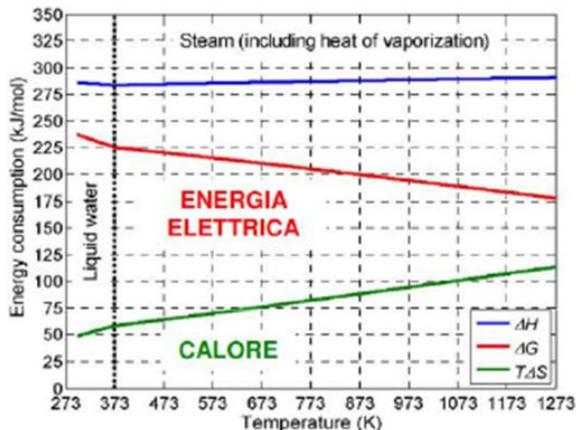
- Elevati consumi
- Elettrolita corrosivo

Vantaggi:

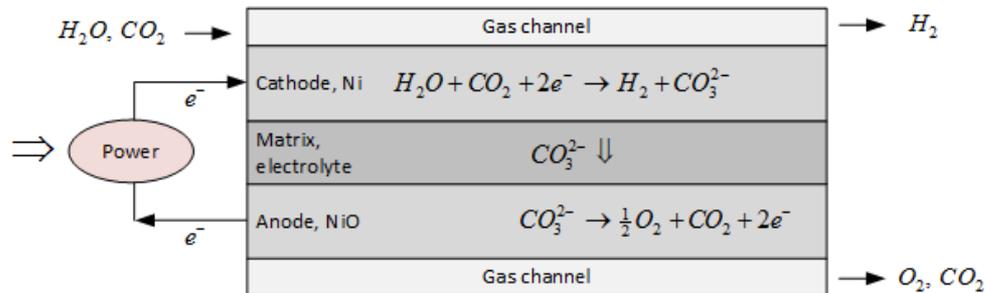
- Elevate efficienze di conversione
- Utilizzo di materiali poco pregiati

Svantaggi:

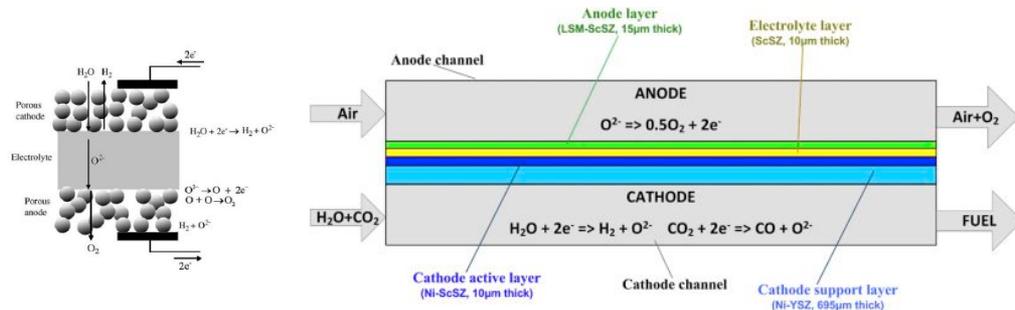
- Tecnologia non ancora matura



Funzionamento inverso delle MCFC: le MCEC



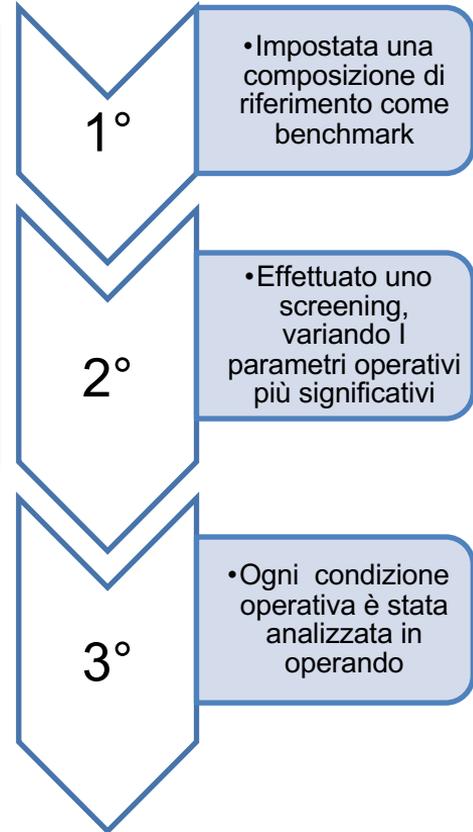
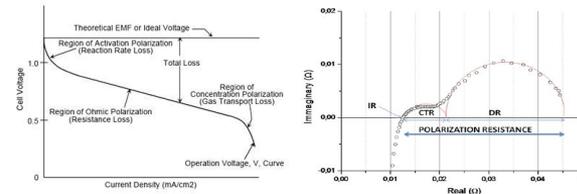
Funzionamento inverso delle SOFC: le SOEC



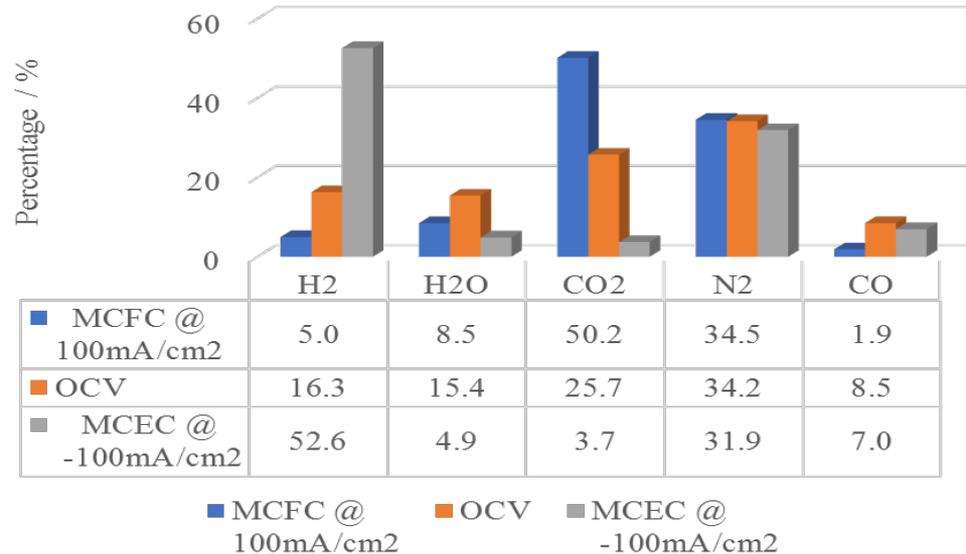
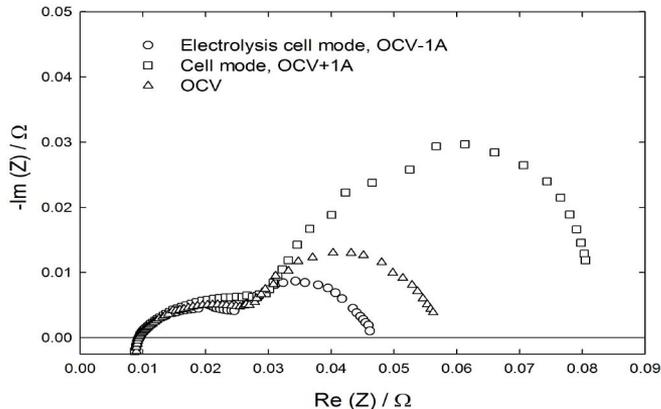
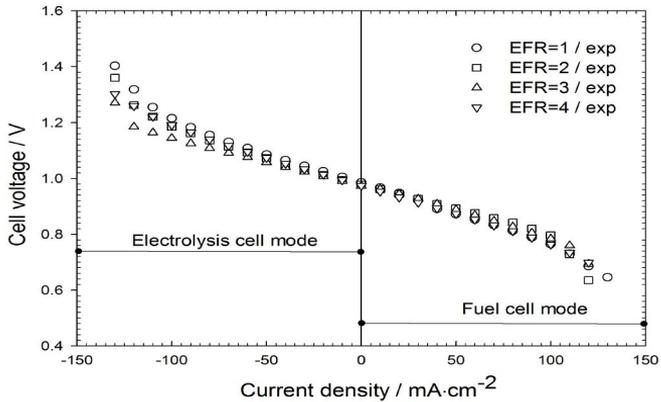
MCEC: Risultati sperimentali

	Composition, %		EFR	T, °C	
	Fuel electrode	Oxygen electrode			
	Run	CO ₂ /H ₂ O/H ₂ /N ₂	CO ₂ /O ₂ /N ₂		
Electrodes flow rate	1	25/25/25/25	25/25/50	1	650
	2	25/25/25/25	25/25/50	2	650
	3	25/25/25/25	25/25/50	3	650
	4	25/25/25/25	25/25/50	4	650
CO ₂ fuel electrode	5	30/25/25/20	25/25/50	2	650
	6	40/25/25/10	25/25/50	2	650
	7	50/25/25/0	25/25/50	2	650
H ₂ O fuel electrode	8	25/ 30/25/20	25/25/50	2	650
	9	25/ 40/25/20	25/25/50	2	650
	10	25/ 50/25/0	25/25/50	2	650
H ₂ fuel electrode	11	25/ 15/25/35	25/25/50	2	650
	12	25/ 5/25/45	25/25/50	2	650
CO ₂ oxygen electrode	13	25/25/25/25	20/25/55	2	650
	14	25/25/25/25	15/25/60	2	650
	15	25/25/25/25	10/25/65	2	650
	16	25/25/25/25	5/25/70	2	650
	17	25/25/25/25	25/20/55	2	650
O ₂ oxygen electrode	18	25/25/25/25	25/ 15/60	2	650
	19	25/25/25/25	25/ 10/65	2	650
	20	25/25/25/25	25/ 5/70	2	650
	21	25/25/25/25	25/25/50	2	630
Cell temperature	22	25/25/25/25	25/25/50	2	610
	23	25/25/25/25	25/25/50	2	590
	24	25/25/25/25	25/25/50	2	570

EFR=Electrodes Flow Rate

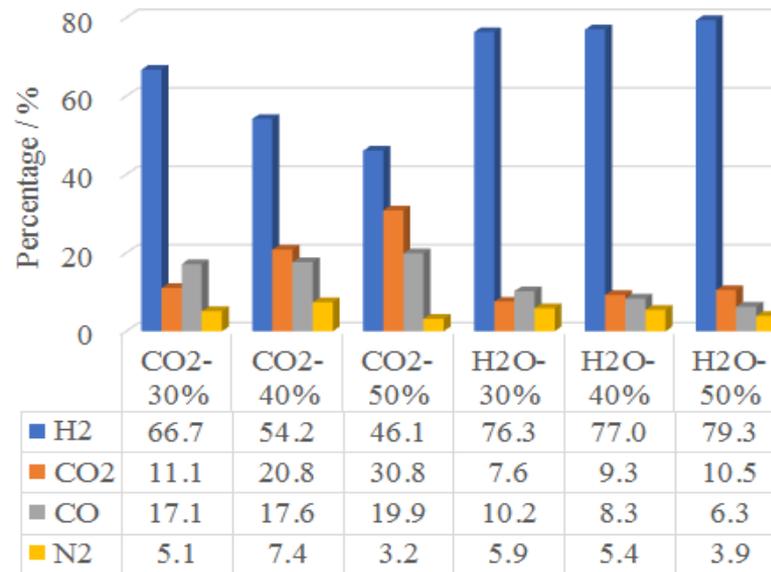
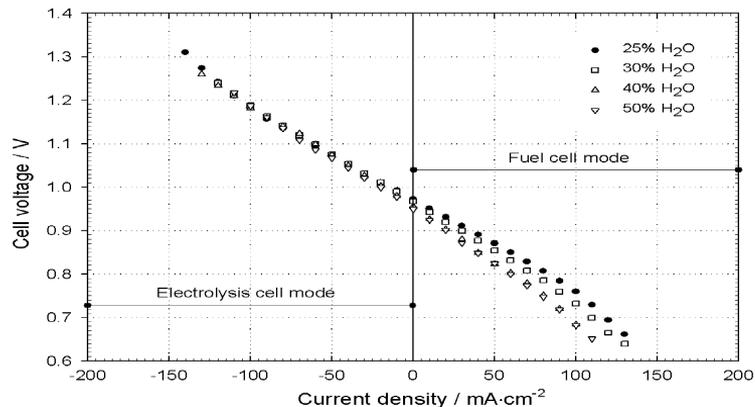
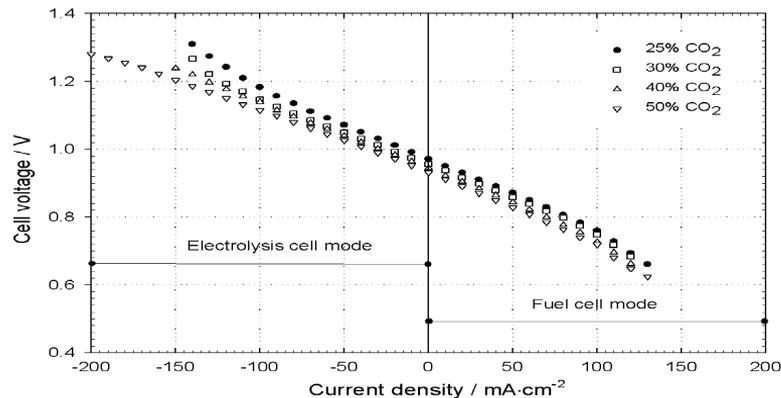


Risultati sperimentali: il primo screening



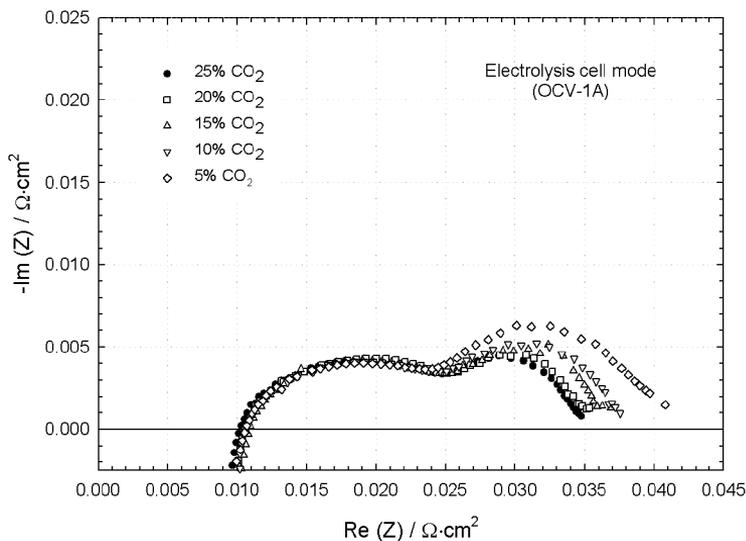
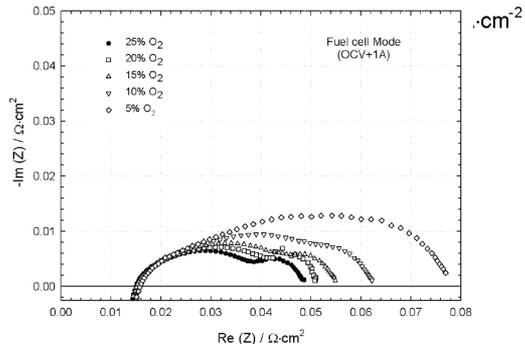
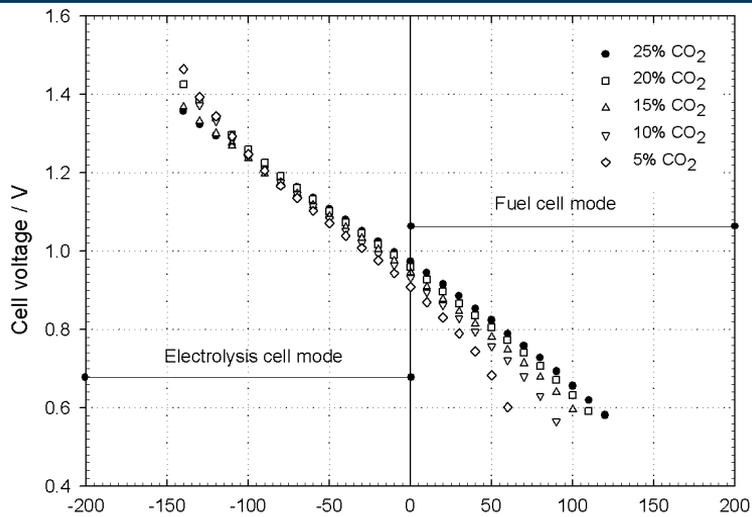
- ✓ La differenza di portate tra anodo e catodo incide sulle curve di polarizzazione
- ✓ Il funzionamento in elettrolisi della cella diminuisce la resistenza di polarizzazione
- ✓ All'uscita anodica è stato trovato CO

Risultati sperimentali: gli effetti della CO₂ e H₂O



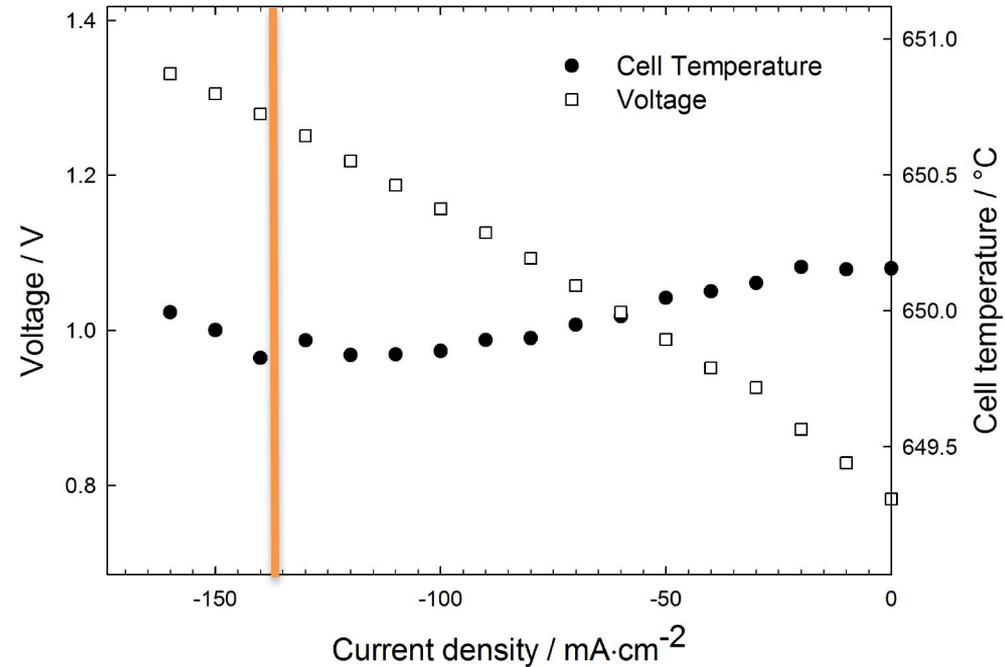
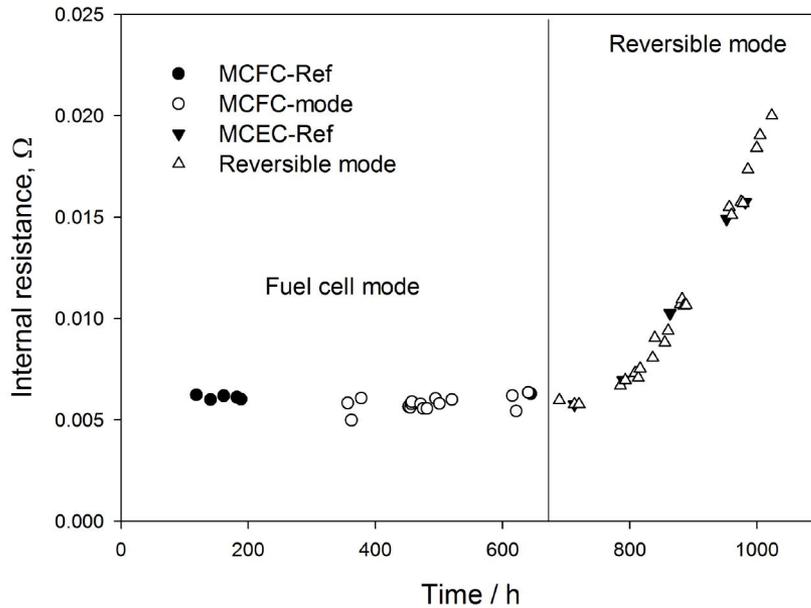
Le performance della cella sono fortemente influenzate dalle variazioni delle composizioni catodiche, sia in termini di assorbimento di potenza elettrica sia in termini di produzione di idrogeno.

Risultati sperimentali: gli effetti della CO₂ all'anodo

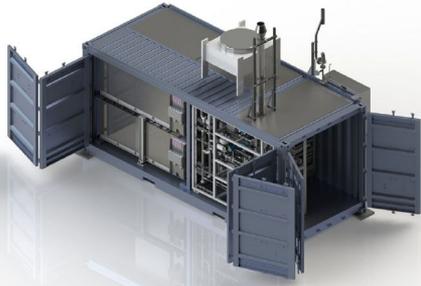


La diluizione della CO₂ nel compartimento anodico non comporta una perdita di performance significativa in modalità elettrolisi.

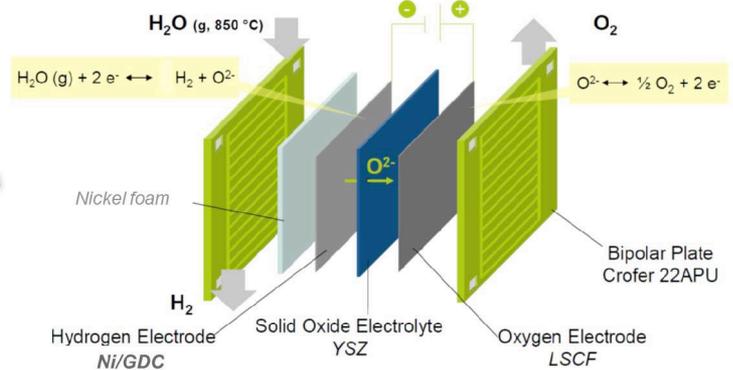
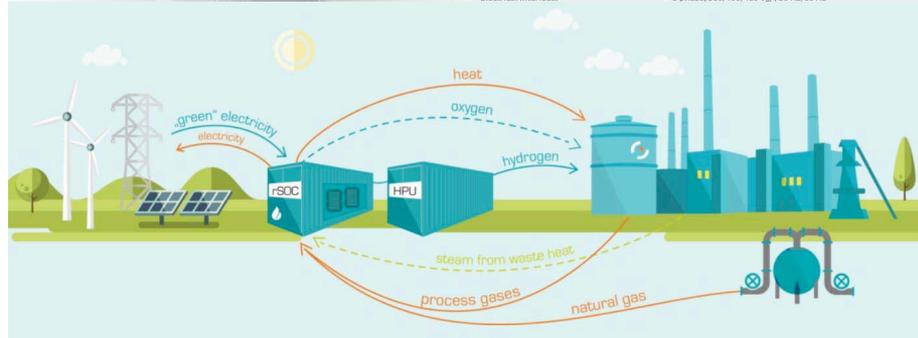
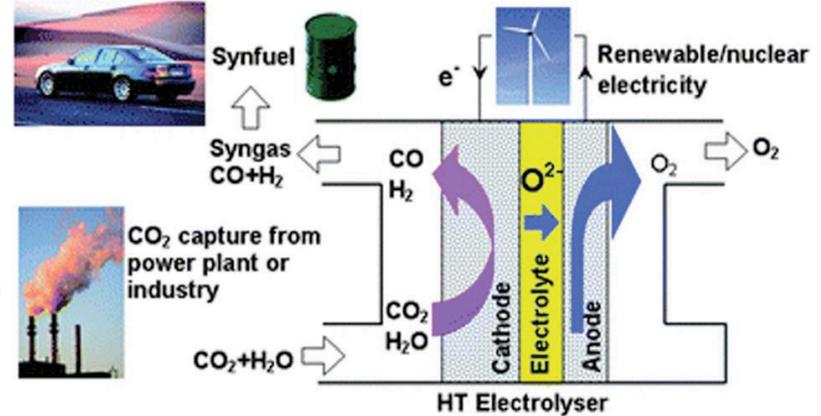
Risultati sperimentali: l'aumento della resistenza interna e il voltaggio termoneutro



SOEC: elettrolisi e coelettrolisi ad ossidi solidi



Power (per module) ¹⁾	
Rated electrical power (AC):	150 kW
Load variation (H ₂ output):	0 to 125 % bi/d
Electric efficiency (AC):	82 % _{net} ²⁾
Specific electric energy (AC):	3.7 kWh/Nm ³ ²⁾
H ₂ production:	40 Nm ³ /h ²⁾
H ₂ pressure (after compression):	10 bar (g)
H ₂ purity (after gas cleaning):	99.999 %
Steam input:	Saturated steam: 40 kg/h @ 150 °C Pressures: 3 bar (g)
Electrical interface:	3 phase, 380/400/480 V _{ac} ; 50 Hz/60 Hz



Conclusioni e lavori in corso

Il crescente interesse nei confronti dell'idrogeno come vettore per la transizione energetica può determinare un punto di svolta per lo sviluppo dell'elettrolisi e della co-elettrolisi ad alta temperatura.

Progetti e attività

passati



L'obiettivo di SOCTESQA è stato lo sviluppo di procedure di test uniformi per le celle di ossidi solidi ad alta temperatura (SOC). Queste procedure riguardano sia la modalità celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) sia la modalità elettrolisi (SOEC)

Presenti



Lo scopo del progetto BALANCE è di ottimizzare le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) per poter operarle in modalità reversibile (SOC) e Produrre una nuova generazione di celle che portino ad un progresso in termini di prestazioni e durata rispetto allo stato dell'arte

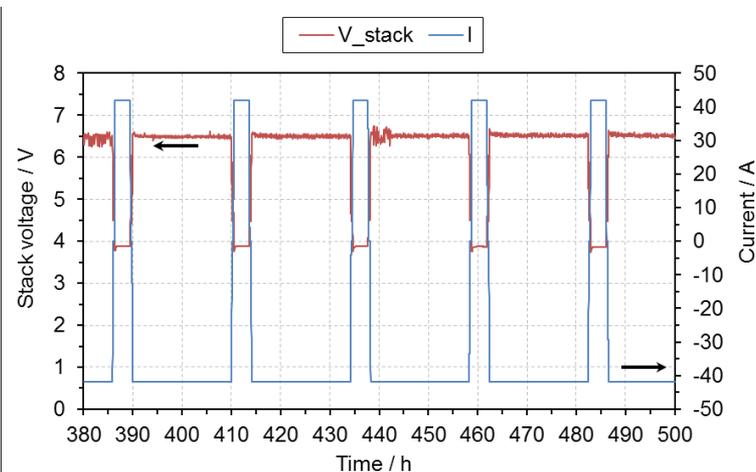
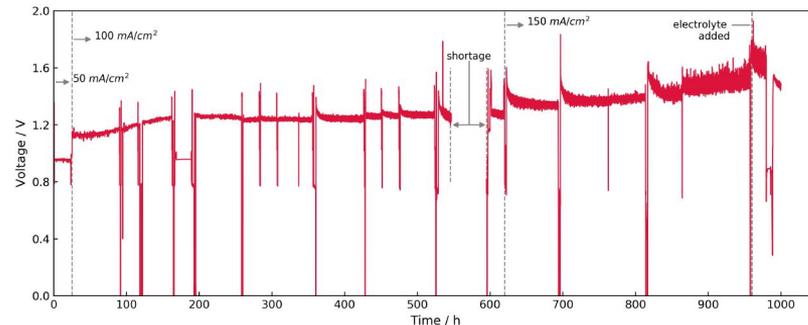
Presenti



Il progetto AD ASTRA ha come obiettivo quello di elaborare protocolli di test accelerati per celle a combustibile ad ossidi solidi funzionanti in modalità reversibile (SOC). I protocolli che verranno elaborati durante il progetto permetteranno di predire in maniera quantitativa gli effetti dei più significativi meccanismi di degrado che si verificano nella vita di una SOC.

Attività future
MCEC: **in cerca di topic**

La co-elettrolisi di acqua e anidride carbonica fatta con elettrolizzatori a carbonati fusi ad alta temperatura rappresenta un'opzione molto interessante sia per il settore dell'energy storage sia per quello del riutilizzo della CO₂



Grazie per l'attenzione

massimiliano.dellapietra@enea.it

davide.pumiglia@enea.it



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

