



POLITECNICO
MILANO 1863



Idrogeno Verde

Tecnologie, strategia nazionale e prime applicazioni per l'idrogeno verde

Antonio Lobosco
antonio.lobosco@polimi.it
Politecnico di Milano - Energy & Strategy

Roma, 01 Dicembre 2021



energystrategy.it

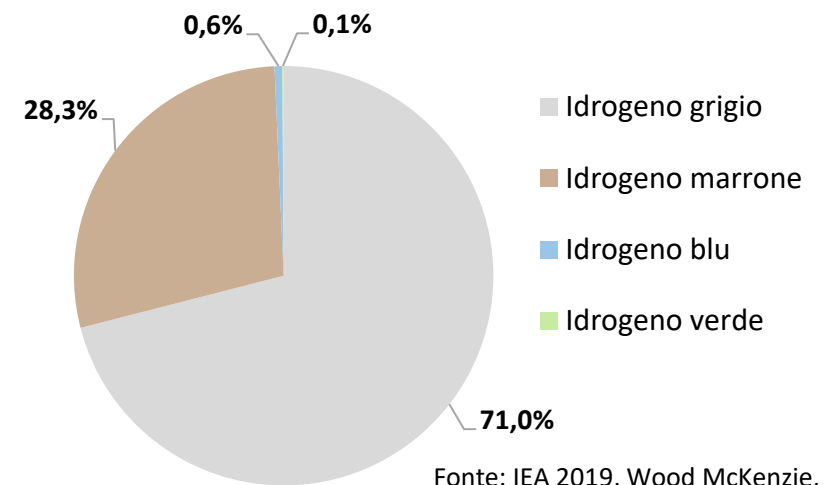
La produzione di idrogeno

Le tecnologie presenti sul mercato

- Al momento i **processi principali** per la **produzione dell'idrogeno** sono legati all'**utilizzo di combustibili fossili**.
- Poco rilevante** è la **produzione a basse/nulle emissioni di CO₂**, ottenuta attraverso l'utilizzo del *Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS)* e dell'elettrolisi. Queste soluzioni, anche grazie ad un affinamento delle tecnologie e dei processi produttivi, che permetteranno un abbattimento del Levelized Cost of Hydrogen (LCOH), otterranno una «rilevanza» sempre maggiore.

IDROGENO	MARRONE	GRIGIO	BLU	VERDE
<u>Processo</u>	Gassificazione	Steam reforming	Steam reforming o gassificazione con CCUS	Elettrolisi
<u>Fonte energetica</u>	Carbone	Gas metano	Gas metano Carbone	Energia elettrica rinnovabile
<u>Carbon footprint</u>	18-20 t _{CO2} /t _{H2}	9-10 t _{CO2} /t _{H2}	da 1 a >5 t _{CO2} /t _{H2}	0 t _{CO2} /t _{H2}
<u>LCOH</u>	1-1,5 US\$/kgH ₂	1-2 US\$/kgH ₂	2-2,5 US\$/kgH ₂	2,5-7 US\$/kgH ₂

Ripartizione mondiale produzione diretta di H₂ al 2019



Fonte: IEA 2019, Wood McKenzie, 2019

Fonte: Rielaborazione Energy&Strategy di dati IEA, *The future of hydrogen*, 2019

L'evoluzione attesa nel settore energetico italiano

Strategia nazionale italiana per l'idrogeno



- Nelle linee guida preliminari pubblicate dal MiSE a novembre 2020, in attesa della pubblicazione ufficiale della strategia nazionale, sono indicate previsioni per ottenere importanti **risultati già al 2030**:

Le aspettative al 2030

≈2%

Previsione della penetrazione dell'idrogeno nella domanda energetica finale*

5 GW

Capacità di elettrolisi per la produzione di idrogeno

- 8 Mton CO₂

Riduzione delle emissioni di CO₂, pari alla riduzione del 4% sugli obiettivi PNIEC

200k + 10k

Nuovi posti di lavoro temporanei + posti di lavoro fissi

Gli «economics» al 2030

27 mld €

Impatto incrementale previsto sul PIL

10 mld €

Investimenti previsti nel periodo 2020-2030**

5 – 7 mld€

Tecnologie per la produzione di H₂ (non per la produzione di EE rinnovabile)

2 – 3 mld€

Strutture di distribuzione e consumo (treni, camion, stazioni di rifornimento)

1 mld€

Attività R&S e infrastrutture per integrare domanda e offerta

(*) **Nota:** corrisponde a circa 0,7 Mton di idrogeno

(**) **Nota:** Circa il 50% di questo importo sarà elargito da risorse e fondi costituiti ad hoc. **A questi investimenti vanno aggiunti 3,7 mld € di fondi allocati nel PNRR**

La produzione di idrogeno (Power-to-Gas)

Le tecnologie per l'idrogeno verde

- L'idrogeno verde viene prodotto tramite il **processo di elettrolisi** che si può descrivere come la **scissione della molecola d'acqua in idrogeno ed ossigeno** per via elettrochimica (**water split**).



- Esistono diverse **tipologie di elettrolizzatori**, alcune già presenti sul mercato ed altre in fase di ricerca e sviluppo. Le tecnologie che ad oggi sono maggiormente note vengono classificate sulla base del **Technology Readiness Level (TRL)**, utilizzato come indicatore della maturità tecnologica e della **diffusione attuale delle tecnologie sul mercato**, indice dell'adozione delle stesse:

	Elettrolizzatori alcalini (AEL)	Elettrolizzatori a membrana polimerica (PEM)	Elettrolizzatori ad ossidi solidi (SOEC)	Elettrolizzatori alcalini a membrana anionica (AEM)
TRL*	8-9	8	5-6	3-4
Diffusione	Su larga scala	In rapida crescita	Adozione ridotta	Scala laboratorio
CAPEX	700 - 1.300 US\$/kW	1.000 - 1.400 US\$/kW	2.800 - 5.600 US\$/kW	R&D stage
Consumo energetico	50-78 kWh/kgH ₂	50-83 kWh/kgH ₂	40-50 kWh/kgH ₂	57-69 kWh/kgH ₂

*Fonte: rielaborazione Energy&Strategy su fonti IEA (ETP Clean Energy Technology Guide); "Alkaline fuel cell technology - A review", 2021



POLITECNICO
MILANO 1863



Idrogeno Verde

Tecnologie, strategia nazionale e prime applicazioni per l'idrogeno verde

Antonio Lobosco
antonio.lobosco@polimi.it
Politecnico di Milano - Energy & Strategy

Roma, 01 Dicembre 2021

energystrategy.it