



ESPERIENZE DI MOBILITA' CON IDROGENO

Sustainable Mobility Solutions



GreenForce – chi siamo



Aldo Longana
Roberto Sterza



HOLDIM
group

Entrambi abbiamo ricoperto posizioni manageriali presso i maggiori costruttori di veicoli commerciali, industriali ed autobus: Volvo, Scania, Man, DAF, Renault e trattori agricoli Same Deutz Fahr

Dal 1991 il gruppo HOLDIM ha sviluppato soluzioni tecniche per la gestione elettronica dei motori, attraverso varie acquisizioni è entrato anche nel mondo dell'economia circolare seguendo progetti di valore anche con i maggiori costruttori del settore automotive.



GreenForce – Contenuti intervento



Alcune considerazioni in merito al quadro normativo e politico per lo sviluppo di una mobilità alternativa

IDROGENO E SISTEMI :

- **Informazioni di base**
- **Motori a combustione interna**
- **Sistemi a Fuel Cell (celle a combustibile)**

NOSTRE ESPERIENZE



Premessa



Le statistiche più recenti (ACEA 2022) riportano i seguenti dati:

- **7,4 Milioni** → N° TOT veicoli medi (MDV) e pesanti (HDV) in circolazione in Europa
- **50% con PTT > 15Tons** → sono veicoli pesanti **HDV** con percorrenza media giornaliera di circa 700Km a questi si aggiungono i veicoli per la mobilità urbana
- Questi veicoli insieme a quelli per trasporto locale di persone rappresentano:
 - **OLTRE il 30% delle emissioni di CO₂**
 - **OLTRE il 5% delle emissioni di GAS SERRA**



Obiettivi Commissione Europea



RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO2 NEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE E NEL TRASPORTO INTERNAZIONALE di MERCI:

- **CLEAN VEHICLE DIRECTIVE:** EU2019/1161
- **CO2 EMISSION STD REG:** EU2019/1242

-45% entro il 2030

-65% entro il 2035

-90% entro il 2040

Per raggiungere il target la CE specifica che si dovranno adottare e seguire strategie tecniche diverse a seconda dei vari contesti di intervento e delle modalità del trasporto considerando comunque e tra tutti, che:

H2-verde E' CONSIDERATO UN VETTORE ENERGETICO FONDAMENTALE

**E' L'ELEMENTO PIU' DIFFUSO
DI COMPLESSA PRODUZIONE PER USO INDUSTRIALE**



Obiettivi Commissione Europea

RIDUZIONI COME? TECNOLOGICO

Ovviamente la visione è a 360°, quindi



- SVILUPPO ED USO DI CARBURANTI ALTERNATIVI: ci sono importanti studi che ci fanno percepire risultati interessanti (**HVO100**)
- PROGETTAZIONE E SVILUPPO DELLA MOBILITÀ ELETTRICA SPECIFICA PER SITUAZIONI PECULIARI
- SVILUPPO DI MOTORI ENDOTERMICI ALIMENTATI AD IDROGENO.
- SVILUPPO DELLA SOLUZIONE A CELLE A COMBUSTIBILE AD IDROGENO.



Obiettivi Commissione Europea



RIDUZIONI COME? SISTEMICO

- SOSTENERE LA DOMANDA SOPRATTUTTO NELLA FASE DI SVILUPPO INIZIALE QUANDO IL COSTO «H₂/Kg» RISULTA ANCORA ELEVATO.
- DELINEARE UN QUADRO NORMATIVO E FISCALE AD HOC.
- INCREMENTARE E SUPPORTARE LA PRODUZIONE DI H₂ SU LARGA SCALA (tanto più H₂verde prodotto tanto meno sarà il suo costo-curva di Wright).
- FINANZIARE L'INNOVAZIONE E LA RICERCA (anche FCH Europee).
- SVILUPPARE L'INFRASTRUTTURA IN TERMINI DI STOCCAGGIO, TRASPORTO E DISTRIBUZIONE: per il trasporto su gomma European TEN-T network).
- SUPPORTO ALLA DOMANDA PER L'ACQUISTO DI VEICOLI A COMPROVATE ZERO EMISSIONI (FCH – E.SYSTEMS).



Perchè H2 dalla Commissione Europea



- **ALTA DENSITA' ENERGETICA** PER UNITA' DI MASSA (seconda al nucleare)
- **POTERE CALORIFICO CIRCA 3 VOLTE SUPERIORE** AI COMBUSTIBILI TRADIZIONALI
- **ASSENZA TOTALE** DI EMISSIONI CARBONICHE CLIMA-ALTERANTI
- POSSIBILITA' E SICUREZZA DI ACCUMULO PER LUNGO TEMPO ED IN VARIE FORME (**liquido, gassoso, in vettori solidi**)
- TEMPI BREVI DI **RICARICA**
- **H2 VERDE** SIGNIFICA **EMISSIONI ZERO → MASSIMA PUREZZA**

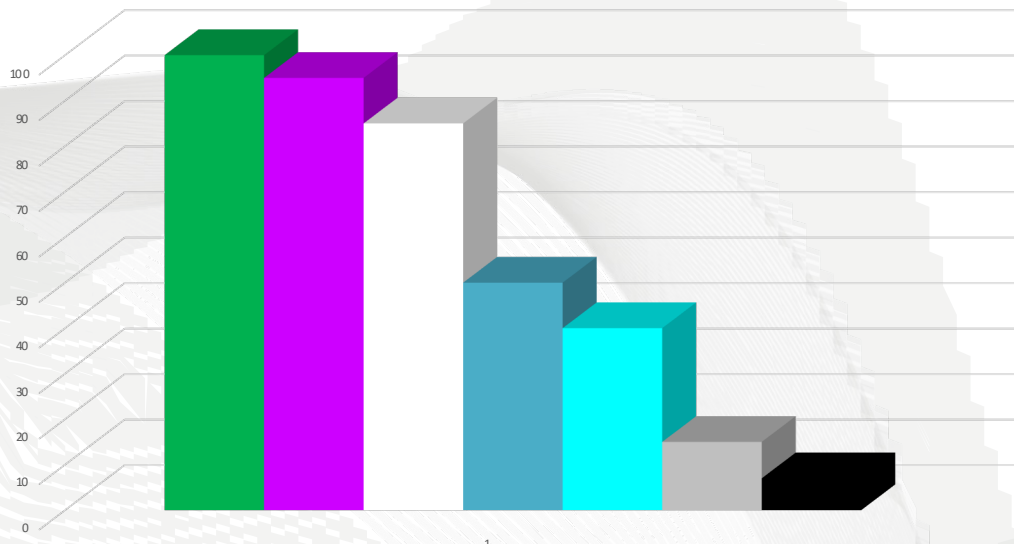


H2 in colori



H2 in PUREZZA

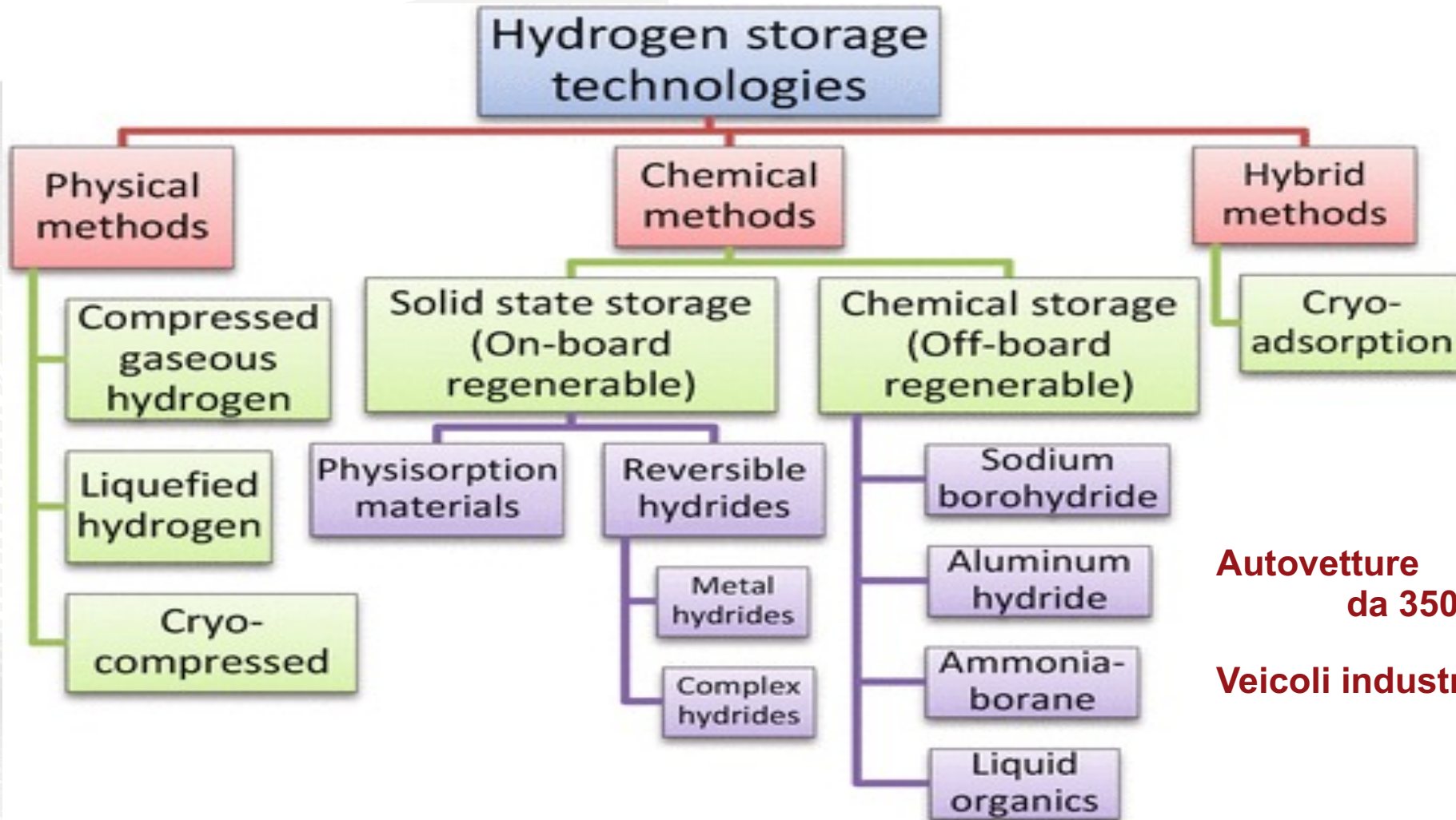
- H2 VERDE
- H2 VIOLA
- H2 BIANCO
- H2 BLU
- H2 TURCHESE
- H2 GRIGIO
- H2 NERO



H2 VERDE → ELETTROLISI DELL'ACQUA DA IMPIANTI RINNOVABILI

H2 BLU → ESTRAZIONE DA GAS NATURALI E PROCESSO DI STEAM REFORMING, CO2 CATTURATO AL 90%.

H2 GRIGIO → ESTRAZIONE DA GAS NATURALI E PROCESSO DI STEAM REFORMING, CO2 LASCIATO LIBERO NELL'ARIA.



Autovetture
da 350 a 700bar

Veicoli industriali
350bar



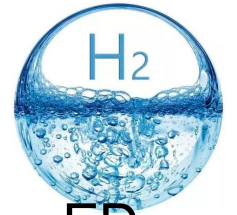
Da superare



- **NON COMPLETA** MATURITA' TECNOLOGICA dei PROCESSI H₂ E FCH
- **PROCESSI DI PRODUZIONE** ANCORA SUFFICIENTEMENTE COMPLESSI E COSTOSI
- RETI ED INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO E DISTRIBUZIONE **NON ANCORA CONSOLIDATE**
- **LIMITATA DIFFUSIONE** DI PROGETTI DI RIFERIMENTO E DIMOSTRATIVI
- **ERRATA PERCEZIONE** DI PERICOLOSITA'



Da superare: infrastrutture

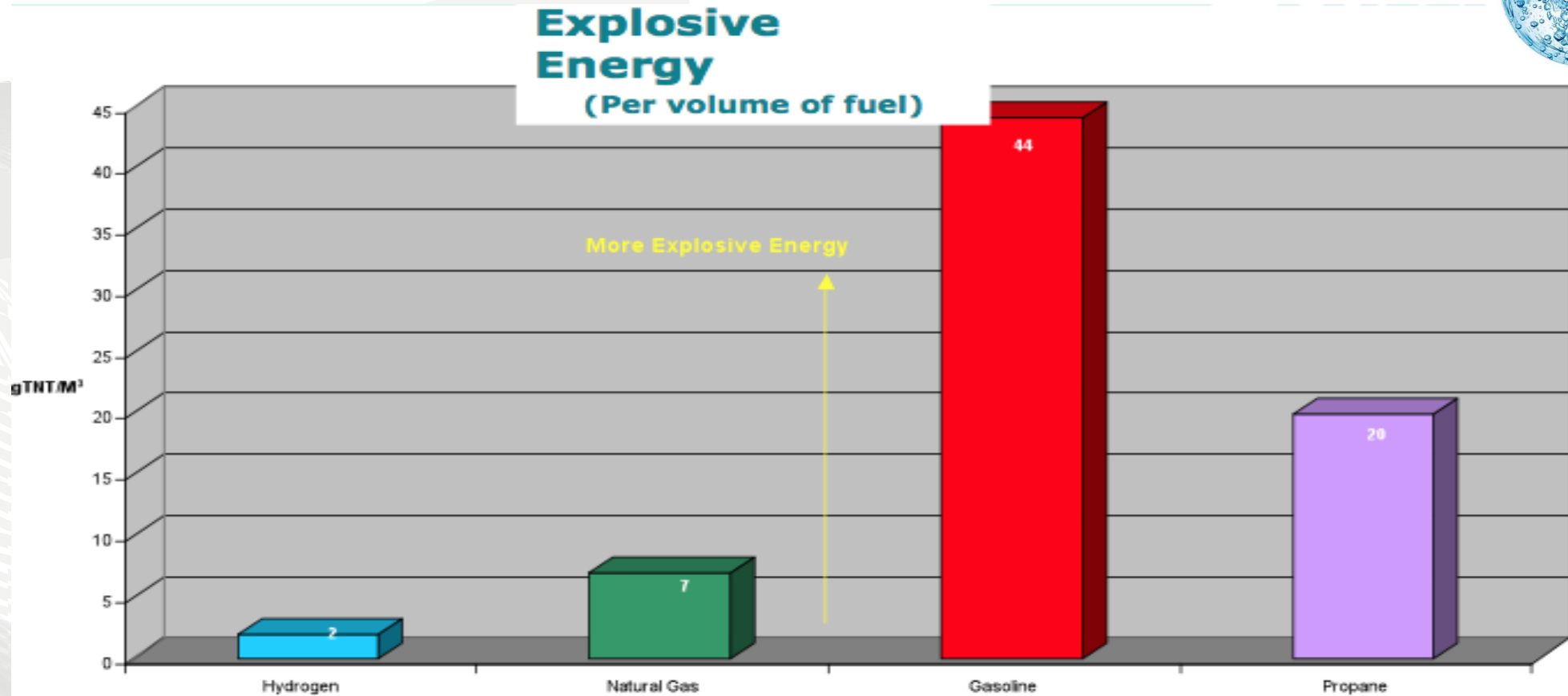


La Commissione Europea sullo STATO ATTUALE delle RETI ED INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO E DISTRIBUZIONE si esprime come segue:

- I veicoli ad idrogeno presentano ridottissimi tassi di penetrazione nel mercato
- Costruzione dell'infrastruttura è essenziale per la diffusione su larga scala di questi tipo di veicoli
- Il mercato delle Fuel Cells è ancora troppo di nicchia per costi e soluzioni tecniche
- Ci sono limiti nella strategia di molti Stati membri, anzi qualcuno non ha mai sviluppato una vera strategia di decarbonizzazione
- Grande ritardo e disomogeneità nella realizzazione delle strutture green e di ricarica a livello dei vari Stati membri



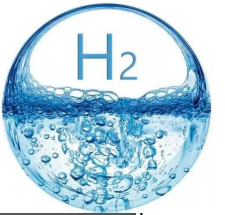
Da superare: esplosività di H₂ ???



The worst-case explosion scenario for each fuel. Hydrogen gas does not have a lot of “bang-power” volume-wise compared to other common fuels.



Da superare: Scoppio H2????





Commissione Europea: fasi di sviluppo



- **2021-2026 R&D TEST** DEI PRIMI 100 VEICOLI SIA TRUCK CHE BUS con obiettivo di produzione di H₂ = circa 1M.Ton/anno
- **2027-2030 INIZIO PRODUZIONE** DI SERIE DEI VEICOLI E **SVILUPPO** DEL NETWORK EUROPEO DI RIFORNIMENTO con obiettivo di produzione H₂ = circa 10M.Ton/anno
- **2031-2040 RAGGIUNGIMENTO** PRIME ECONOMIE DI SCALA E PRIMA RIDUZIONE COSTI PER L'INTERO SISTEMA INDUSTRIALE PRODUTTIVO E DISTRIBUTIVO
- **> 2040 COMPLETAMENTO** FASE DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SETTORE ED APERTURA AL LIBERO MERCATO
- I FONDI EU PER LO SVILUPPO SONO ATTINTI DA “**NEXT GENERATION EU**” e DISPOSITIVI CONNESSI **INVEST EU**; **HORIZON EUROPE**; **REACT-EU** ed **EU ETS** (scambio emissioni); **ALLEANZA EUROPEA per H₂ PULITO**.



ITALIA: Limiti ed opportunità



INVESTIMENTI PER LA COSTRUZIONE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE H₂

INVESTIMENTI PER LA COSTRUZIONE DI IMPIANTI DI EROGAZIONE H₂

COSTO IDROGENO ALLA POMPA

COSTO VEICOLI A FCH / ELETTRICI

VALORE RESIDUO E VITA MEDIA VEICOLI A FCH

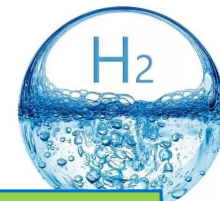
PNNR HA DATO UNA RISPOSTA ALL'INDUSTRIA

NECESSITANO INCENTIVI PER SUPPORTARE LA DOMANDA

UNA VOLTA IN COMMERCIO IL MERCATO FARA' LA SUA PARTE



ITALIA: Uscita dalla fase iniziale



MUNICIPALIZZATE: CON INVESTIMENTI IN VEICOLI ED INFRASTRUTTURE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

FOCUS SULLE AGEVOLAZIONI PER ACQUISTI: H₂, VEICOLI.
RIDUZIONE / AZZERAMENTO TASSE SUL TRASPORTO AD OGNI LIVELLO.

FOCUS SU DISTRIBUZIONE ED UBICAZIONE
DELLE INFRASTRUTTURE SUL TERRITORIO

NEL PRIVATO SUPPORTARE IL VALORE DELLO ZERO EMISSIONI
PER ACCRESCERE IL VALORE ED IL POSIZIONAMENTO COMPETITIVO
DELLA PROPRIA AZIENDA (CERTIFICATI BIANCHI)

SI PROSPETTANO MOMENTI DI FORTE CONTRASTO MA ANCHE DI INTERESSANTE SVILUPPO



Tecnologie



MOTORE ENDOTERMICO ALIMENTATO AD IDROGENO

ADATTO PER: AUTOMOTIVE, FERROVIARIO,

SISTEMA A FUEL CELL AD IDROGENO

ADATTO PER: AUTOMOTIVE, FERROVIARIO
MOVIMENTAZIONE MERCI
ESECUZIONI INDUSTRIALI SPECIALI
MARINO



Motore endotermico a idrogeno



In **HOLDIM** c'è in prova un motore **IVECO** da **6,0l** alimentato a gas naturale trasformato per ricevere un'alimentazione ad H_2 . le modifiche sono state le minime possibili per valutare fattibilità, costi e possibilità di industrializzare l'esecuzione:

Sostituito: turbocompressore fisso con uno a geometria variabile per dare adeguata pressione di sovralimentazione (l'idrogeno a bassa densità sottrae volume all'aria necessaria alla combustione).

Sostituito: collettore di aspirazione con uno a tubi separati per cilindro, per ridurre le possibilità di avere un mix idrogeno/aria nel collettore.

Inserita: valvola di sicurezza per contenere ritorni di fiamma.

Sostituiti: iniettori originali con quelli in alluminio compatibili con H_2 per tenuta e corrosione

Inseriti: tubi rigidi all'ugello degli iniettori per avvicinare il flusso di H_2 alle valvole e limitare al massimo la sua presenza nel collettore.

Sostituita: centralina di controllo originale con una di produzione HOLDIM mappata per l'utilizzo dell'idrogeno (tempo, angolo ed eventuale anticipo di iniezione, geometria della turbina, lambda)



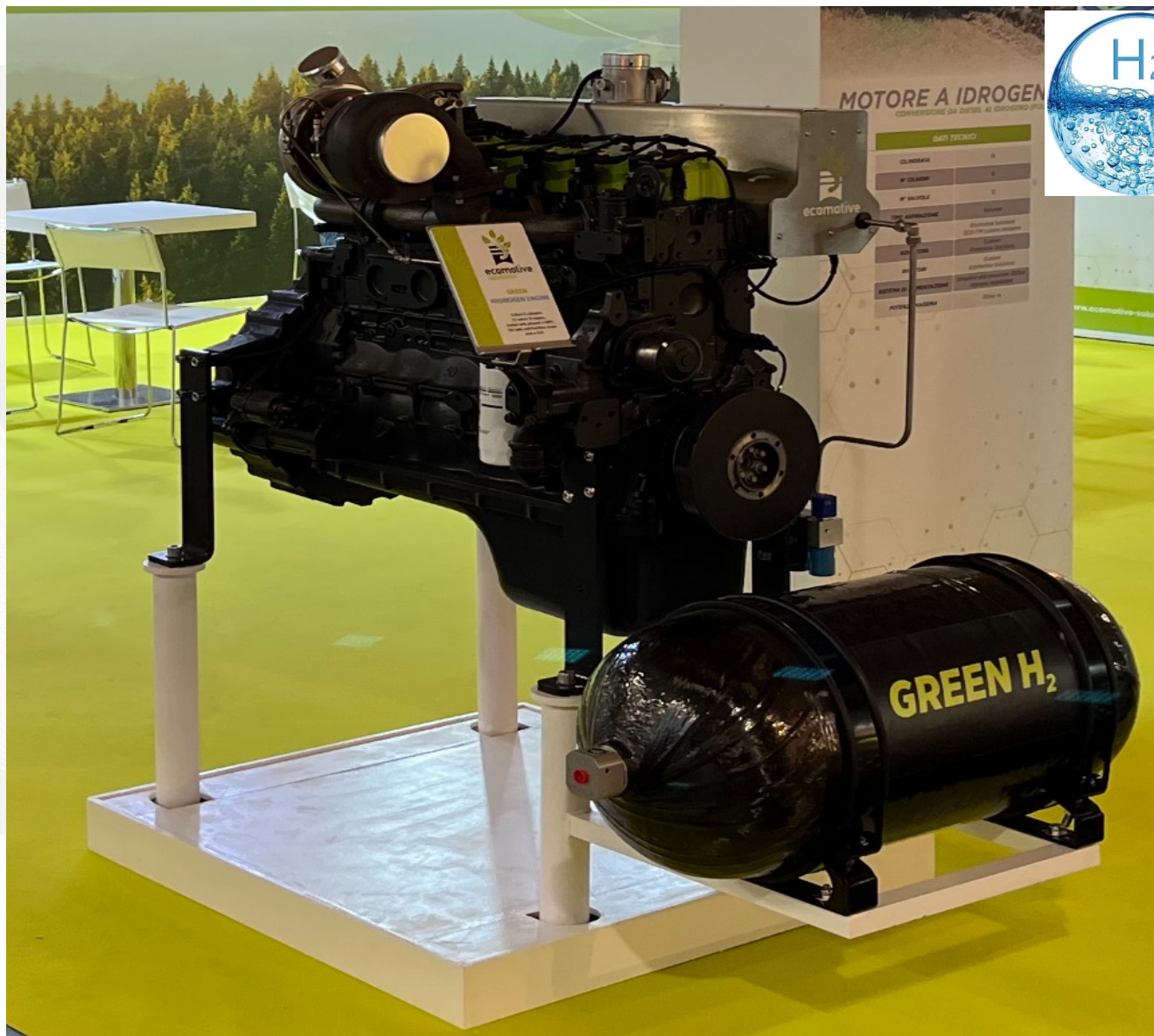
Motore endotermico a idrogeno

Già presentato allo
scorso **ECOMONDO
2023**

Di nuovo in visione
presso:

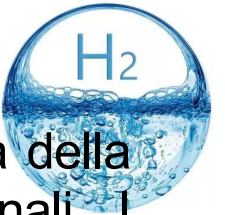
> **H2-EXPO Piacenza**
Settembre 2024.

> **ECOMONDO 2024**
Novembre 2024





Motore endotermico a idrogeno



IL PRINCIPIO DI BASE È INTERESSANTE E PROMETTENTE: infatti, con dosatura della miscela molto simile a quella di un motore a gas naturale rispetto alle prestazioni originali, I DATI DI PRESTAZIONE SONO:

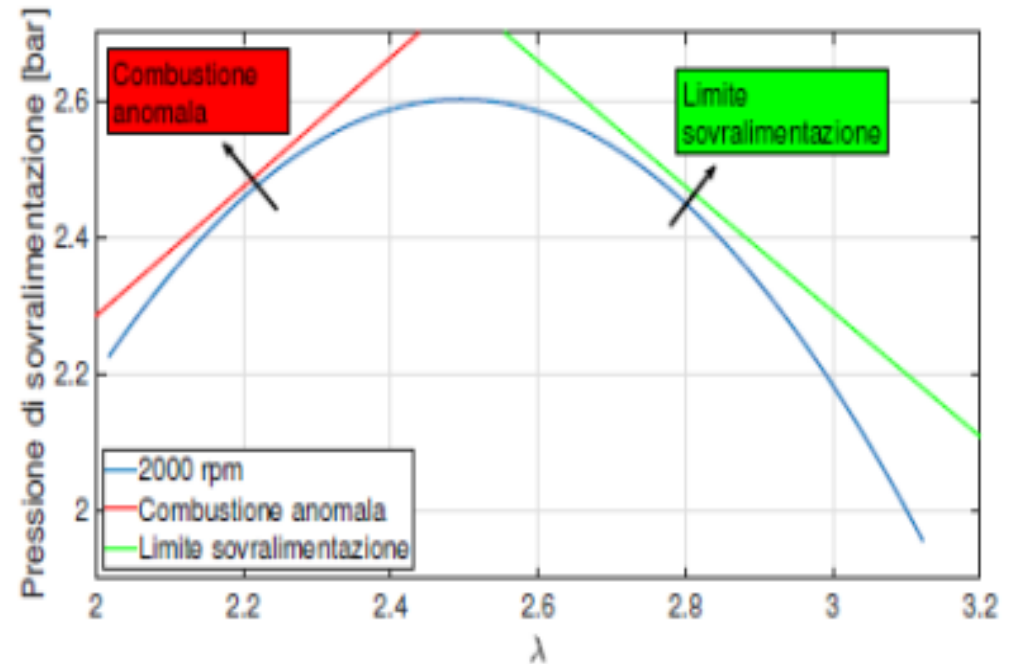
- **MASSIMA EFFICIENZA =39,1%**
- **POTENZA =92,4%**
- **COPPIA =82,9%**

Il **parametro λ** di funzionamento ottimale, a differenza del metano, è risultato essere 2,5 quindi una miscela povera:

- Con $\lambda < 2,5$ aumentano le combustioni anomale e le emissioni di NO_x
- Con $\lambda > 2,5$ la miscela è troppo povera e si hanno problemi nella sovralimentazione.

OBIETTIVO: arrivare a prestazioni simili al motore endotermico di riferimento

COMPROMESSO TRA POTENZA ed EMISSIONI, qualunque motore endotermico ha comunque **residui di NO_x**





Sistema a Fuel Cell

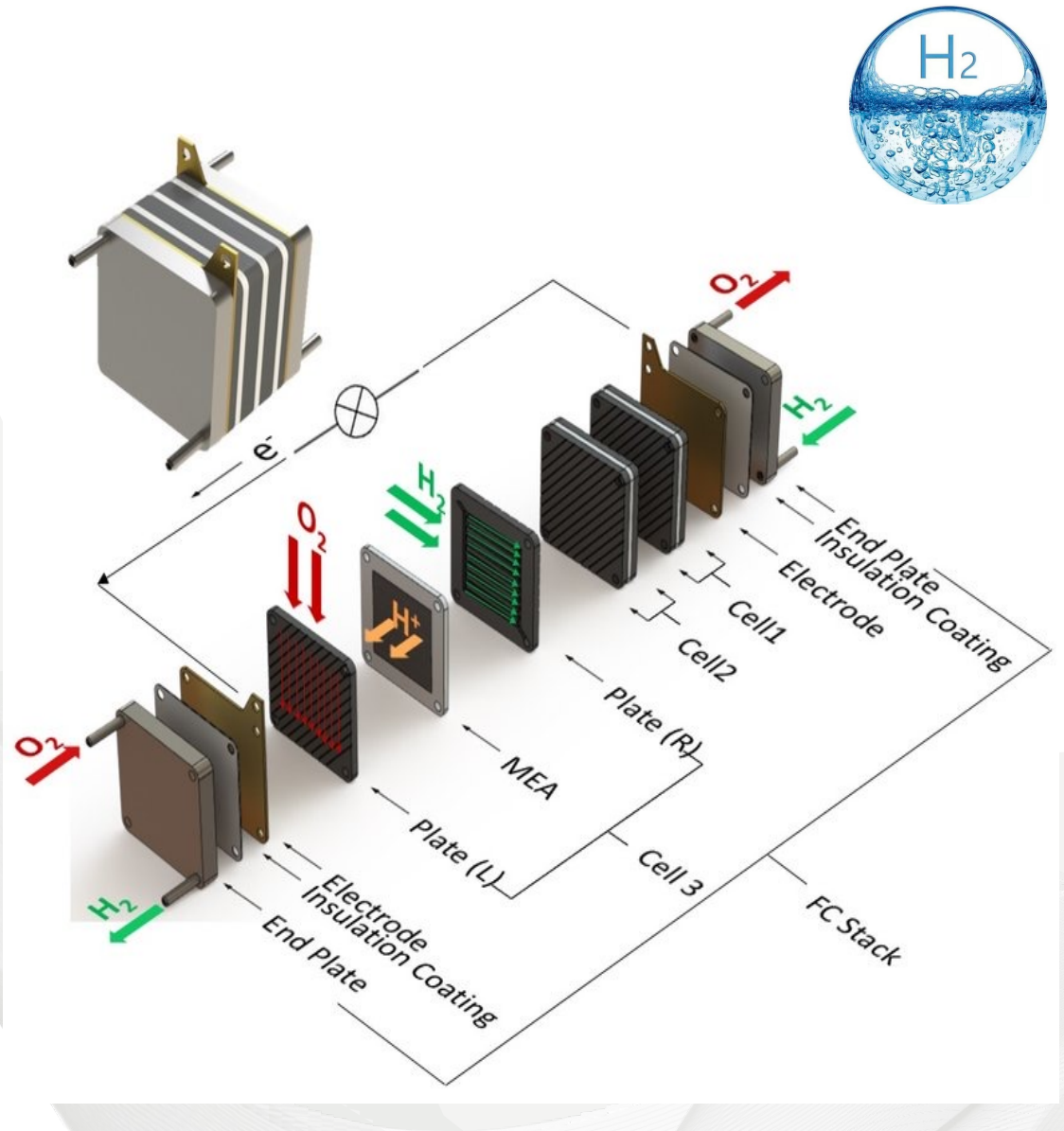
L'involucro a membrane (**STACK**) è il cuore di una FUEL CELL.

Genera **corrente elettrica continua** attraverso una reazione elettrochimica.

Un singola FC produce quasi 1 Volt, ma essendo le **membrane combinate in serie** ed in grandi numeri all'interno dell'involucro la quantità di potenza prodotta risulta essere piuttosto consistente.

La **POTENZA** prodotta da una Fuel Cell dipende da diversi fattori:

- Progettazione Cella (MEA e Plates)
- Dimensioni della cella
- Temperatura di funzionamento
- Pressione dei gas interni

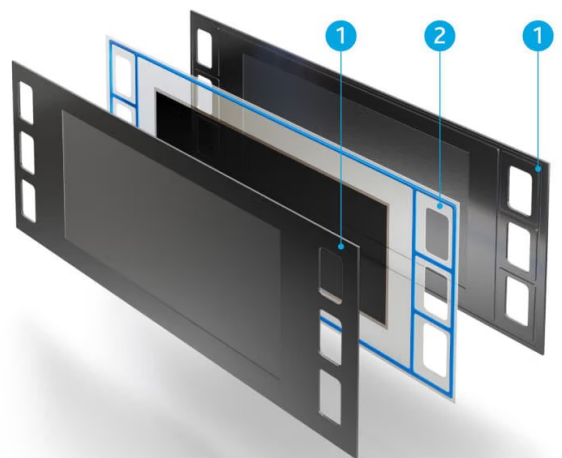


Componenti principali della Fuel Cell



Il cuore di una FuelCell a Membrana a Scambio Protonico (PEM) è il cosiddetto dispositivo MEA (2) (Membrana-elettrodo) che include:

- > La membrana
- > Lo strato catalizzante
- > Lo strato di gas di diffusione (GDLs)



Ciascuna cella è schiacciata tra due piatti bipolari(1) in grafite / acciaio che la separano dalle altre celle.

Ogni piatto è stampato in modo particolare ed ottimale per permettere il flusso del gas attraverso la MEA; canali aggiunti all'interno sono usati per far circolare il liquido refrigerante



Principio di funzionamento

Al pari delle batterie una Fuel cell converte l'energia immagazzinata nelle molecole in elettricità attraverso una **reazione elettrochimica**.

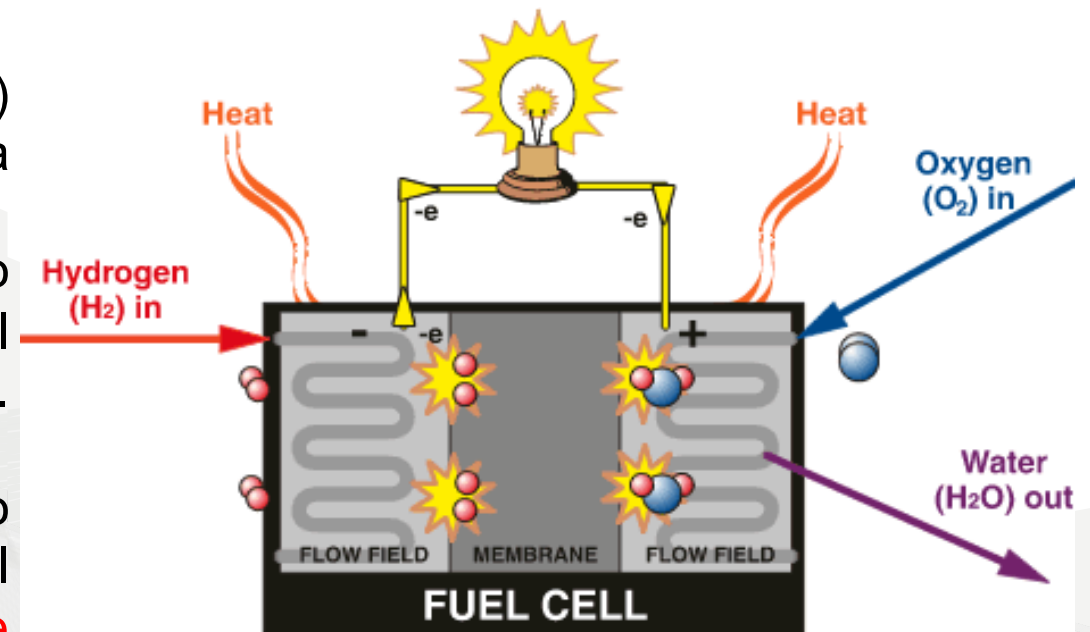
Composta da due elettrodi (catodo ed anodo) separati da una membrana elettrolitica una Fuel cell lavora:

< **Idrogeno** entra nella fuel cell attraverso l'anodo, l'atomo di H_2 reagisce con il catalizzatore e si divide in Elettroni e Protoni.

< **Ossigeno** dell'aria entra nel catodo.

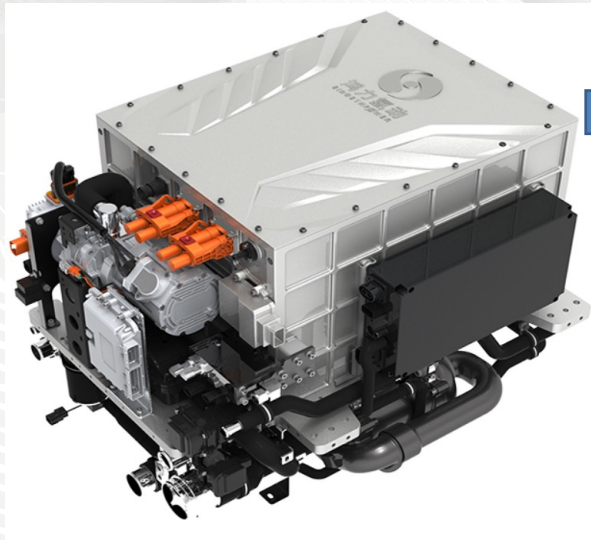
< Il protone a carica positiva passa attraverso la membrana elettrolitica porosa e va al catodo. **L'elettrone negativo tende ad uscire dalla cella generando corrente elettrica.**

< Nel catodo il protone e l'ossigeno si combinano e producono Acqua.

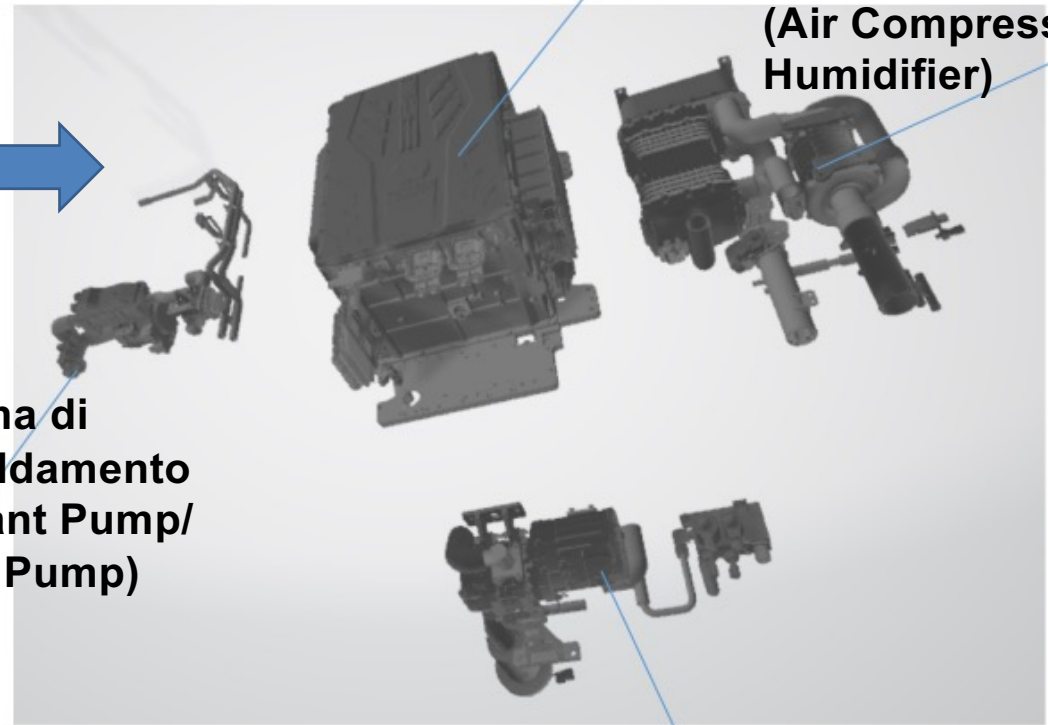




Componenti sistemi a Fuel Cell



**Sistema di
raffreddamento
(Coolant Pump/
Water Pump)**



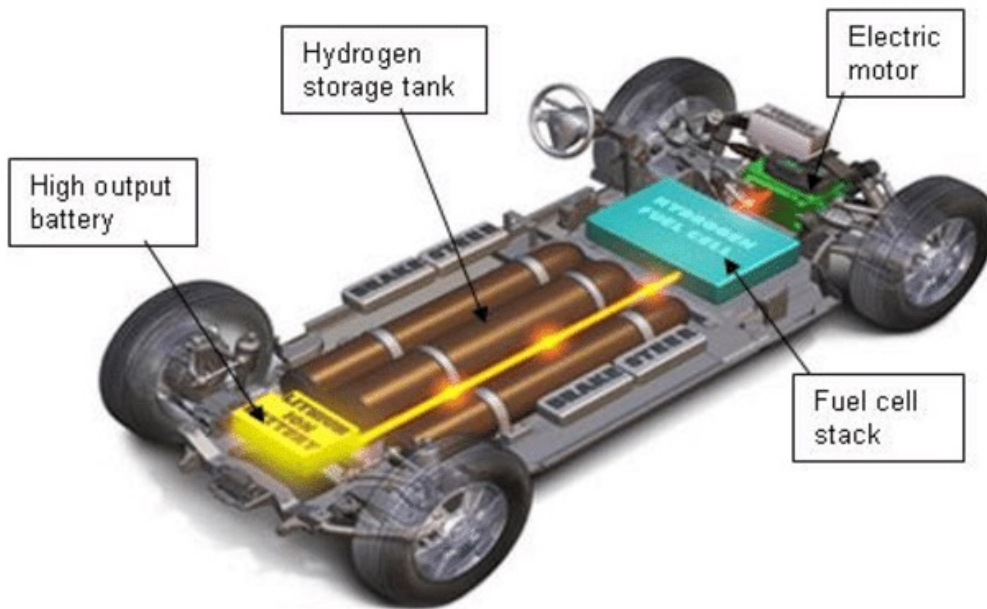
STACKS

**Impianto iniezione aria
(Air Compressor and
Humidifier)**

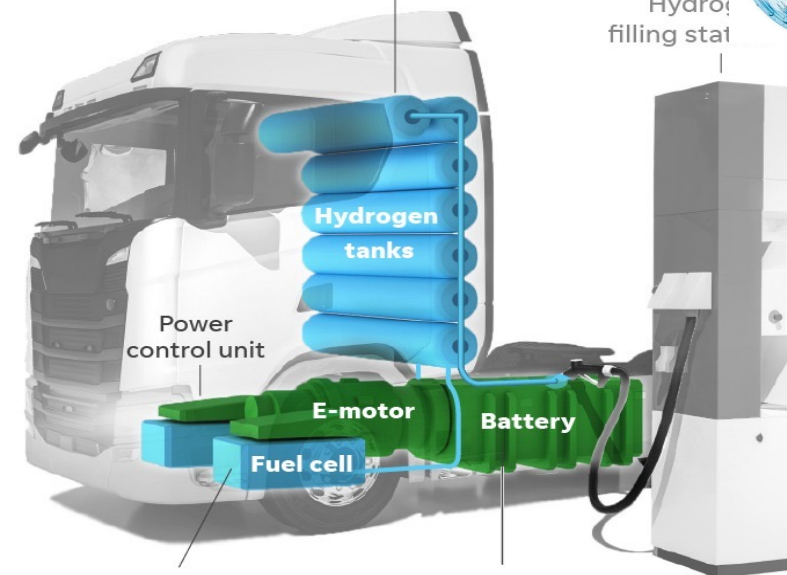
**Impianto alimentazione H2
(Hydrogen Recirculation Blower)**



Fuel Cell sistema di trazione



1. Hydrogen is pumped into on-board fuel tanks.



2. Hydrogen passes through a fuel cell stack that uses a chemical reaction to convert the hydrogen and ambient oxygen into electricity.

3. The electricity flows through a battery, which powers an electrical motor that spins the wheels and runs the vehicle.*



4. Water vapor is emitted through the tailpipe.

* In some hydrogen fuel cell vehicles, the electricity generated by the fuel cell directly powers the electric motor and does not pass through a battery.

SOURCE USA TODAY research

Karl Gelles/USA TODAY

Fuel Cell – ampia gamma di applicazione



GreenForce lavora in diversi ambiti sia industriali che commerciali proponendo l'utilizzo di FUEL CELL (al momento di costruzione estera) con l'obiettivo di una variante di progetto totalmente ad EMISSIONI ZERO, sviluppando partnerships a vari livelli:

TECNICA
INDUSTRIALE
COMMERCIALE

Abbiamo stretto delle partnership con aziende che negli anni hanno dimostrato interesse e significative sviluppi per tecnologie alternative a ZERO EMISSIONI sia costruttori che utilizzatori, di seguito alcuni esempi delle collaborazioni:



Fuel Cell applicazioni



SINOSINERGY

1° produttore mondiale di celle a combustibile ad H₂

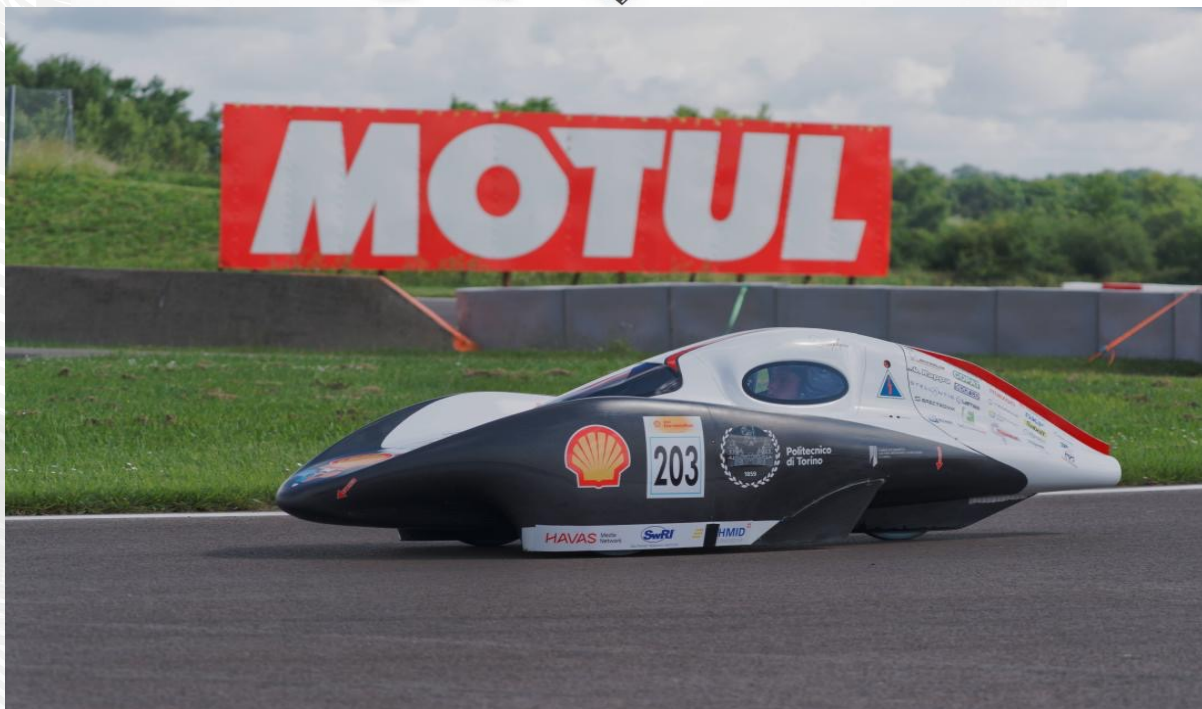
Importazione **FCH** a MEDIA ed ALTA POTENZA per uso:

- automotive
- ferroviario
- marino
- industriale





Fuel Cell applicazioni



SPECTRONIK

Specialista nella parte bassa di generazione di potenza:

Importazione **FCH** DI BASSA POTENZA per uso:

- reti telefoniche
- droni
- pronto intervento per server farm o simili in campo energetico / informatico
- Collaborazione UNIVERSITA'

Fuel Cell veicoli finiti



HOLTHAUSEN CLEAN TECHNOLOGY azienda tecnologica olandese

Collaborazione strategica ed industriale
anche in merito alla trasformazione e
produzione in Italia di veicoli industriali ed
autobus sempre con tecnologia FCH





Fuel Cell veicoli finiti



GREEN MACHINES

Azienda macedone/olandese

Collaborazione commerciale per
vendita ed assistenza ve
SPAZZATRICI STRADALI:

- **IDROGENO FCH**
- **ELETTRICHE**
- **CONVENZIONALI** (in attesa di un approccio
differente)



Fuel Cell progetti aperti

PROGETTI A **ZERO EMISSIONI**, stiamo lavorando in campo

- **INDUSTRIALE**
- **FERROVIARIO**
- **MARITTIMO**





Fuel Cell: conclusioni +/-



Le esperienze che abbiamo fatto ci portano a concludere:

- + INTERVALLI PER LA MANUTENZIONE LUNGI
- + FACILITA' DI INTERVENTO IN CASO DI PROBLEMI
- + DURATA MEDIA DI UNA BUONA FUEL CELL: 25-30.000h
- + AMPIA MODULARITA'
- + ASSENZA DI ORGANI IN MOVIMENTO, QUINDI è UN SISTEMA STABILE
- COSTI (necessarie delle forti economie di scala, su volumi elevati)
- TECNOLOGIA ANCORA IN FASE DI SVILUPPO (i grandi gruppi industriali sono piuttosto in ritardo)
- SULL'IDROGENO C'E' ANCORA POCO "SENTIMENT POLITICO"



***CI SARA' DA LAVORARE PARECCHIO
SIAMO APERTI A COLLABORAZIONI E PROGETTI***

GRAZIE DELL'ATTENZIONE



Dott.Ing.Aldo Longana

GreenForce srl

Località San Iorio n. 8/D - Z.I.
15020 - Serralunga di Crea (AL)
tel.+39 347 7082363
aldo.longana@greenforce.cloud