



AGENZIA NAZIONALE PER LE
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno

Progetti ed infrastrutture C.R. ENEA Bologna per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno

FUELING TOMORROW
Bologna 9 ottobre 2024

Giuseppe Nigliaccio

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili

Divisione Tecnologie e Vettori per la Decarbonizzazione
Laboratorio Idrogeno e nuovi vettori Energetici



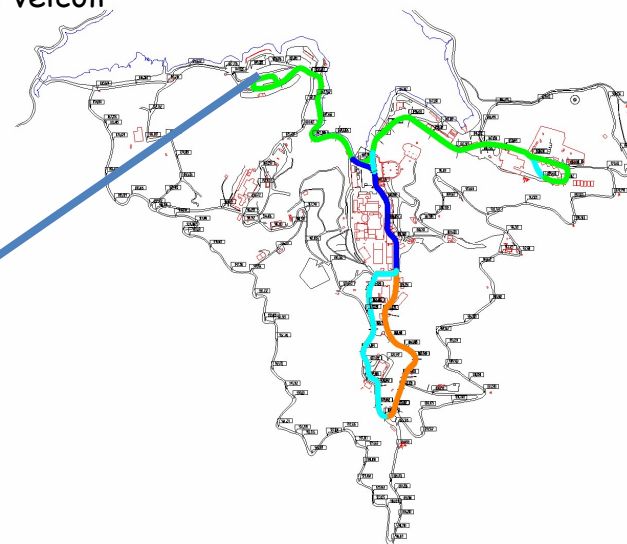
ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna

2006 - Brasimone

Realizzazione di circuito prova per la caratterizzazione di veicoli ad idrogeno

Realizzazione della «Mini rete idrogeno» per la caratterizzazione della componentistica ad alta pressione, installata presso il C.R. ENEA del Brasimone e configurata come stazione di rifornimento per i veicoli

Attività su veicolo ibrido a celle a combustibile



inizio percorso
rifornimento

Profilo altimetrico del circuito - Lunghezza ≈ 4.430 m

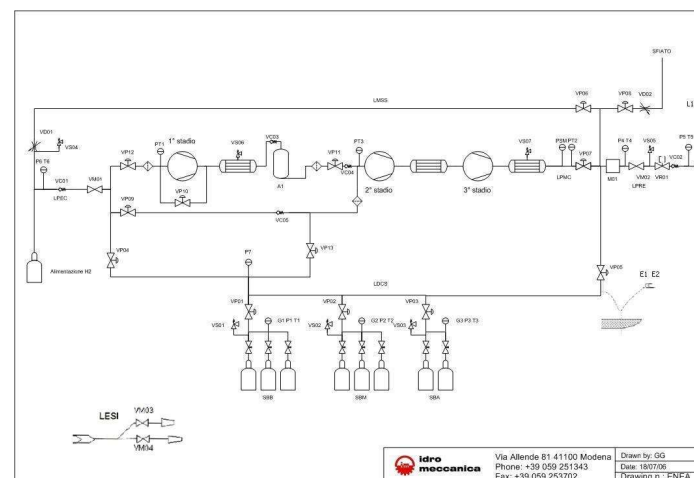
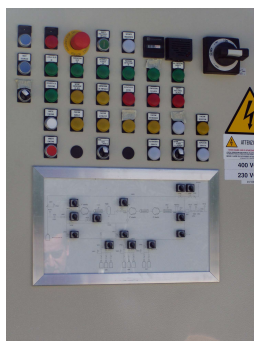
fine percorso



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna

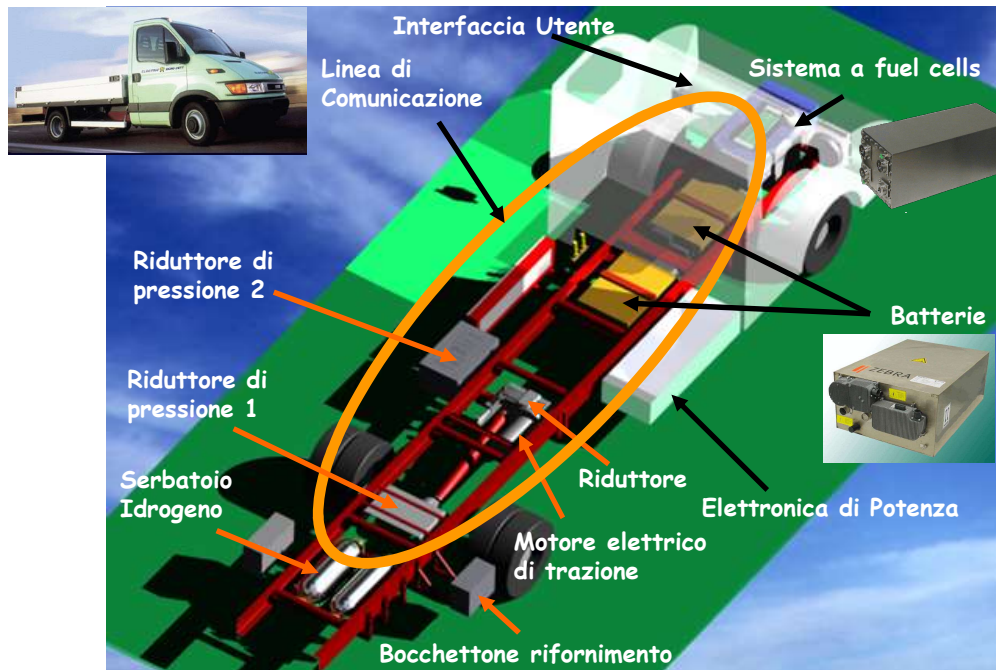
2006 – Minirete idrogeno



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

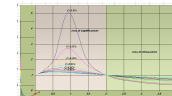
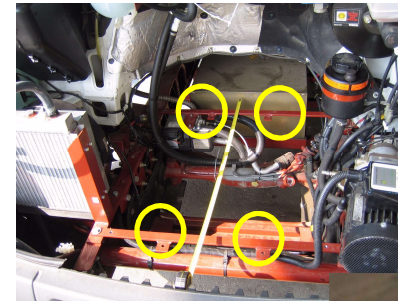
ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna

2006 – Veicolo NEO



Modello energetico e validazione sperimentale

Prove vibrazionali e progettazione sistemi di supporto FC ed analisi sollecitazioni serbatoi idrogeno



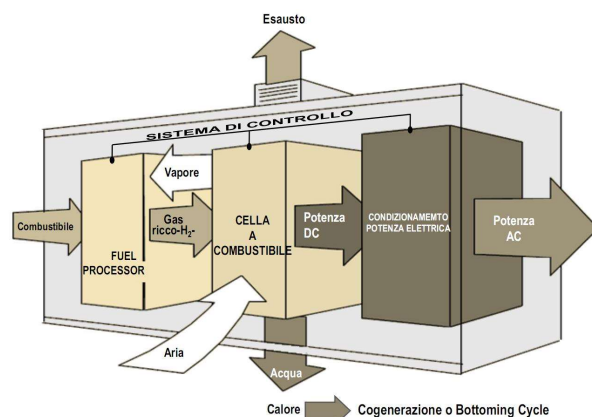
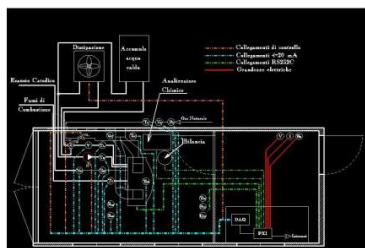
Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna 2007 - Stazione prova per cogeneratori a FC

Realizzazione di una stazione prova presso il C.R. ENEA Bologna per cogeneratori a gas naturale di bassa potenza.

Sperimentazione di un sistema di cogenerazione a fuel cells PEM e reattore per lo steam reforming del gas naturale.
Potenza elettrica 5 kWe e potenza termica 7 kWt

Schema stazione di prova per CHP a celle a combustibile



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna

2009 - Progetto MHY-BUS

Sperimentazione autobus alimentato con idrometano (miscela gassosa idrogeno-metano)

Target raggiunti con percentuale di idrogeno del 15%:

- Sperimentazione su strada di 45000 km
- Upgrade Minirete idrogeno per rifornimento autobus idrogeno-metano
- Autobus monitorato quotidianamente e periodicamente
- Modello di calcolo sui consumi validato da prove sperimentali (accuratezza 0,2%)
- Riduzione del consumo 11,5%
- Riduzione della CO₂ 13,4%



Minirete ENEA per idrogeno-metano



Motore al banco prova



Rifornimento autobus

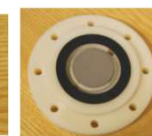
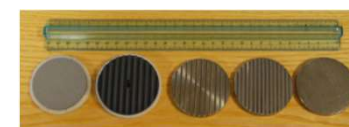
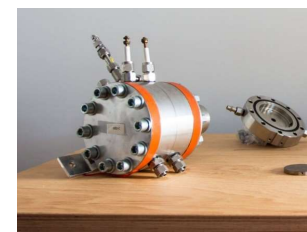
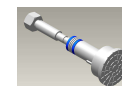
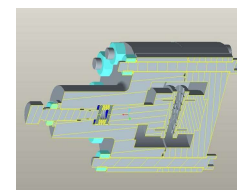
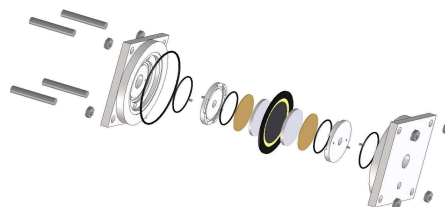
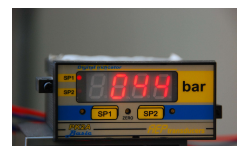
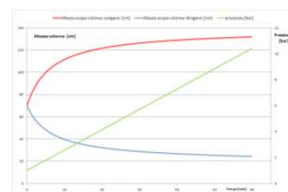
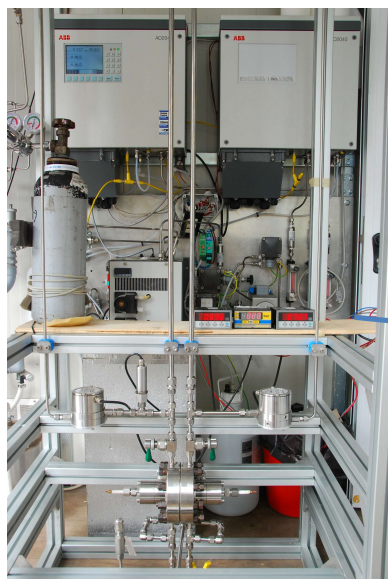
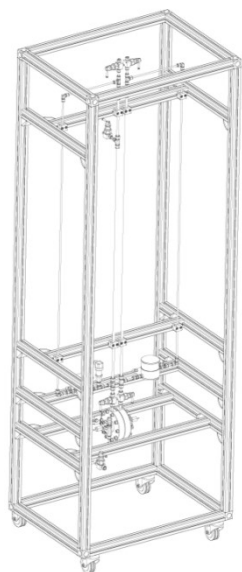


Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti idrogeno in Emilia – Romagna

2010 – Progetto ELIP Elettrolisi In Pressione

Sistema per la caratterizzazione in batch dei materiali (tecnologia PEM) per l'elettrolisi dell'acqua in pressione



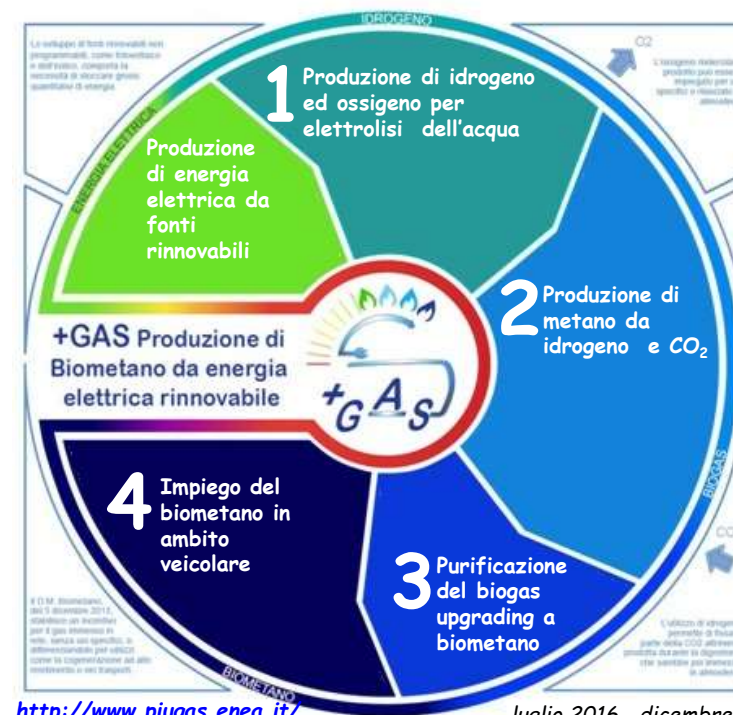
Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti di filiera in Emilia – Romagna

2016 - Progetto +GAS Produzione di biometano da energia elettrica rinnovabile

- 1 - Produzione di idrogeno da energia elettrica rinnovabile
Diversificazione del vettore energetico, accumulo di grandi quantitativi di energia
- 2 - Produzione di metano da idrogeno e CO_2 per via biologica
Utilizzo di batteri specifici per la metanazione, riduzione costi energetici del processo
- 3 - Il processo di upgrading
Diminuzione della concentrazione di CO_2 residua
- 4 - Impiego di Biometano in ambito veicolare (TPL)
Utenze già presenti

- Incremento produzione da rinnovabili non programmabili
- Produzione locale di ossigeno
- Produzione di combustibile a ridotte emissioni di CO_2 (nel ciclo)
- Riduzione emissioni locali di CO_2 negli impianti di produzione di biometano



<http://www.piugas.enea.it/>

luglio 2016 - dicembre 2018



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024



ENEA – Progetti di filiera in Emilia – Romagna

2016 - Progetto +GAS Produzione di biometano da energia elettrica rinnovabile

Collaborazione Progetto + GAS e Progetto Biomether

Sperimentazione veicoli alimentati con biometano

Prove su banco a rulli

Messa a disposizione di stazione per il rifornimento veicoli con biometano prodotto nella linea di trattamento del fango di depurazione

Sinergia con impianti di produzione di biometano

- utilizzo CO_2 e diminuzione locale delle emissioni di CO_2
- riduzione costi upgrading
- utilizzo stesse infrastrutture e bacino di utenza del gas naturale



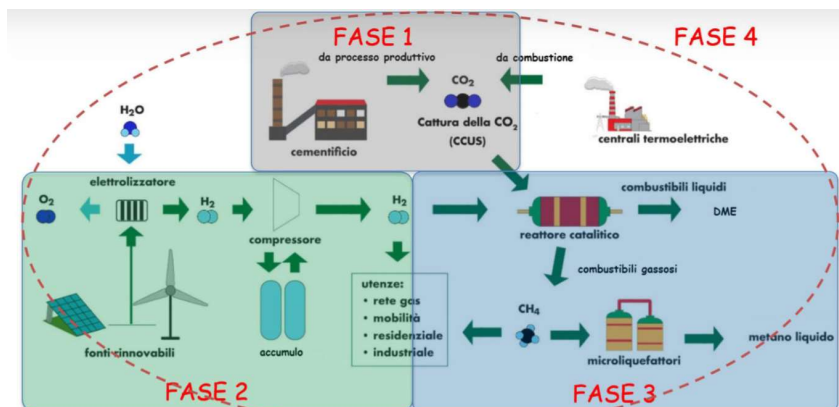
Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti di filiera in Emilia – Romagna

2019 - Progetto e-CO₂: Produzione ed utilizzo nei cicli industriali di combustibili sintetici da CO₂ ed energia elettrica rinnovabile



coordinatore



→ Fornire una stima su scala regionale della produzione/emissione di CO₂

→ **Analisi di tecnologie Power to X.** Caratterizzazione, tramite la realizzazione di diversi prototipi, della produzione di combustibili innovativi, da H₂ rinnovabile e CO₂

→ Analisi tecnico/economica del potenziale **impiego dei combustibili sintetici** gassosi e liquidi.

→ **Modellazione energetico-economica** delle tecnologie e dei processi di produzione di combustibili da CO₂ e H₂.



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – Progetti di filiera in Emilia – Romagna

2019 - Progetto e-CO₂: *Produzione ed utilizzo nei cicli industriali di combustibili sintetici da CO₂ ed energia elettrica rinnovabile*



Visita impianto di upgrading e liquefazione di biometano da discarica



Visita impianto di rifornimento LNG



Autobus Scania LNG - TPER



Rifornimento autobus



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

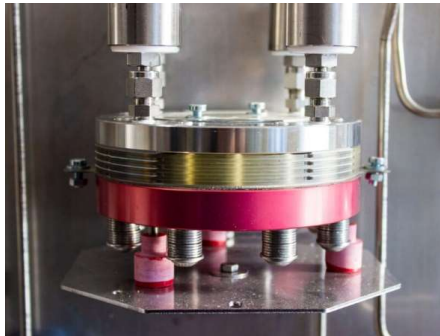
Impianti per test su produzione di idrogeno

Impianto a pannello per la caratterizzazione stack PEM in pressione

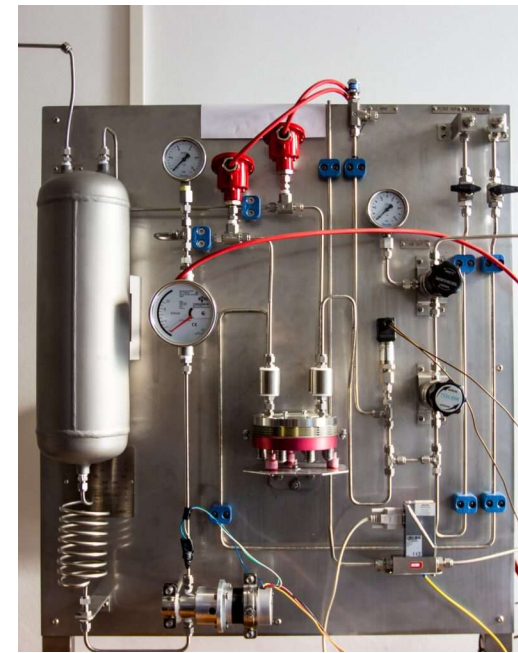
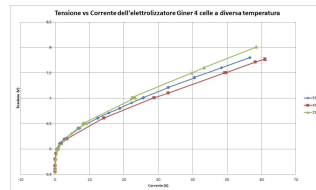
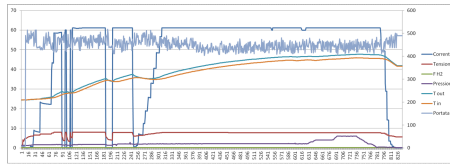
Potenza di stack fino a 3kW

Pressione di esercizio fino a 20 bar

Gestione pressione manuale



Dettaglio stack PEM da 500W;



Impianto per la caratterizzazione di stack PEM presso Centro Ricerche ENEA Bologna



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

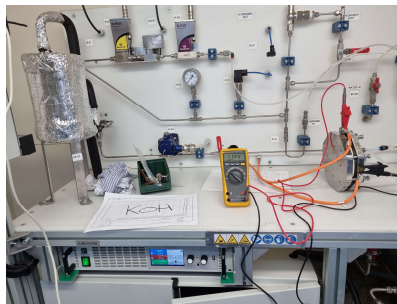
Impianti per prove produzione di idrogeno

Prototipo di banco prova per caratterizzazione stack AEM in pressione

Utilizzato per la caratterizzazione di stack AEM con potenza da 100 - 3000 W

Pressione esercizio fino a 20 bar

Gestione anche da remoto



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Impianti per prove produzione di idrogeno

Elettrolizzatore AEM per la produzione di idrogeno in pressione onsite



Potenza 1,2 kW

Pressione idrogeno fino a 20 bar

Portata di idrogeno 200 NI/h

Possibilità di interfaccia diretta con pannelli fotovoltaici

Possibilità di gestione in remoto

Sistema trasportabile

Impianto per la produzione di idrogeno in pressione
presso Centro Ricerche ENEA Bologna



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Impianti per prove produzione di idrogeno

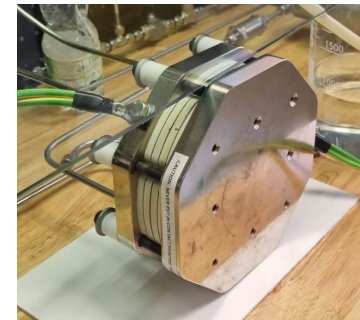
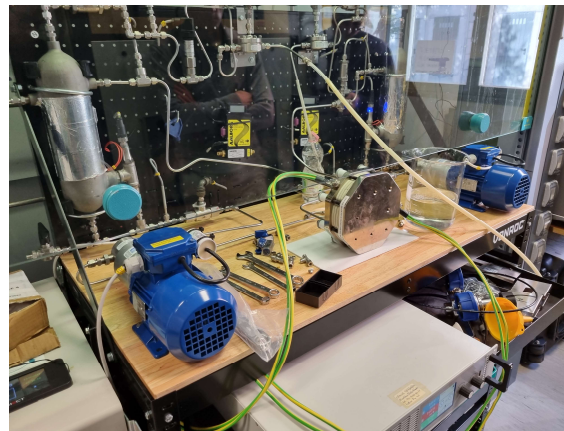
Prototipo di banco prova Proof Of Concept ENEA per caratterizzazione stack AEM in pressione

Utilizzato per la caratterizzazione di stack AEM.

Possibilità di alimentazione della soluzione alcalina sia all'anodo che al catodo

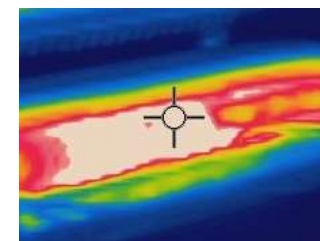
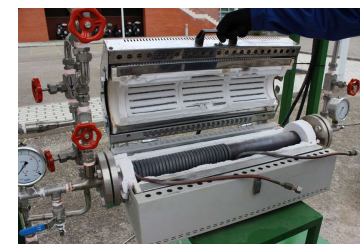
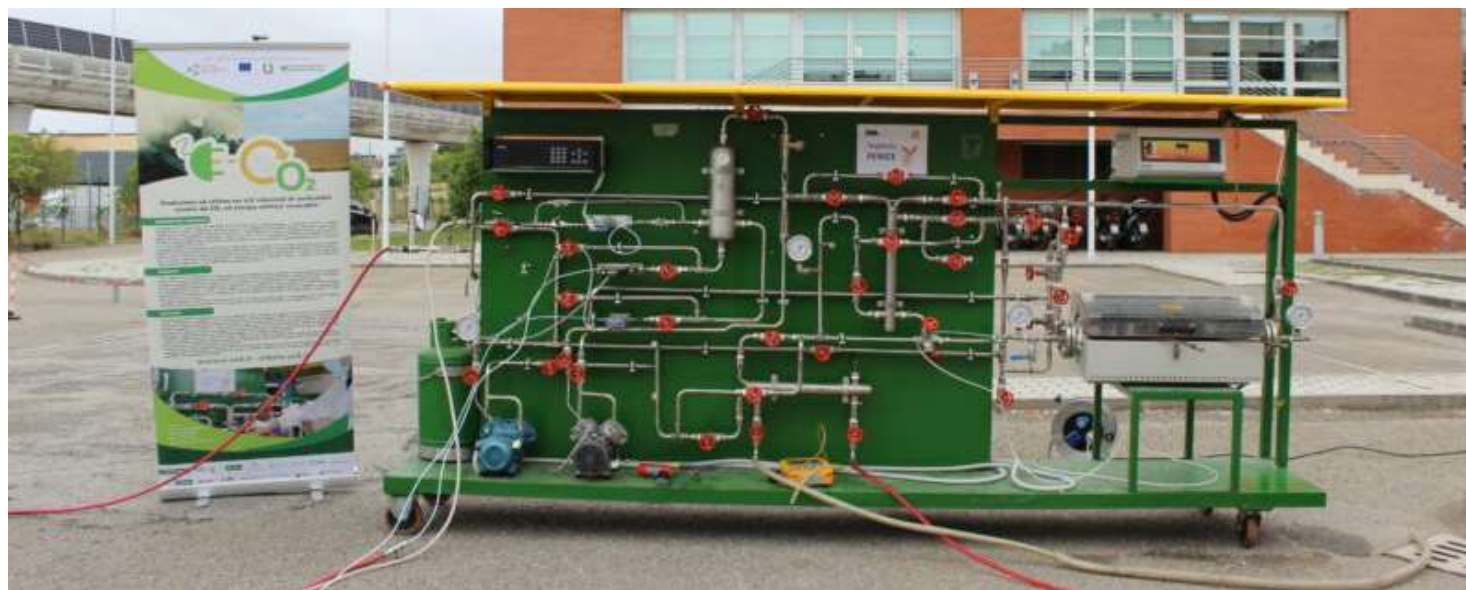
Pressione di esercizio fino a 60 bar

Potenza in alimentazione fino a 3 kW, corrente massima 120 A



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Impianto per test sulla trasformazione di idrogeno e CO₂ in metano



Impianto prova per produzione di metano sintetico da idrogeno e CO₂



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

ENEA – TESTING HUB per tecnologie polimeriche a bassa temperatura (PEM, AEM)

Realizzazione laboratorio idrogeno



Centro Ricerche ENEA
laboratori di via Martiri
di Monte Sole

Negli spazi del nuovo C.R. ENEA ex Manifattura Tabacchi è prevista la realizzazione di un laboratorio dedicato allo svolgimento di prove su sistemi fuel cells ed elettrolizzatori.

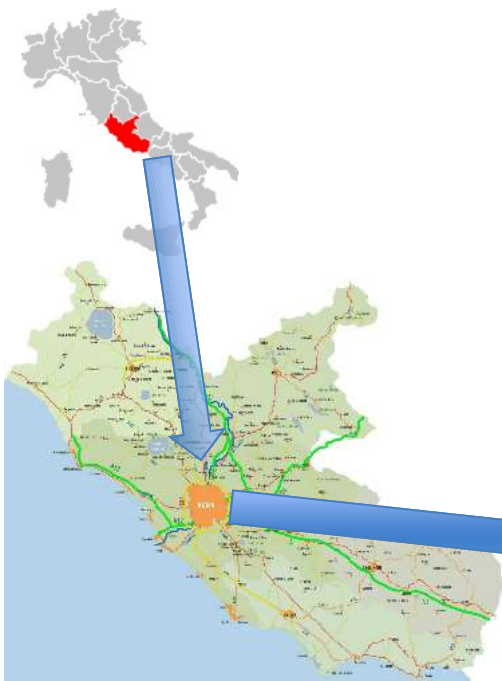


Nuovo Centro Ricerche
ENEA
ex Manifattura Tabacchi



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Hydrogen Demo Valley ENEA

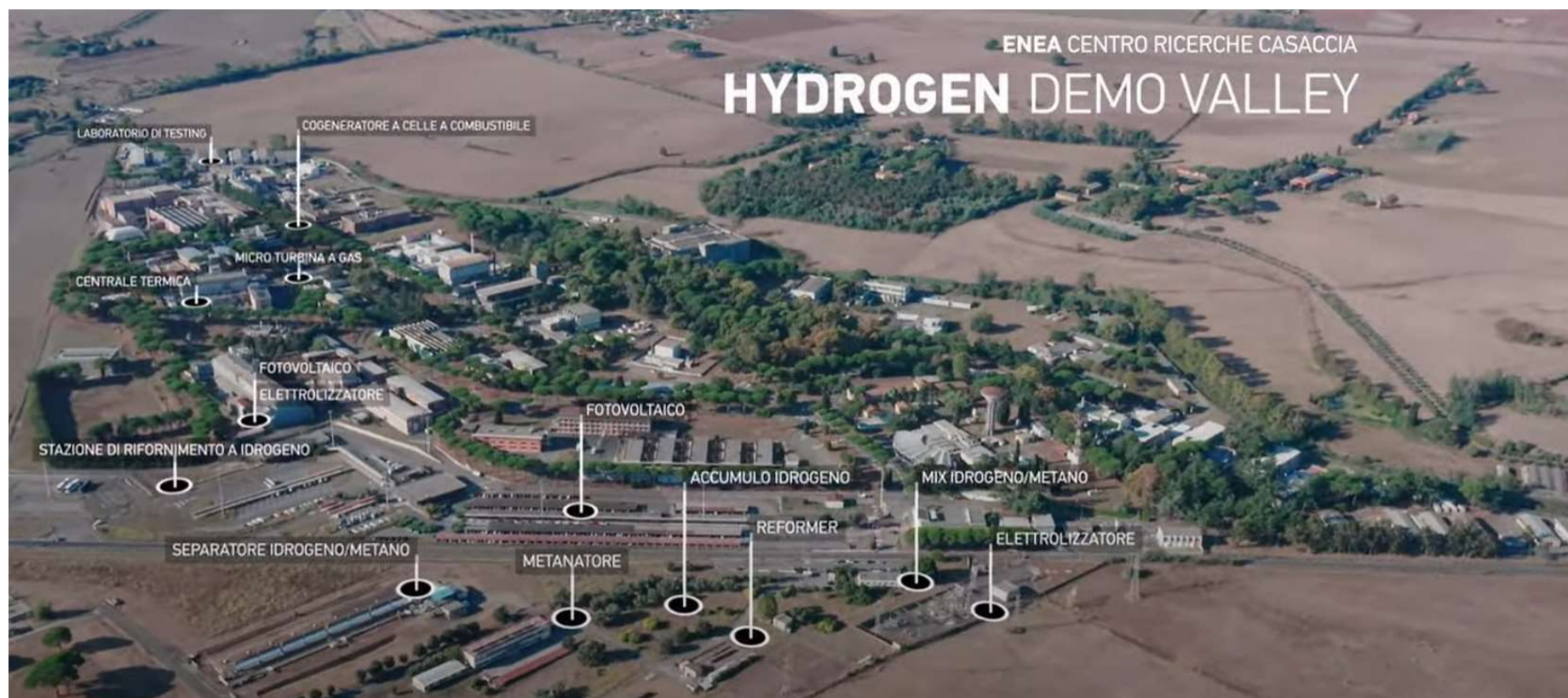


Centro Ricerche Casaccia - Roma



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

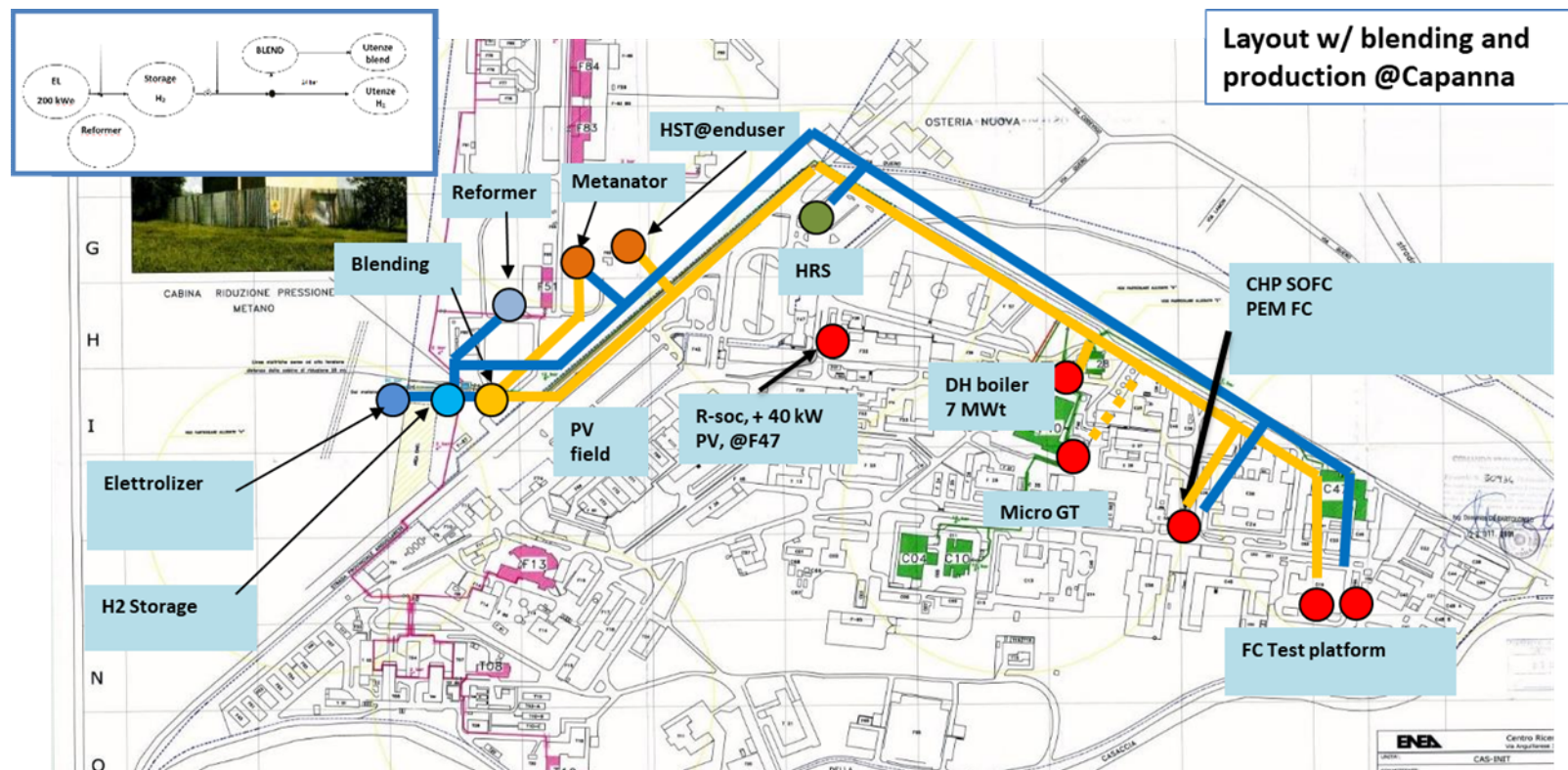
Hydrogen Demo Valley ENEA



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Hydrogen Demo Valley ENEA

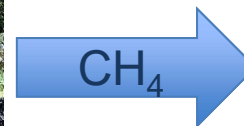
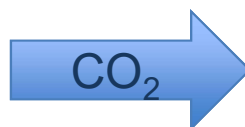
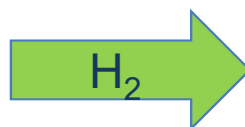
Layout



Hydrogen Demo Valley ENEA



Uso dell'idrogeno in unità di metanazione



- Produzione di $\text{CH}_4 \approx 1 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Consumo di $\text{H}_2 \approx 4 \text{ Nm}^3/\text{h}$



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Progetti nel settore idrogeno

Attività di R&D su tecnologie abilitanti per:

- Produzione di idrogeno verde (termochimica, elettrochimica)
- Stoccaggio, trasporto e distribuzione di idrogeno (inclusi e-fuels)
- Celle a combustibile ed applicazioni negli usi finali
- Altri

Recovery and Resilience Plan (RRP) - the Italian Research Operational Plan for Hydrogen



the National plan for the Electric System Research



Important Project of Common European Interest on Hydrogen



MISSION INNOVATION

accelerating the clean energy revolution



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Piano Operativo Ricerca per l'idrogeno

AdP - Piano Operativo di Ricerca (POR) per l'idrogeno (110M€)

PNRR - Missione 4 Componente 2 Investimento 3.5

ENEA soggetto realizzatore (75M€)

CNR (20M€) ed RSE (15M€) co-realizzatori.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Obiettivo 1 - Produzione di idrogeno verde e pulito

Obiettivo 2 - Tecnologie innovative per lo stoccaggio e il trasporto dell'idrogeno e la sua trasformazione in derivati ed e-fuels

Obiettivo 3 - Celle a Combustibile

Obiettivo 4 - Sistemi intelligenti di gestione integrata per migliorare la resilienza e l'affidabilità delle infrastrutture intelligenti basate sull'idrogeno

Dettaglio di alcune linee di attività:

Produzione:

LA 1.1.2 - Sviluppo elettrolizzatori alcalini ad alte prestazioni;

LA 1.1.5 - Sviluppo di elettrolizzatori in pressione a membrana anionici

Utilizzo:

LA 3.1.5 - Sviluppo del Balance of Plant per sistemi basati su celle a combustibile a membrana polimerica

LA 3.5.2 - Realizzazione di un testing-hub per caratterizzare e validare le prestazioni di dispositivi PEM, prototipali o commerciali, inclusi i relativi sistemi ausiliari e di controllo. Stesura di protocolli sperimentali da scala di laboratorio a scala di sistema



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Ecosister - Ecosystem for sustainable transition in Emilia-Romagna

PNRR - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.5



Spoke 2 – Clean energy production, storage and saving (UNIMORE)

ENEA è attivo sui seguenti WP

- WP 2: Technologies and systems for energy transport, distribution and storage. Smart sector integration: flexible, integrated, resilient and digitalised energy network (HPC)
- WP 3: Technologies, systems and components for the production, distribution, accumulation and direct use of green hydrogen and for the production of e-fuel (**ENEA WP co-leader**)
- WP 4: Capture, sequestration, purification and use of CO2 also through the use of green hydrogen or renewable sources (**ENEA WP leader**)

ENEA partner della proposta ACTI



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

NEST - Network for Energy Sustainable Transition

PNRR - Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3

Spoke 4 – Clean hydrogen and final use (UNIGE)



TASK 4.1.3

- Definition of the barriers to the technology of the task with the definition of intermediate KPI (at the components level) and identify the research pathway to achieve the project's targets
- Testing of small size low temperature PEM fuel cells (0,1kW); cell, stack and system efficiency, analysis of temperature and pressure effects on performance
- Long-term perspectives of technology. Tecno-Economic Assessment (on specific user cases). Define Upscaling barriers (materials and manufacturing)

TASK 4.1.4

- Definition of the barriers to the technology of the task with the definition of intermediate KPI (at the components level) and identify the research pathway to achieve the project's targets
- Testing EL-AEM e Fuel cell (single cell or stack 3kW - 200cm²)
- Long-term perspectives of technology. Tecno-Economic Assessment (on specific user cases). Define Upscaling barriers (materials and manufacturing)



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024

Giuseppe Nigliaccio
giuseppe.nigliaccio@enea.it
051-6098459



Giuseppe Nigliaccio - Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno – FUELING TOMORROW – Bologna 9 ottobre 2024