



PROGETTO DEMOSOFC

Pile a combustibile e biogas

Gerardo SCIBILIA

Centro Ricerche SMAT

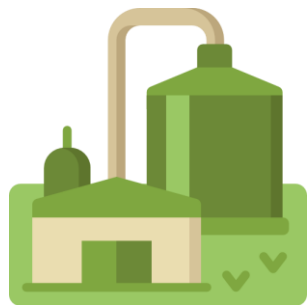


POLITECNICO
DI TORINO



Imperial College
London

Progetto DEMOSOFC



Biogas da digestione anaerobica
dei fanghi di depurazione



Solid Oxide Fuel Cell



Energia elettrica



Energia termica



- Progettazione e realizzazione di un **impianto di cogenerazione di taglia industriale (174 kWe) basato sulla tecnologia SOFC** (celle a combustibile ad ossidi solidi), alimentato da biogas dai fanghi di depurazione;
- Verifica nel medio-lungo periodo dell'efficienza del sistema, della manutenibilità, delle eventuali criticità operative;
- Analisi delle prestazioni energetiche, ambientali, economiche, e studio della replicabilità del concept in altre applicazioni industriali;
- Diffusione dei risultati

Il primo e più grande impianto industriale con tecnologia SOFC in Europa (174 kWe + 90 kWth) alimentato da biogas da fanghi di depurazione

Progetto DEMOSOFC



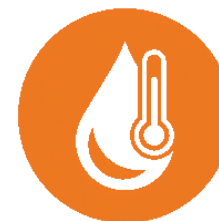
Biogas da digestione anaerobica
dei fanghi di depurazione



Solid Oxide Fuel Cell



Energia elettrica



Energia termica



POLITECNICO DI TORINO (IT): coordinatore del progetto



POLITECNICO
DI TORINO

CONVION (FI): produttore SOFC



SMAT (IT): end-user del sistema tecnologico e dell'energia prodotta



VTT (FI): valutazione delle performance del sistema



IMPERIAL COLLEGE (UK): business analysis



**Progetto di ricerca finanziato nell'ambito di
Horizon 2020**

Budget: 6 M€ budget, 4,5 M€ finanziamento;

Durata: 5 anni;

Il sito SMAT: Impianto di depurazione delle acque reflue urbane di Collegno (TO)



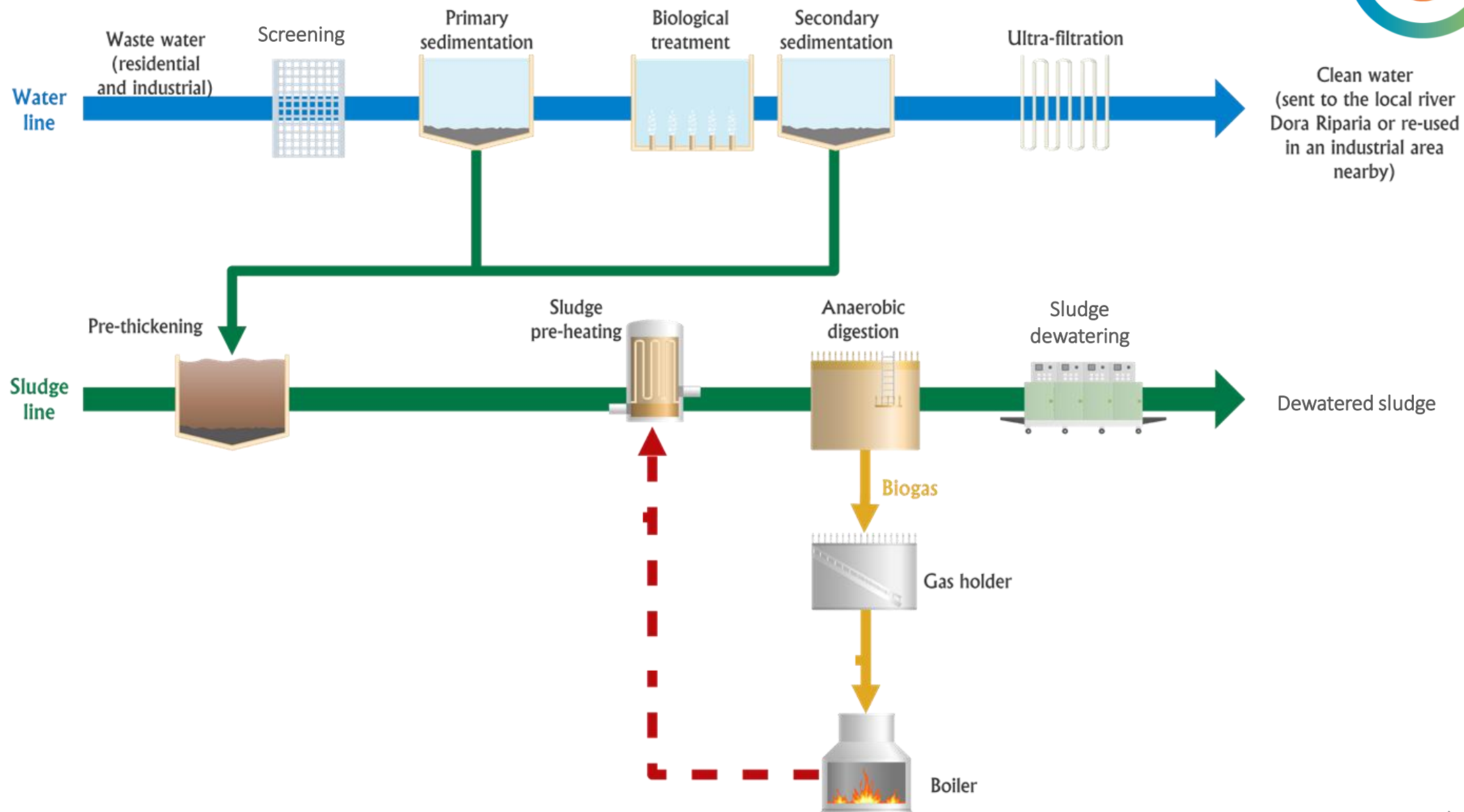
- 168.000 a.e.
- Precedente uso del biogas: caldaia per produzione di energia termica utilizzata per il riscaldamento dei digestori anaerobici



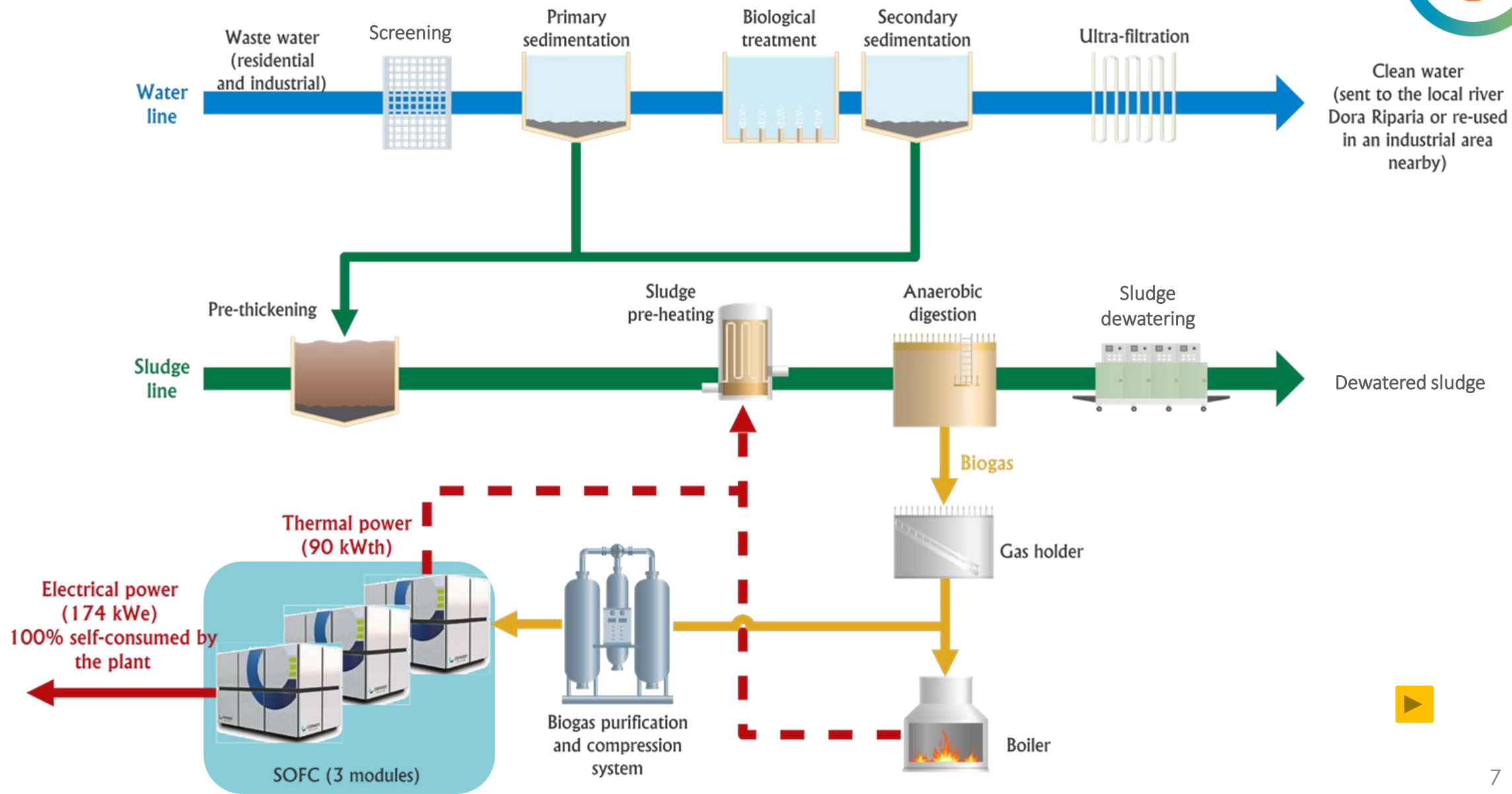


L'impianto **DEMOSOFC**

L'inserimento nell'impianto di depurazione



L'inserimento nell'impianto di depurazione



Sezione di purificazione del biogas

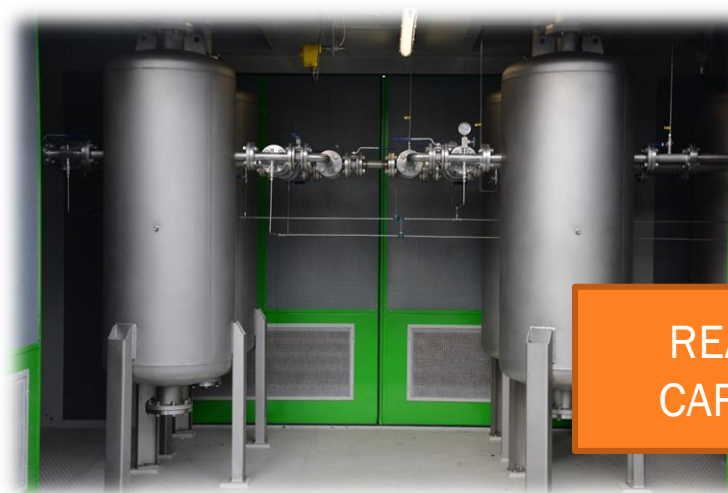


bio-komp™

ANALIZZATORE GAS
ONLINE



QUALVISTA
SMART BIOGAS MONITORING

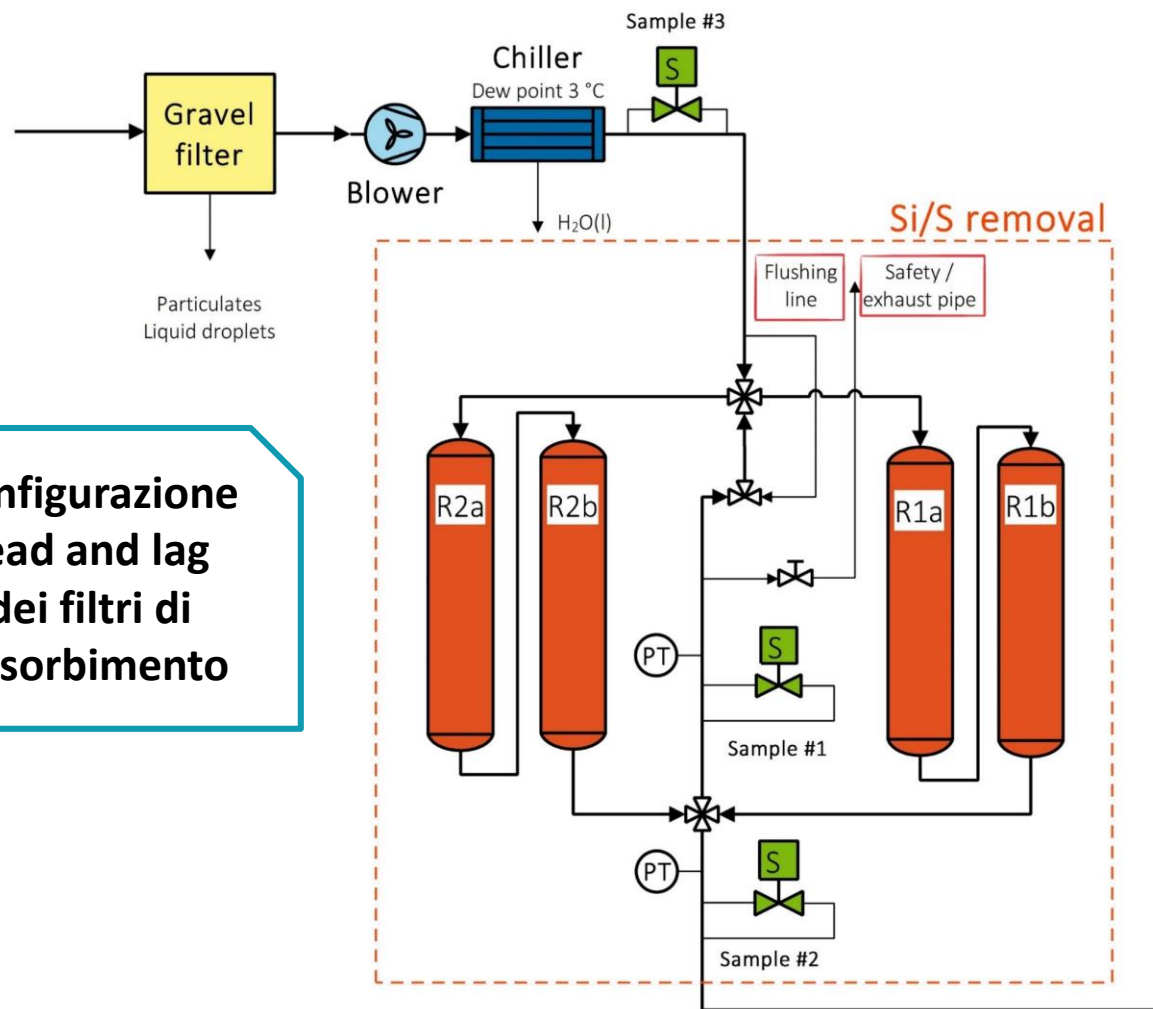


REATTORI CON
CARBONI ATTIVI

Sezione di purificazione del biogas



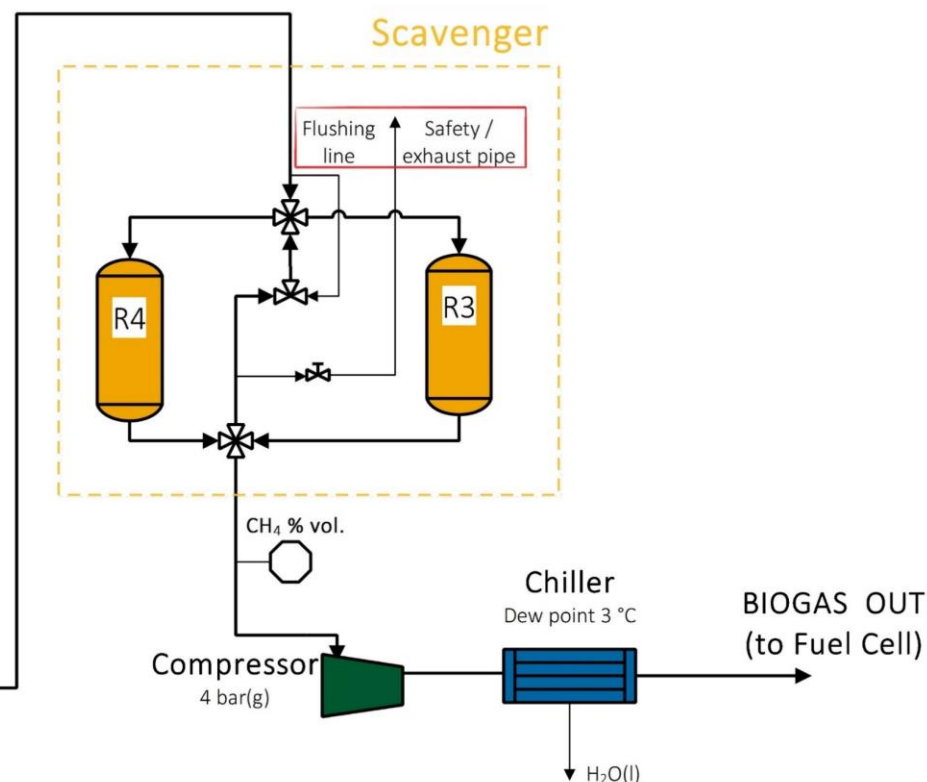
Configurazione
lead and lag
dei filtri di
adsorbimento



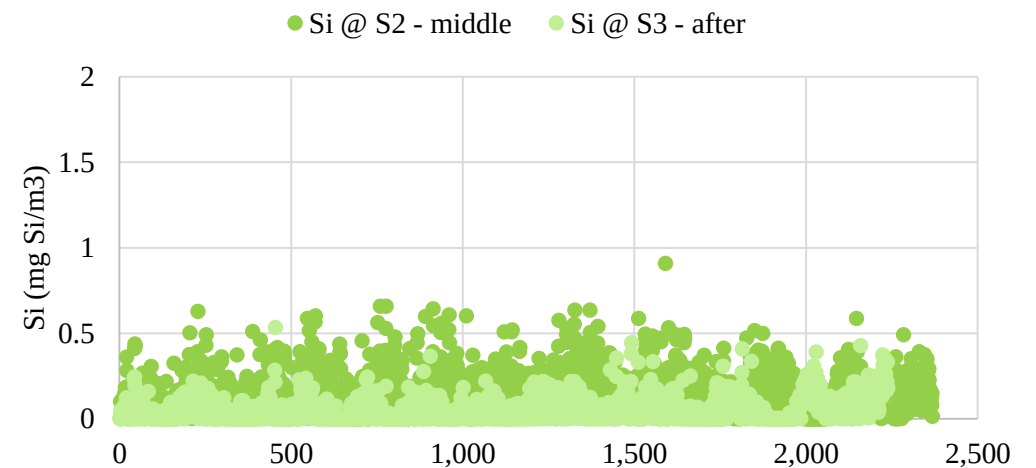
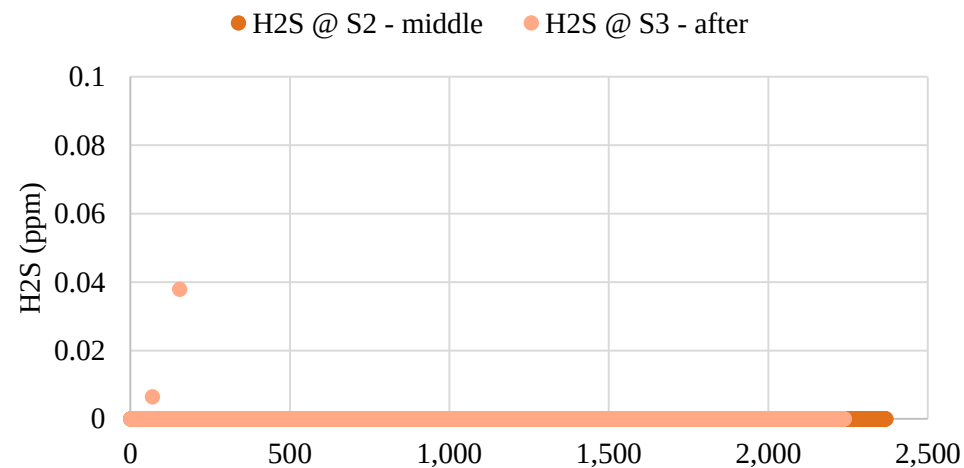
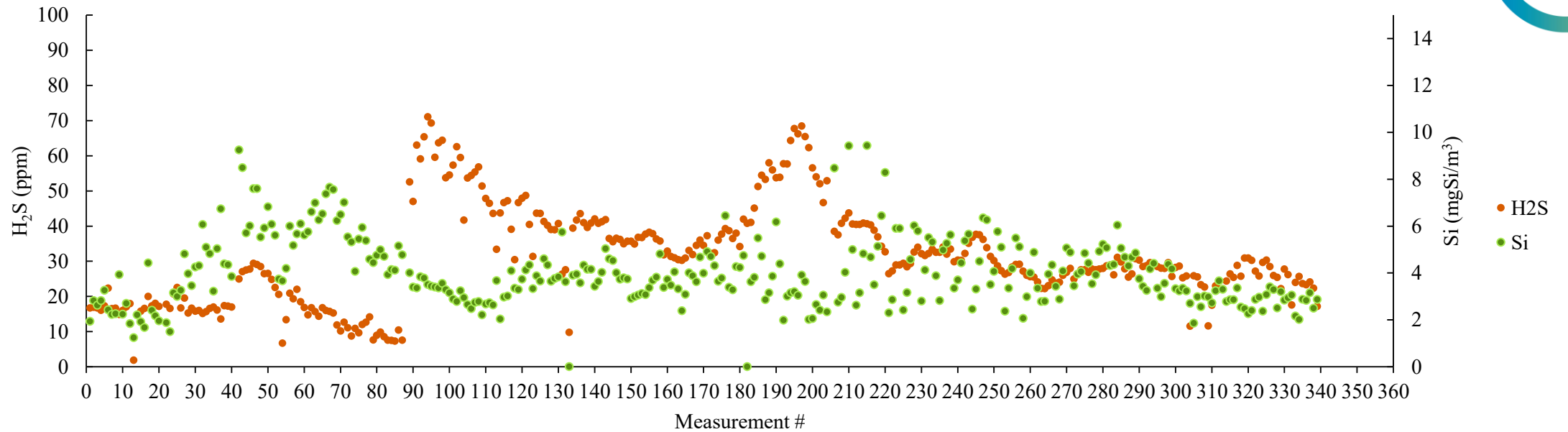
Livelli di purificazione
del biogas richiesti per
la SOFC

H₂S: 30 ppb

Silossani: 10 ppb



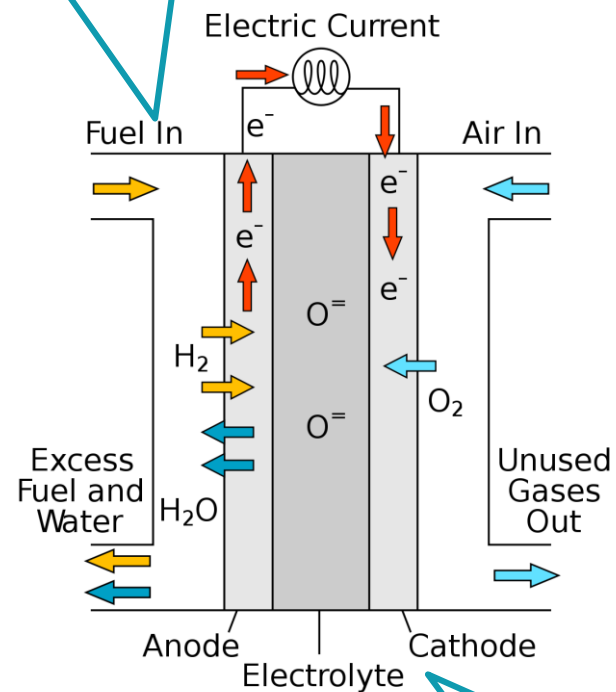
Sezione di purificazione del biogas



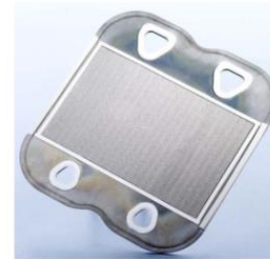
SOFC: Solid Oxide Fuel Cell



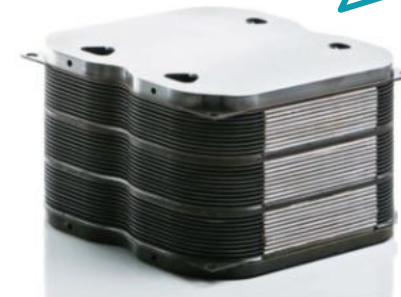
Emissioni in
atmosfera prossime
allo zero
(NO_x, SO_x, PM, VOC)



Alta efficienza
elettrica
(>50%)



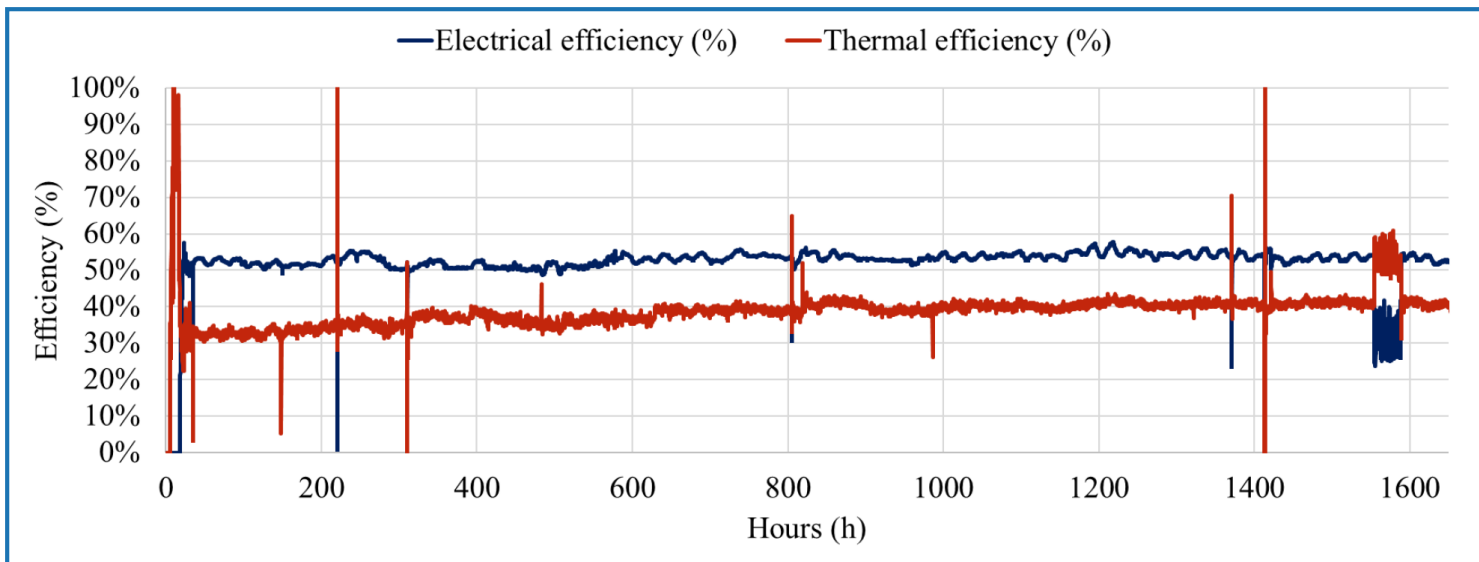
Concetto modulare:
le performance
rimangono costanti
dal kW al MW



SOFC: Efficienza elettrica e termica



*“Once a new technology exceeds the attractiveness of the currently used technology (in terms of financial, **operational** and environmental criteria), switching to the new technology becomes high probable.”*



- Efficienza elettrica > 50%
- Efficienza costante con la modulazione della potenza
- Bassa manutenzione

	Micro turbina	Motore a combustione interna	SOFC
Efficienza elettrica	28%	38%	53%

SOFC: Emissioni

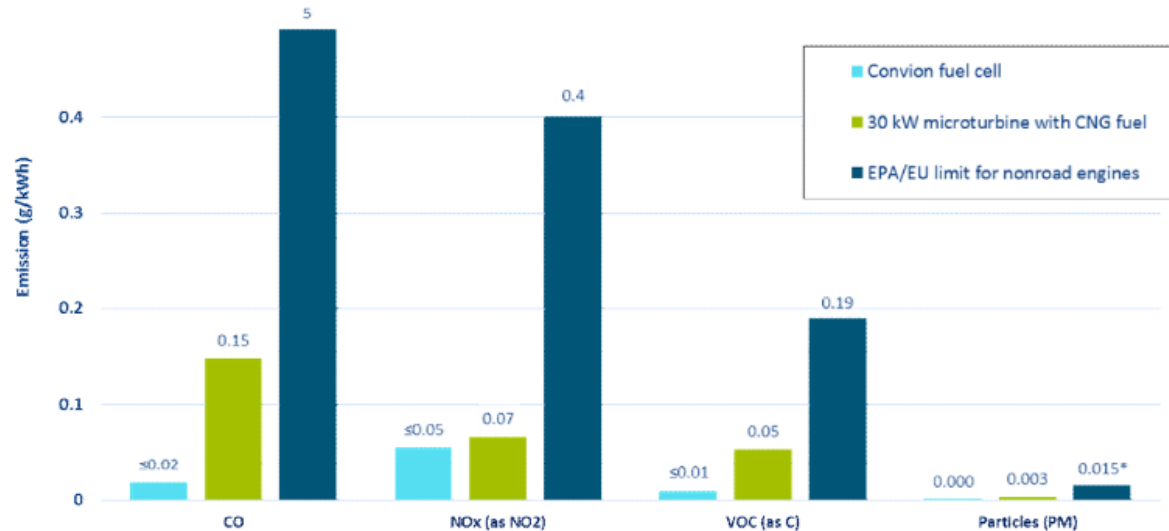


“Once a new technology exceeds the attractiveness of the currently used technology

*(in terms of financial, operational and **environmental** criteria), switching to the new technology becomes high probable.”*

- Low local emissions, noise level < 70dB, no vibrations

Emission comparison of Convion fuel cell (nominal operation point) with microturbine¹ and EPA²/EU³ limits for nonroad engines



Species	Unit	Measured value	Typical emission limits of gas engines and turbines ^{1,2}
H ₂ O	Vol-%	4.7	
CO ₂	Vol-%	3.4	
CO	mg/m ³	<9	100
CH ₄	mg/m ³	<2	
N ₂ O	mg/m ³	<8	
NO	mg/m ³	<20	
NO _x (as NO ₂)	mg/m ³	<20	75...200
SO ₂	mg/m ³	<8	15...60
C ₂ H ₆	mg/m ³	<14	
HCHO	mg/m ³	<7	
HF	mg/m ³	<10	
HCl	mg/m ³	<10	
SO ₂	mg/m ³	<10	
O ₂	Vol-%	18.3	
Particulate	mg/m ³	0.01	Ambient air EU reference values ³ 0.025 (PM _{2.5}), 0.05 (PM ₁₀)

1: Limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants (MCP-directive), DIRECTIVE (EU) 2015/2193

2: Industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (IED-directive), DIRECTIVE 2010/75/EU

3: Air quality in Europe — 2016 report, EEA Report No 28/2016

SOFC: Costi



*“Once a new technology exceeds the attractiveness of the currently used technology (in terms of **financial**, operational and environmental criteria), switching to the new technology becomes high probable.”*

- » Tecnologia «giovane», la produzione è ancora limitata e quasi «artigianale»;
- » Attualmente i costi di investimento sono troppo alti e non concorrenziali (>3500 euro/kW)
- » Necessita industrializzazione della produzione per economia di scala.

**SPERIMENTAZIONE
IMPORTANTE**

SOFC: vantaggi e svantaggi



Punti di forza

- » Elevata efficienza elettrica (50-55%), anche in taglie medio-piccole (adatto anche a piccoli impianti)
- » Alta modulazione del carico in ingresso con invariata efficienza elettrica
- » Bassissime emissioni atmosferiche (praticamente solo CO₂ e H₂O)
- » Sistema scalabile da kW a MW
- » Bassa necessità di manutenzione



Punti di debolezza

- » Costi di investimento ancora molto elevati e non concorrenziali
- » Necessità di trattamento spinto del biogas

Conclusioni



- I sistemi con celle a combustibile SOFC garantiscono **performance elevatissime in termini di efficienza elettrica ed emissioni trascurabili**;
- I sistemi SOFC possono essere installati in impianti di qualsiasi taglia, poiché le performance sono indipendenti dalla taglia (adatte anche per piccoli impianti);
- I sistemi SOFC possono configurarsi come una soluzione per la cogenerazione da biogas in grado di avvicinare i depuratori verso il target di autosufficienza energetica (Zero Energy Plant);
- **Progetti come DEMOSOFC sono essenziali per muovere il mercato verso economie di scala tali da ridurre il prezzo della tecnologia.**



Grazie per l'attenzione

Gerardo SCIBILIA

Centro Ricerche SMAT



www.demosofc.eu

<https://demosofc.wordpress.com>

This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 671470. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe research.



POLITECNICO
DI TORINO



Imperial College
London