www.dii.unipd.it

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale

Motori ad idrogeno: principi di funzionamento e applicazioni

Tutor universitario: Prof. Campanale Manuela

Laureando*: Scalzotto Marco*

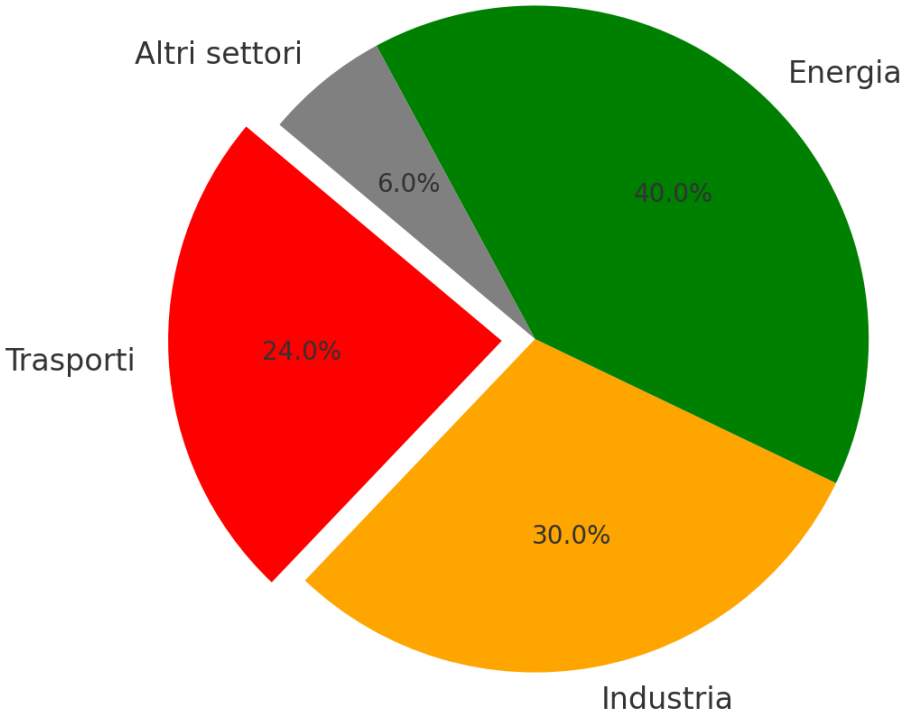
Padova, 21/03/2025

INTRODUZIONE

www.dii.unipd.it

Secondo l'IEA, nel 2022 i **trasporti** hanno contribuito per circa il **24%** delle **emissioni globali** di **CO_2**.

Tra le alternative ai combustibili fossili, l'**idrogeno** emerge come una tecnologia promettente.



Tuttavia, l'utilizzo dell'idrogeno nei trasporti **presenta** ancora delle **sfide**, legate principalmente alla produzione, allo stoccaggio e alla distribuzione.

STOCCAGGIO

www.dii.unipd.it

GASSOSA

I costi di stoccaggio sono inferiori ad altri metodi.
Si ha **perdite di energia** durante la compressione.
Si usa nei **veicoli a celle combustibili** e negli impianti industriali.
700 bar
1.8-2.2 kWh/kg.
10-15 €/kg.
~ 70-80%

LIQUIDA

Ha una **densità** energetica **elevata**.
Ha costi energetici elevati e necessità di infrastrutture **criogeniche**.
Le applicazioni sono industriali e nei razzi spaziali.
-253°C
33.6 kWh/kg.
15-20 €/kg.
~ 40-50%

METALLICI

Ha un **alta densità** energetica.
Il **costo** dei materiali è **elevato**.
Veicoli a celle combustibili e applicazioni portatili.
10-50 bar.
1-2 kg di idrogeno per kg di idruro.
20-30 €/kg.
~ 85-95%

IDROGENO

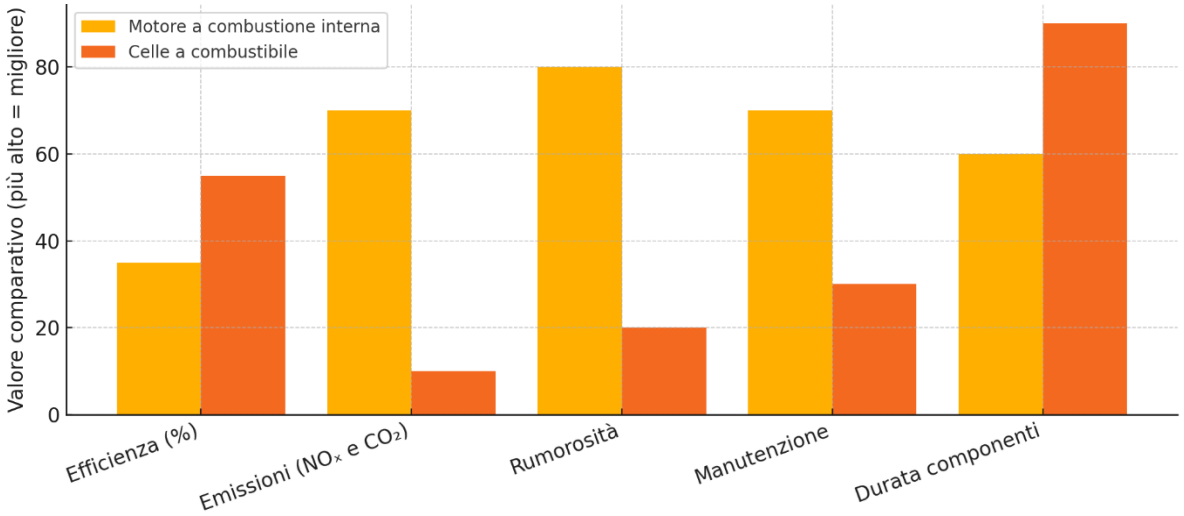
www.dii.unipd.it

L'idrogeno è l'elemento più abbondante nell'universo ed è considerato un **vettore energetico**, poiché non è una fonte primaria di energia, ma un **mezzo** per **immagazzinare** e **trasportare energia**.

Il suo utilizzo nei motori può avvenire in due modi principali

Attraverso le **celle a combustibile**

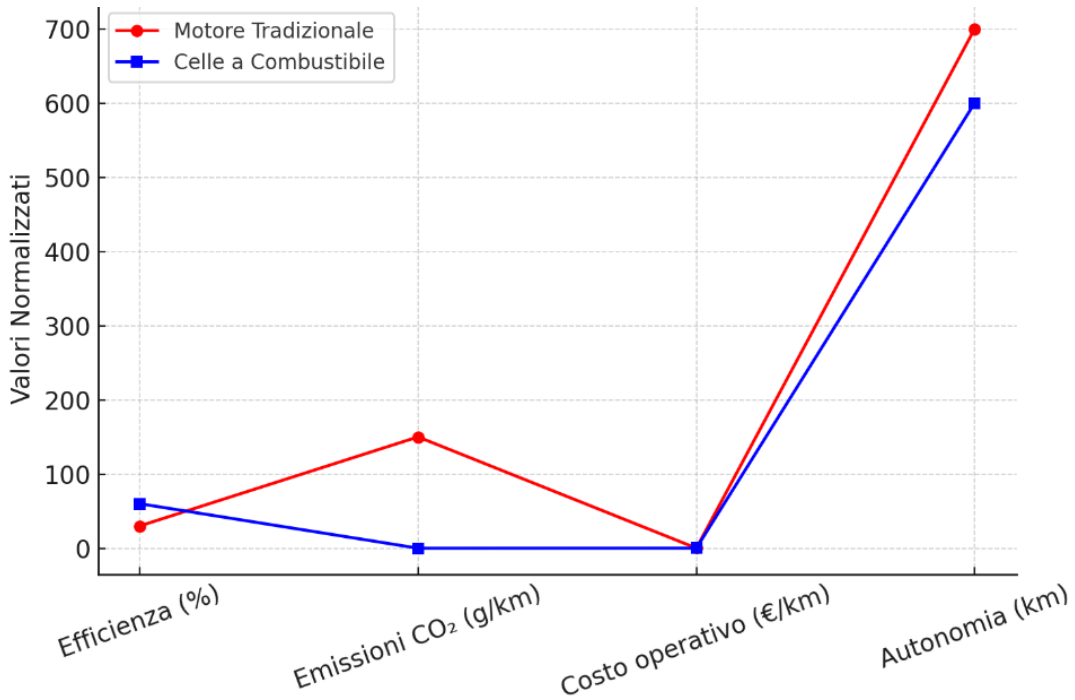
Tramite **motori a combustione interna**

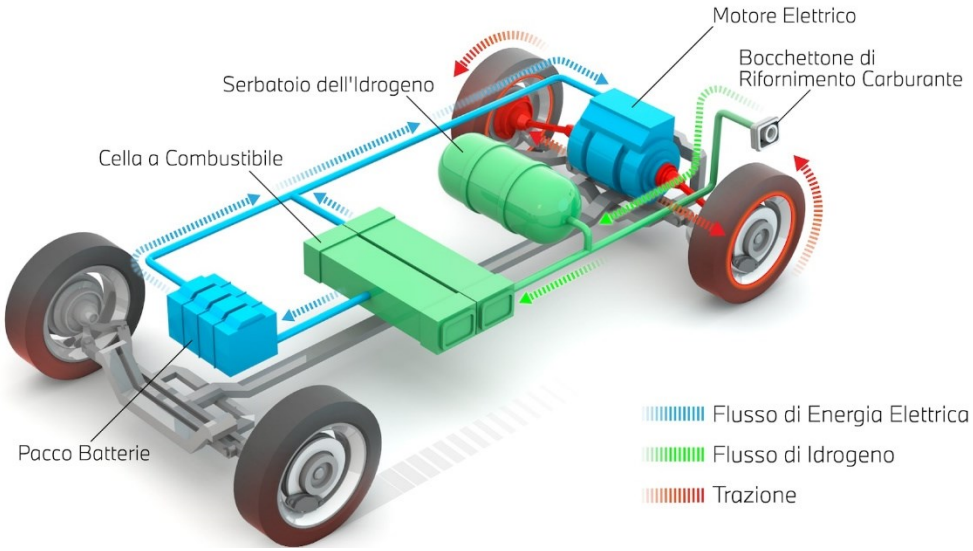


MOTORI A CELLE COMBUSTIBILE

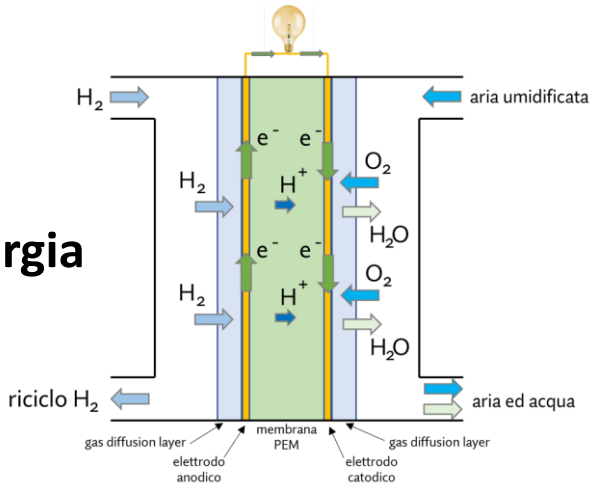
www.dii.unipd.it

Le **celle a combustibile** utilizzano una reazione elettrochimica tra idrogeno e ossigeno per generare elettricità chiamata **elettrolisi**.





2 H2 + O2 → 2 H2O + Energia



MACCHINE A IDROGENO

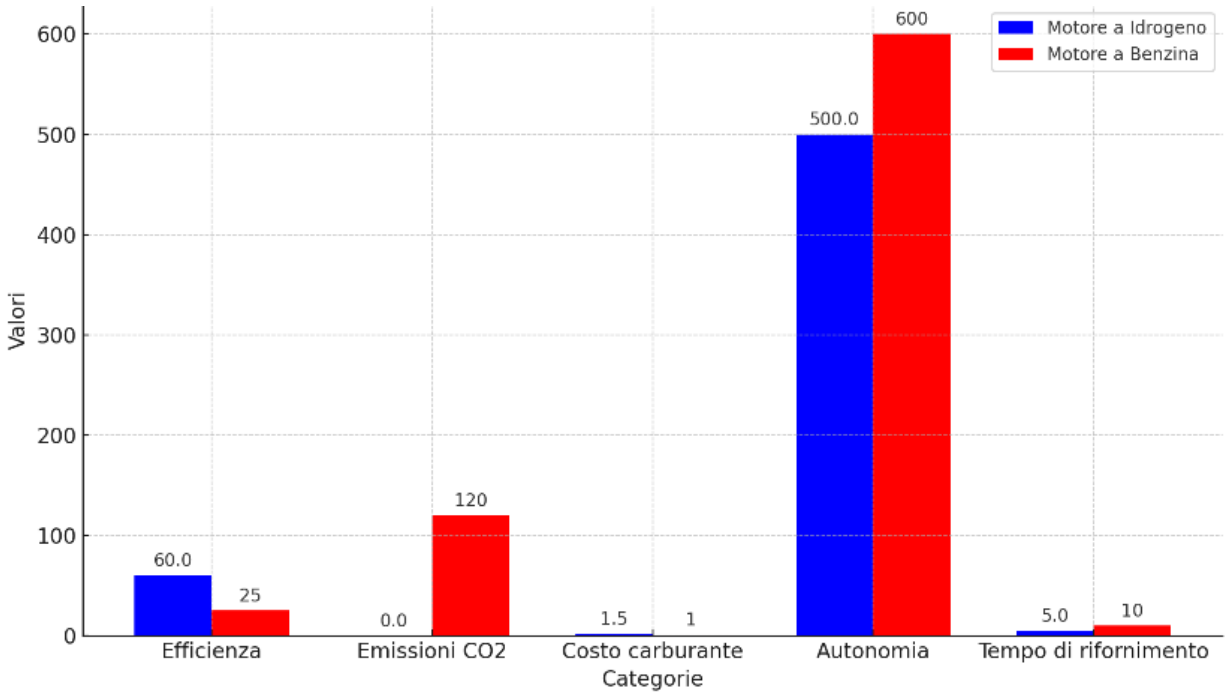
www.dii.unipd.it

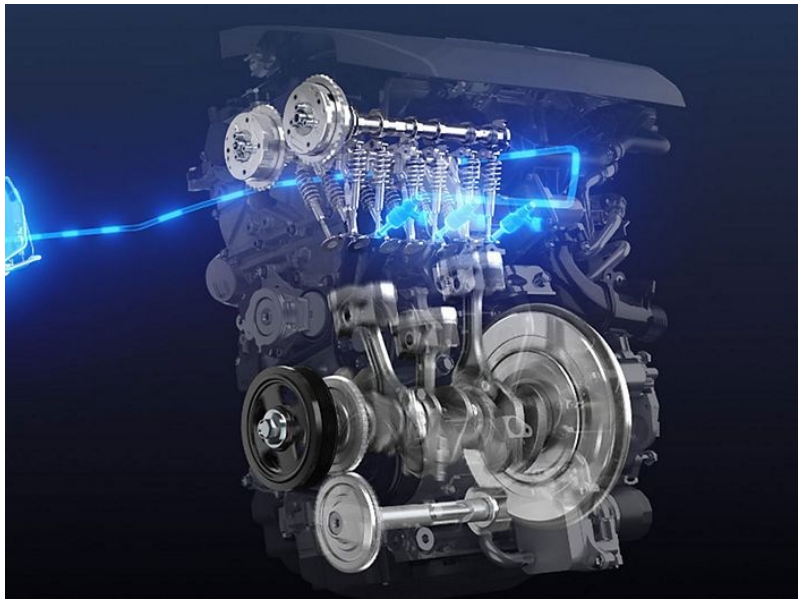
Diverse case automobilistiche stanno **investendo** nei **veicoli a idrogeno**

Modello	Autonomia(km)	Capacità serbatoio(kg)	Consumo medio(kg/100km)
Hyundai Nexo	666	6.33	~0.95
Toyota Mirai	650	5.6	~0.79

MOTORI A COMBUSTIONE A IDROGENO

www.dii.unipd.it





Questi **motori** funzionano come i tradizionali motori a benzina, ma con **idrogeno** come **combustibile**.

PROTOTIPI A IDROGENO NEL MOTORSPORT

www.dii.unipd.it

Toyota nel WEC

È stato sviluppato un prototipo chiamato **Toyota GR H2** per competere nella categoria **Hydrogen** nel WEC.

Suzuki nella Dakar

La Suzuki ha sviluppato un prototipo chiamato **HYSE** per competere nella **Dakar Future 1000**.

IMPATTO AMBIENTALE

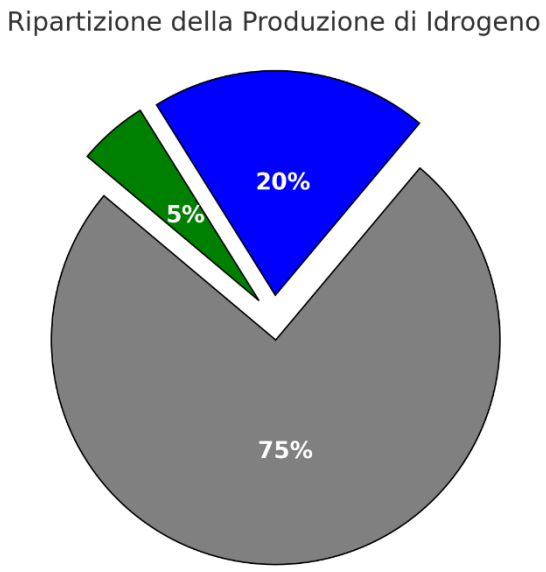
www.dii.unipd.it

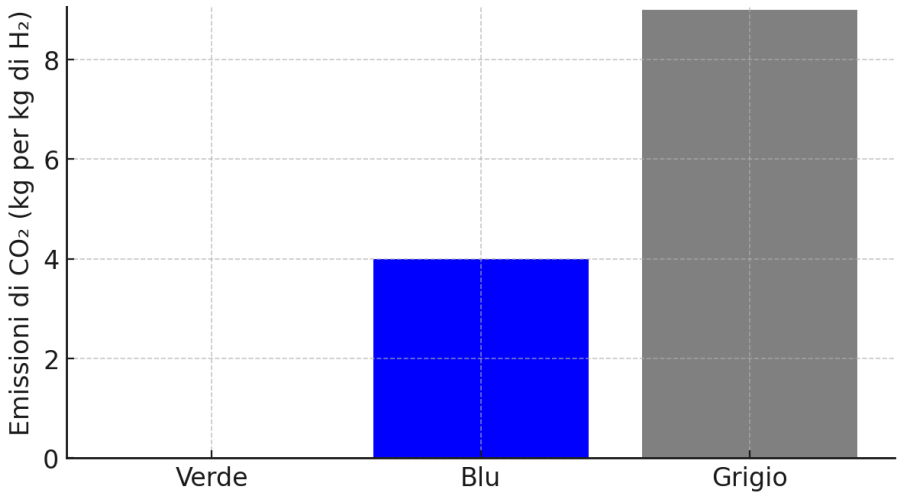
L'idrogeno può **abbattere** drasticamente le **emissioni** di **CO_2**.

Idrogeno "verde": prodotto tramite energia rinnovabile. 0 kg CO_2/kg H_2

Idrogeno "blu": da gas naturale con cattura di CO_2. ~4 kg CO_2/kg H_2

Idrogeno "grigio": prodotto da combustibili fossili. ~9 kg CO_2/kg H_2





CONCLUSIONI

www.dii.unipd.it

I motori a idrogeno rappresentano una tecnologia promettente per il **futuro della mobilità**, con potenziali applicazioni nelle auto, nei trasporti pesanti e nel motorsport. Tuttavia, il loro successo dipenderà **dall'espansione delle infrastrutture** e dalla produzione di idrogeno verde. Con il continuo progresso tecnologico e il supporto delle istituzioni, l'idrogeno potrebbe diventare una delle soluzioni chiave per la **mobilità sostenibile**.

www.dii.unipd.it

GRAZIE PER L'ATTENZIONE