



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**

**Scuola Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale**

**Corso di Studi «Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio»**

PRESENTAZIONE TESI DI LAUREA

***“VEICOLI A IDROGENO: PRO E CONTRO  
DELLE FUEL CELLS E COME FUNZIONANO”***

Relatore :

Prof. Bruno de Gennaro

Candidata:

Giovanna D'Alterio Matr. N49/516



# LA CRISI CLIMATICA

Le cause principali:

- Inquinamento globale
- Crescente domanda di energia
- Disinteresse al problema da parte dei governi

---

Tra le soluzioni per risolvere il problema della crisi climatica rientra di sicuro l'adozione di fonti di energia di origine non fossile

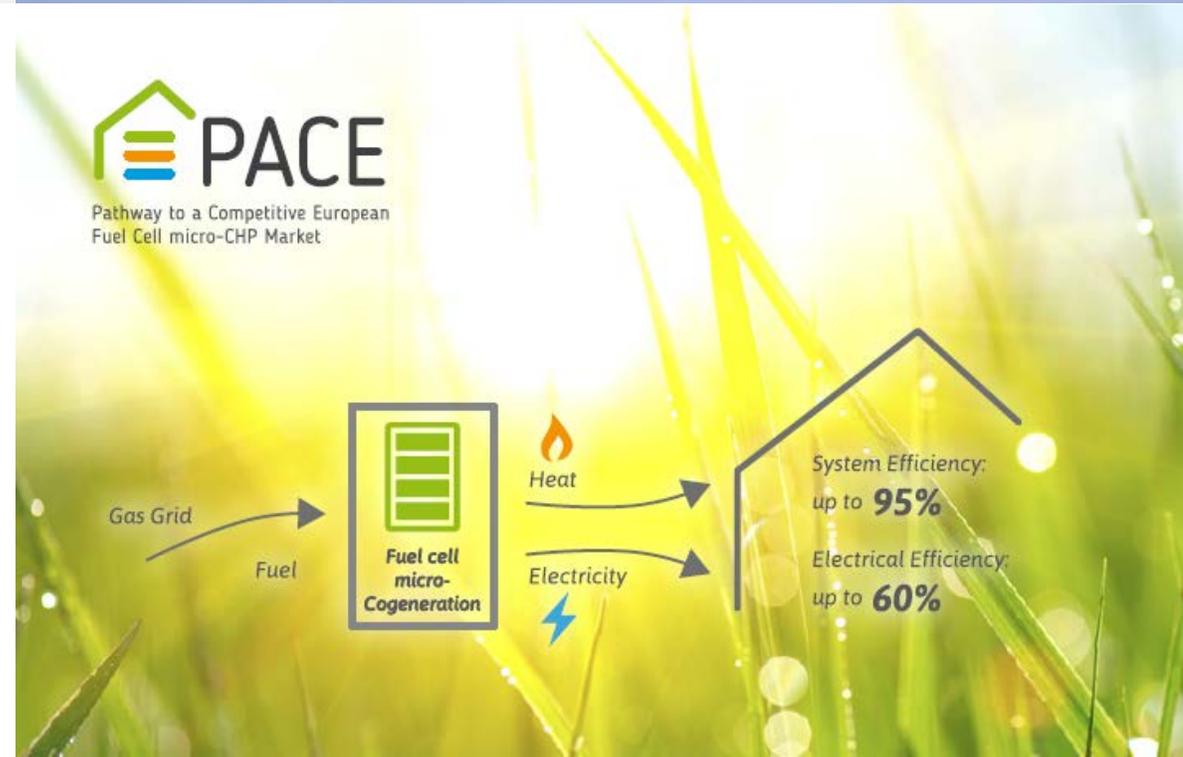


# LE CELLE A COMBUSTIBILE

Un'alternativa interessante è l'impiego delle celle a combustibile (o *fuel cells*), dotate di elevate efficienza e garanti di basse emissioni di inquinanti.

La *fuel cell* è un dispositivo elettrochimico che permette di ottenere energia elettrica direttamente dalla reazione tra un combustibile ed un ossidante, evitando processi di combustione.

L'Unione Europea, attraverso il progetto PACE, prevede di installare almeno 2800 unità di micro-cogenerazione a celle a combustibile in 10 paesi europei entro il 2021.



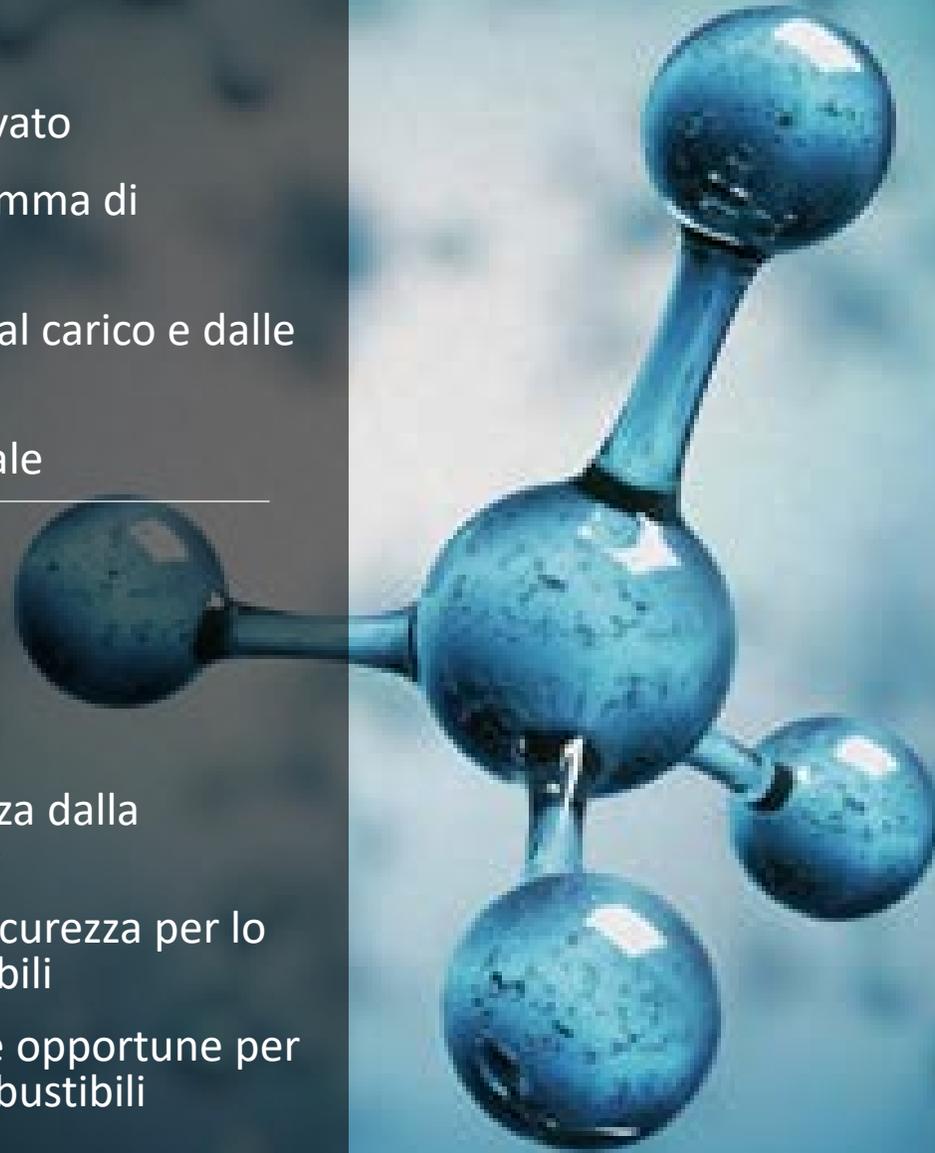


## VANTAGGI

- Rendimento elettrico elevato
- Possibilità di un'ampia gamma di combustibili
- Efficienza indipendente dal carico e dalle dimensioni dell'impianto
- Ridotto impatto ambientale

## SVANTAGGI

- Costi elevati
- Dipendenza dell'efficienza dalla temperatura di esercizio
- Necessità di sistemi di sicurezza per lo stoccaggio dei combustibili
- Assenza di infrastrutture opportune per la distribuzione dei combustibili





# PRODUZIONE DI IDROGENO

Il principale utilizzo delle *fuel cells* è tramite l'impiego dell'idrogeno come combustibile. La produzione di idrogeno può avvenire in vari modi che è possibile differenziare in due categorie: tramite fonti di energia rinnovabili e non.

L'obiettivo da perseguire è quello di massimizzare la produzione dell'idrogeno tramite tecnologie rispettose dell'ambiente quali impianti fotovoltaici o eolici.

# VEICOLI A IDROGENO

Essendo l'idrogeno un metodo efficiente e pulito di produrre energia elettrica, i produttori di veicoli si stanno orientando verso veicoli elettrici a celle a combustibile alimentate a idrogeno.

Tuttavia, si richiede:

- La risoluzione del problema di trasporto e di distribuzione
- Infrastrutture per l'approvvigionamento
- Purezza elevata





# TIPOLOGIE DI CELLE A COMBUSTIBILE

Al giorno d'oggi, cinque tipi principali di fuel cells possono essere distinti per il tipo di elettrolita utilizzato poiché è quest'ultimo che condiziona le principali caratteristiche della cella:

- **Celle Alcaline (AFC, Alkaline Fuel Cell)**, usano un elettrolita costituito da idrossido di potassio e lavorano a temperature tra 60 e 120°C. Attualmente hanno raggiunto un buon livello di maturità tecnologica, in particolare nelle applicazioni militari e spaziali
- **Celle a metanolo diretto (DMFC, Direct Methanol Fuel Cell)**, funzionano a temperature tra 80 e 100°C e impiegano come elettrolita una membrana polimerica. Attualmente si stanno sviluppando per applicazioni portatili
- **Celle ad acido fosforico (PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell)**, operano ad una temperatura di circa 200°C ed usano come elettrolita una soluzione concentrata di acido fosforico su una matrice microporosa. La temperatura ne consente lo sfruttamento per la cogenerazione
- **Celle a ossidi solidi (SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)**, operano a temperatura elevata, circa 900-1000°C al fine di assicurare una conducibilità sufficiente all'elettrolita, costituito da materiale ceramico. Impiego idoneo per la generazione di energia elettrica e la cogenerazione
- **Celle ad elettrolita polimerico (PEM, Polymer Electrolyte Fuel Cell)**, il cui elettrolita è una membrana polimerica ad elevata conducibilità protonica e funzionano a temperature comprese tra 70 e 100°C



# CELLE A COMBUSTIBILE POLIMERICHE

Attualmente, il tipo di cella su cui si sono orientati i costruttori di veicoli è quello ad elettrolita polimerico, che meglio soddisfa i requisiti specifici per un uso sui veicoli stradali.

Queste celle a combustibile forniscono energia continua fintanto che è disponibile idrogeno e possono essere fabbricate in piccole dimensioni, senza perdita di efficienza.

La tecnologia è infatti caratterizzata da:

- Bassa temperatura di funzionamento
- Elevata potenza specifica e densità di energia
- Ridotti tempi di avviamento
- Relativa semplicità costruttiva



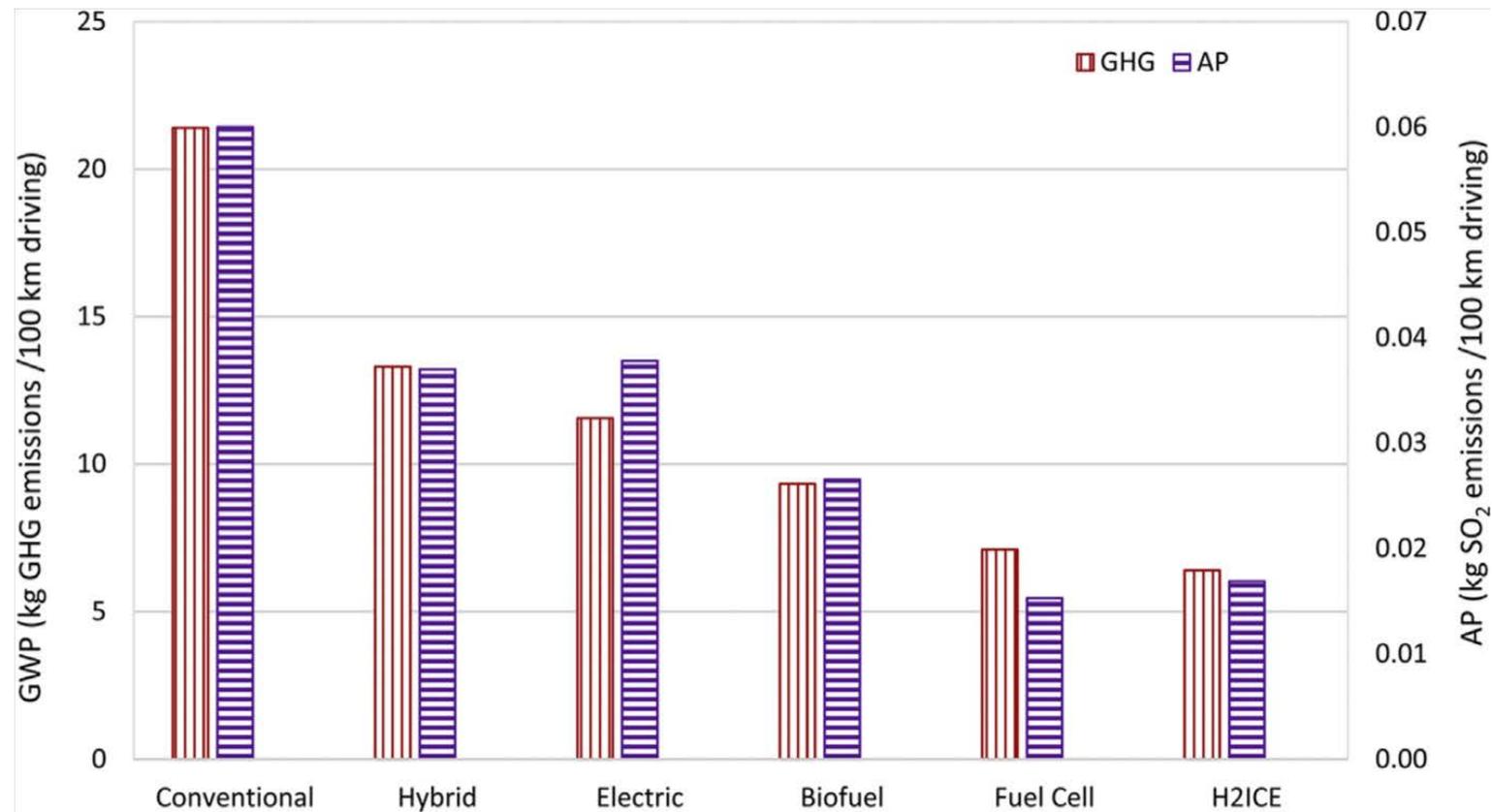
## CASO APPLICATIVO: TOYOTA MIRAI

Mirai - che in giapponese significa "futuro" - ci porta quindi nell'era dei carburanti alternativi, diventando l'avanguardia dell'innovazione tecnologica al servizio della mobilità eco-sostenibile, portando al grande pubblico la rivoluzione delle celle a idrogeno.



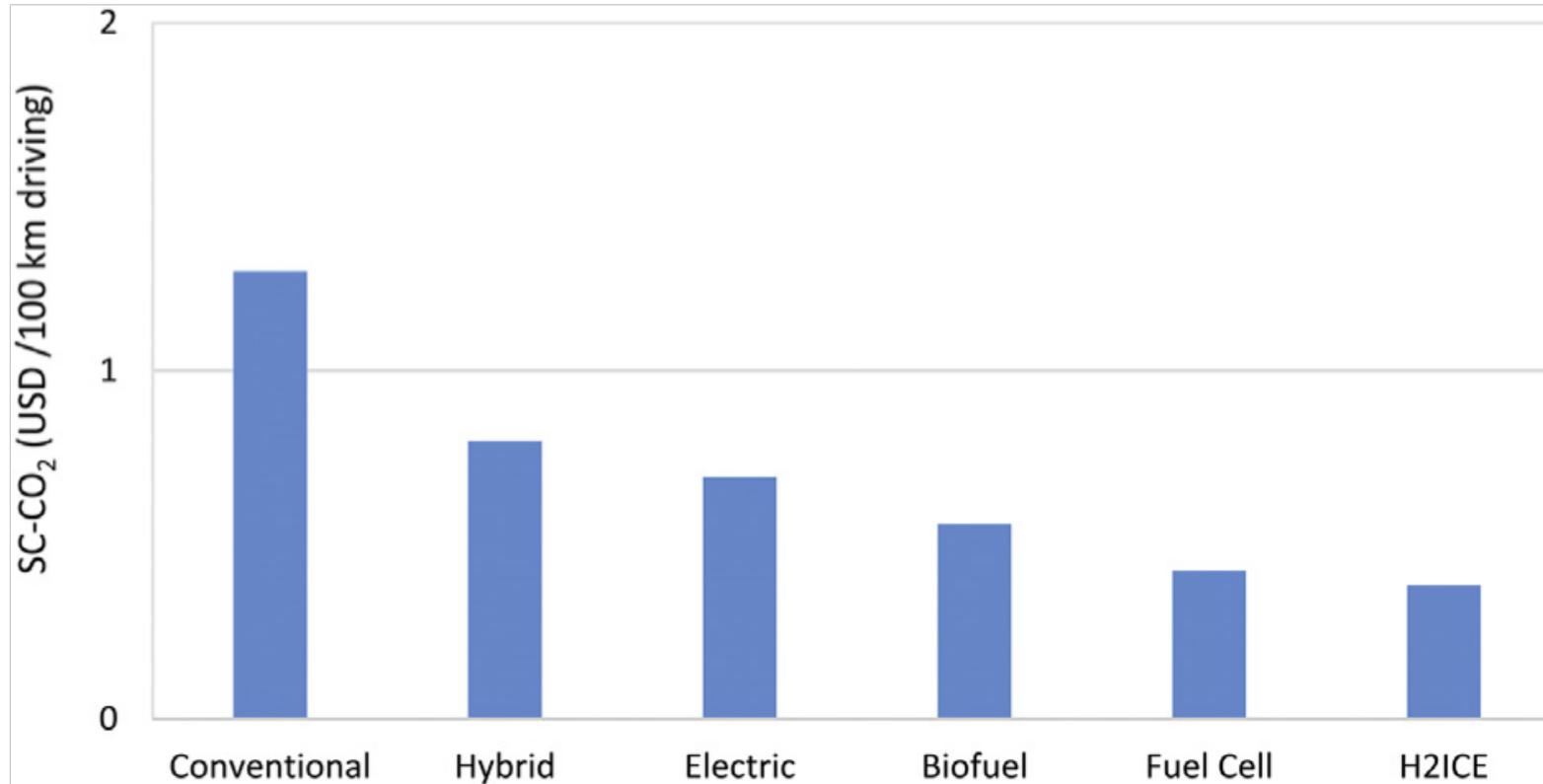
## PROCESSO DI FUNZIONAMENTO:

- Tutto ha inizio con l'idrogeno che, sotto forma di gas, viene conservato in speciali serbatoi dotati di un rivestimento polimerico in fibra di carbonio;
- Dopodiché arriva l'aria, l'ossigeno entra dall'esterno, attraverso l'aria che passa dalle ventole anteriori;
- L'idrogeno e l'ossigeno contenuto nell'aria arrivano fino alle celle a combustibile dove, attraverso una reazione chimica, si generano acqua ed elettricità;
- Infine, semplicemente premendo l'acceleratore, l'energia prodotta alimenta il motore elettrico che muove l'auto, rilasciando nient'altro che acqua.



# VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

- *Le emissioni di CO<sub>2</sub>* equivalenti di ciascun veicolo sono indicate come potenziale di riscaldamento globale (**GWP**).
- *Le emissioni di SO<sub>2</sub>* sono invece presentate come potenziale di acidificazione (**AP**).



## COSTO SOCIALE DEL CARBONIO

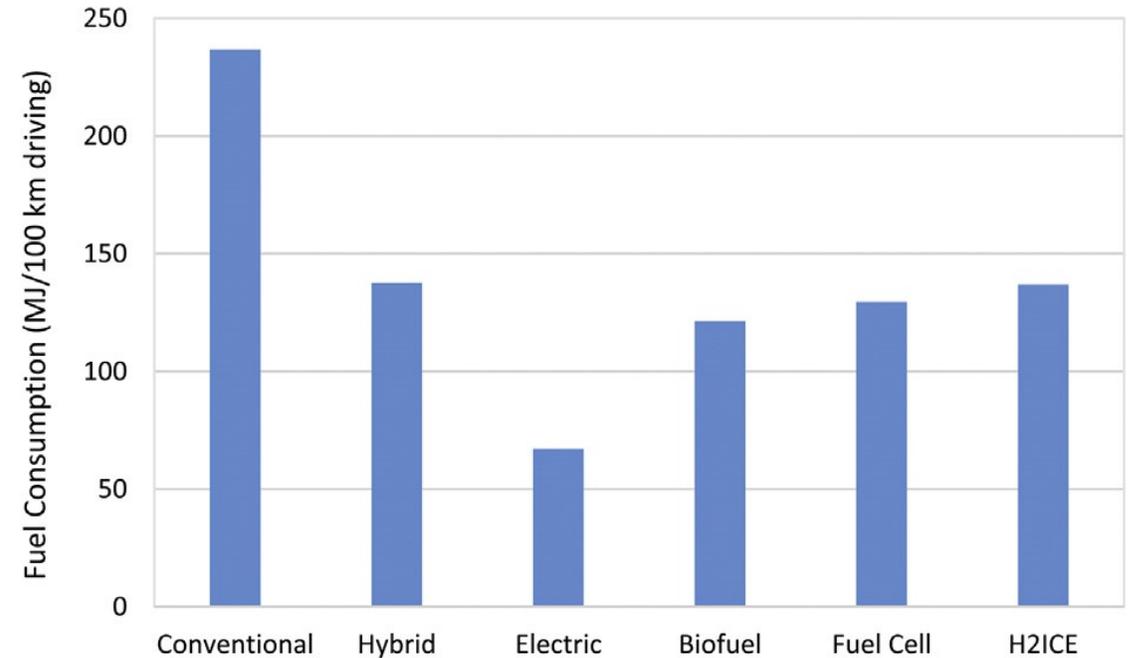
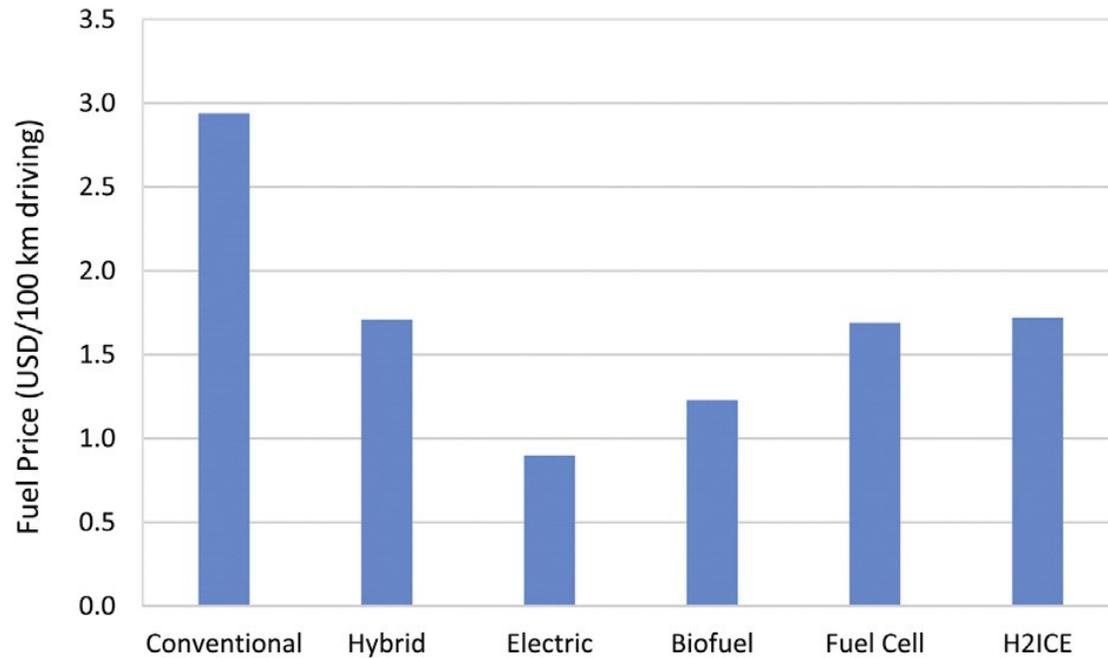
- Il **costo sociale del carbonio**, indicato come **SC-CO<sub>2</sub>**, è un valore monetario del danno a lungo termine causato da una tonnellata di emissioni di CO<sub>2</sub> e corrisponde anche alla misurazione del danno impedito da qualsiasi azione di minimizzazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.



# CONSUMO DI CARBURANTE E PREZZO

In termini di prezzo del carburante, sono i veicoli convenzionali ad avere in assoluto il costo più elevato (2,94 USD/100 km di viaggio).

Calcolato supponendo che il 45% dell'uso del veicolo sia sulle autostrade e il 55% nella guida in città.



# TRASPORTO SOSTENIBILE

Il futuro dei veicoli a idrogeno richiede fasi innovative di ricerca e sviluppo. Insieme agli sviluppi nelle tecnologie e nelle scienze dei materiali, ci si aspetta che questi veicoli alternativi diventino sempre più convenienti e si diffondano sul mercato. La ricerca promette di rendere completamente sostenibili la produzione e lo stoccaggio dell'idrogeno, il che potrebbe migliorare notevolmente il contributo dei veicoli a idrogeno nel settore dei trasporti.



*GRAZIE PER L'ATTENZIONE*

