

Evento **School of Management** Politecnico di Milano
Sfide e opportunità della transizione ecologica
7 Luglio 2021



POLITECNICO
MILANO 1863

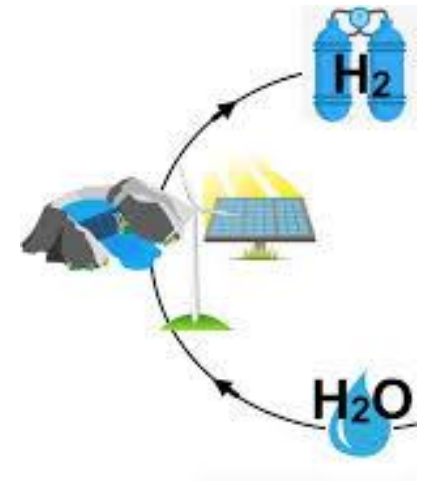
Ruolo dell'idrogeno per la transizione energetica ed ecologica

Stefano Campanari - Dipartimento di Energia



Premessa: cosa è l'idrogeno

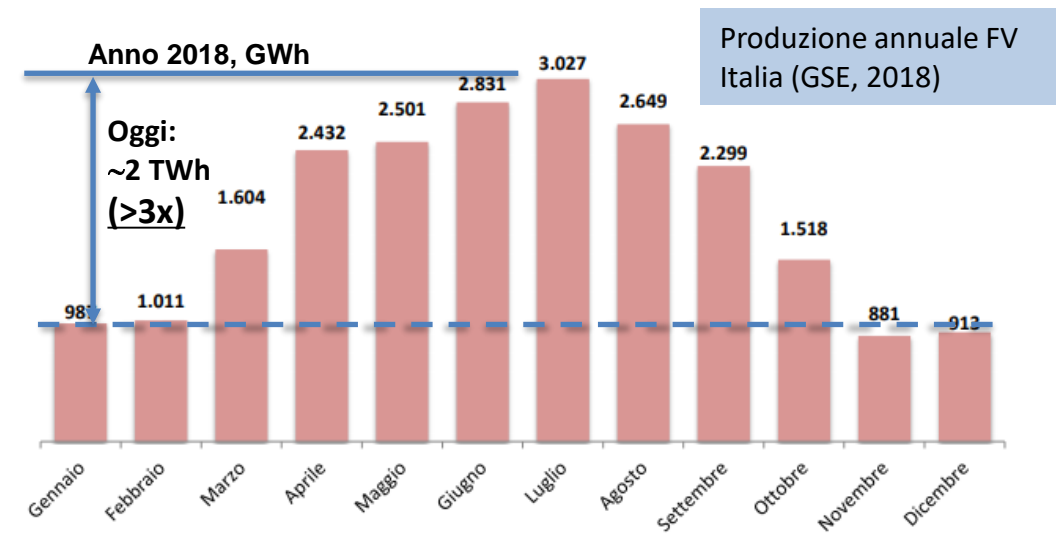
- L'idrogeno, nella forma più utile ai fini energetici, è una molecola costituita da due atomi H, quindi H_2
- H_2 come tale è tuttavia raro sulla Terra: l'atomo H si trova invece prevalentemente combinato chimicamente con altri elementi (es. acqua, H_2O o idrocarburi C_nH_m , alcoli ecc.)
- L'idrogeno deve quindi essere 'estratto' da acqua, idrocarburi o altre sostanze, per poi essere utilizzato. La sua produzione richiede energia. Non è quindi una fonte energetica ma un '**vettore**' energetico, di per sé pulito (come l'energia elettrica).



L'evoluzione delle rinnovabili e le esigenze di accumulo energetico

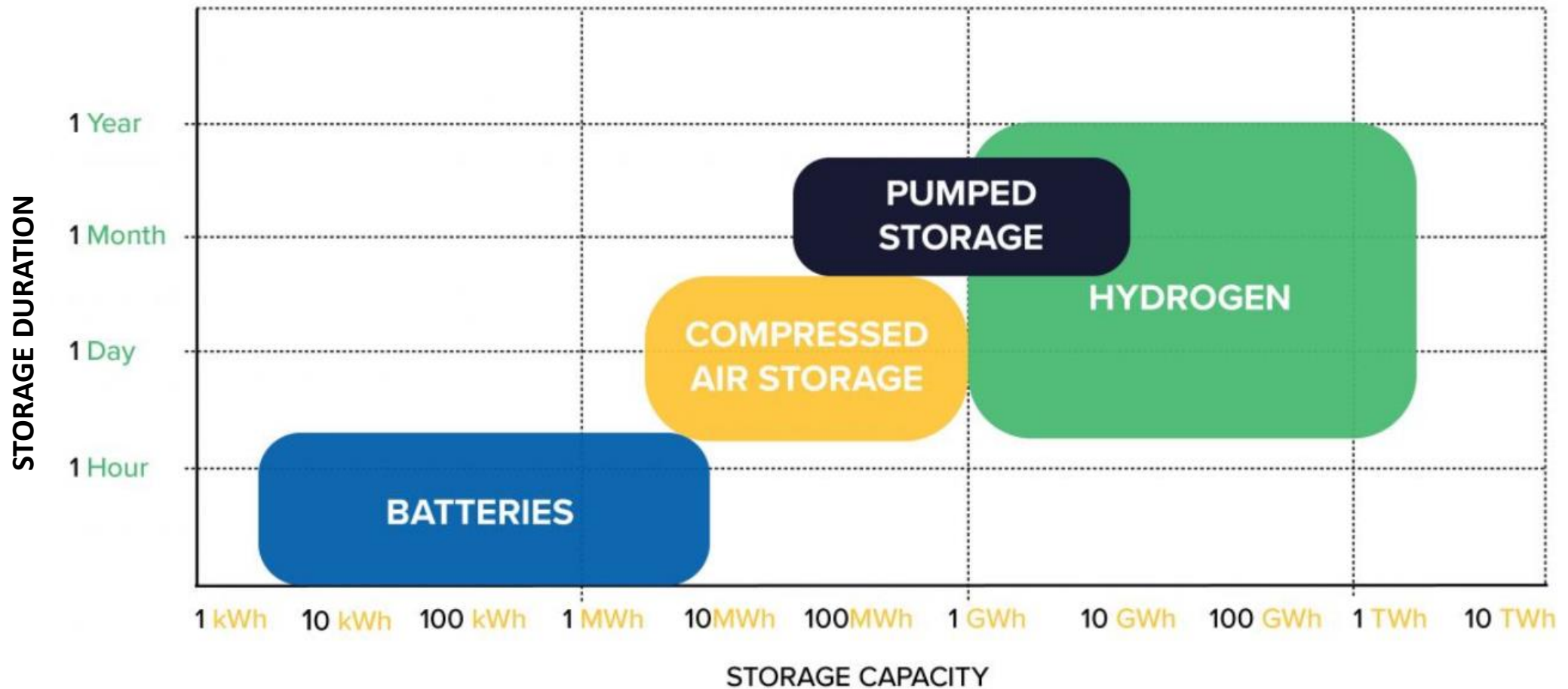
- La UE e l'Italia hanno grandi potenzialità di sviluppo fotovoltaico (ed eolico), che comportano in prospettiva necessità di grandi capacità di accumulo sia giornaliero che **stagionale**.
- Il profilo di produzione FV (ma anche wind) ha grandi oscillazioni stagionali
- Scenari di lungo termine (LTS) per l'Italia per una riduzione emissioni CO₂ al 80-100% prevedono un fortissimo sviluppo di FV (es. 10 x attuale ed oltre) ed eolico

➤ L'accumulo energetico con H₂ è più competitivo di altre opzioni per accumuli su lunghi periodi e di grande scala, con tecnologie quali accumulo sotterraneo pressurizzato o legame con altre sostanze



✓ I quattro mesi invernali Nov-Feb producono circa 1/3 dei corrispondenti quattro mesi estivi Maggio-Agosto

L'idrogeno consente l'accumulo energetico per quantità e tempi lunghi



Energy system integration o «sector coupling» e ruolo H2

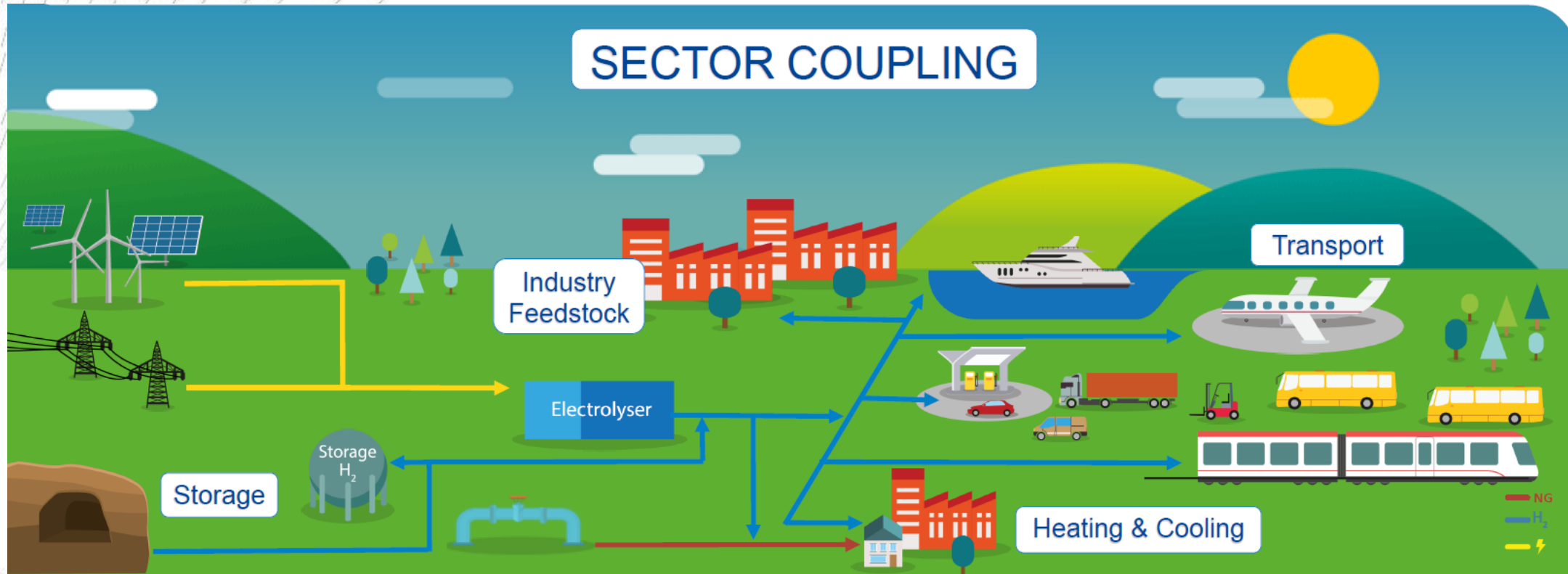
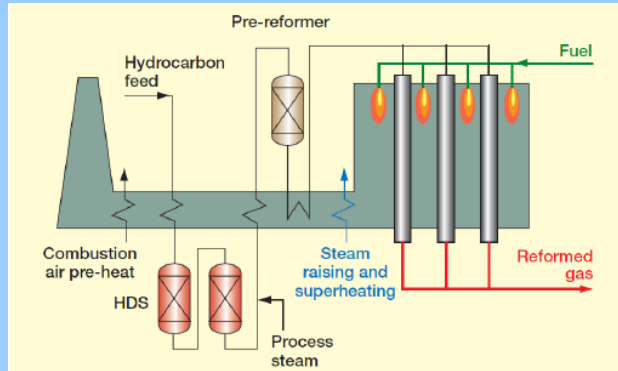
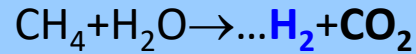


Figure from FCHJU

- Accoppiamento e intreccio tra settori energetici
- L'idrogeno consente la decarbonizzazione di settori ed applicazioni diverse: parte dei trasporti stradali, processi industriali, settore marittimo... e svolge ruolo di «Hub» energetico
- L'idrogeno può essere trasportato su carro bombolaio o in prospettiva per grandi quantità via tubo, rinnovando ed adattando l'attuale infrastruttura gas nazionale, come utile complemento dell'infrastruttura elettrica

Produzione H₂ – metodi consolidati

- **Steam reforming di gas naturale**

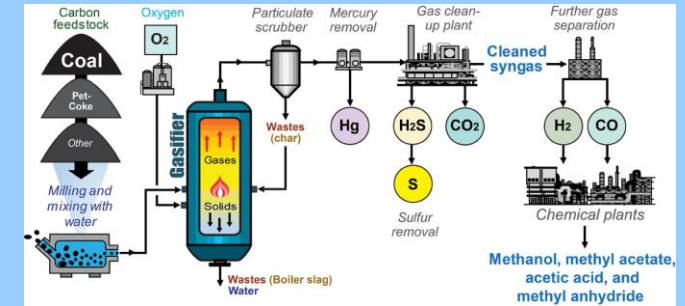


A partire da combustibili

- da fuels fossili è detto «grey hydrogen»
- con cattura CO₂ ⇒ «blue hydrogen»



- **Gassificazione di carbone o biomassa o rifiuti**

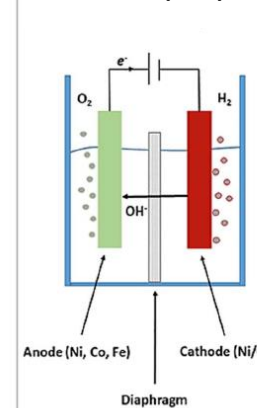


A partire da energia elettrica

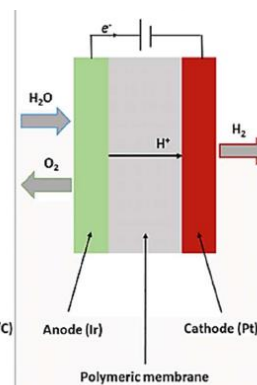
- **Elettrolisi dell'acqua**, con consumo di energia elettrica
 - Funzionamento con elettricità da rete / in abbinamento a produzione elettrica **da rinnovabili (green hydrogen)**
 - Opportunità di «Sector Coupling» negli scenari ad alta penetrazione RES e uso della sovrapproduzione elettrica

Elettrolisi

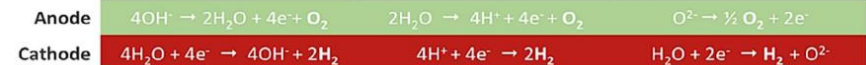
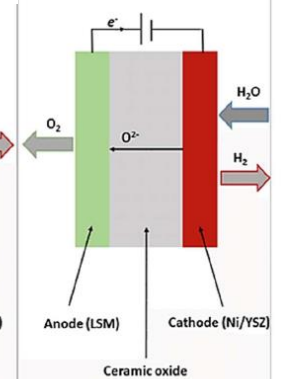
Alcalina (AEC)



A membrana polimerica (PEMEC)

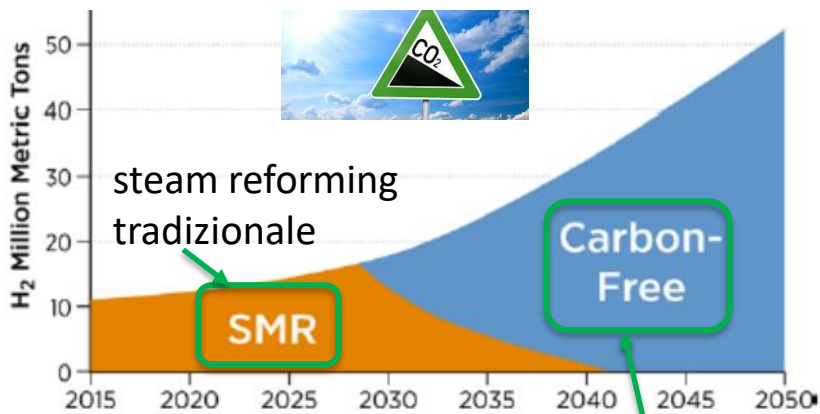


A ossidi solidi (SOEC)



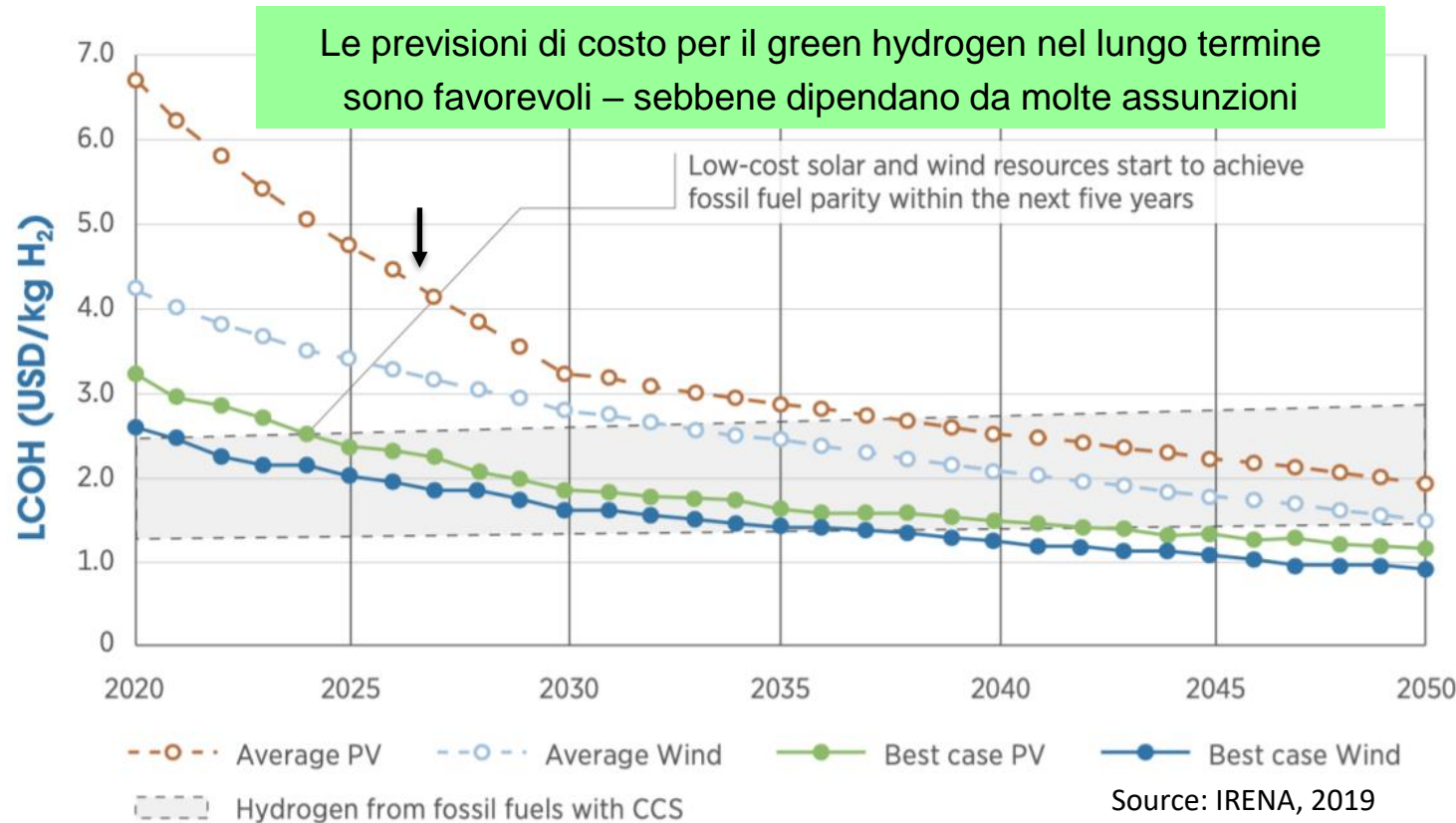
L' «energy transition» verso l'idrogeno da rinnovabili

- Nella transizione energetica verso le rinnovabili si prevede ruolo congiunto di “blue hydrogen” e “green hydrogen”
- Il **blue hydrogen** può essere prodotto da gas naturale con tecnologie note e consolidate
- La CO₂ catturata può essere riutilizzata (in parte) o inviata in particolare a stoccaggio sotterraneo geologico (es. giacimenti esauriti, formazioni geologiche profonde) secondo *vari esempi già dimostrati da progetti industriali su grande scala (EU, USA, Australia....)*



Fonte: European Zero Emission Technology and Innovation Platform

blue + green hydrogen
(in % crescenti)



Note: Remaining CO₂ emissions are from fossil fuel hydrogen production with CCS.
 Electrolyser costs: 770 USD/kW (2020), 540 USD/kW (2030), 435 USD/kW (2040) and 370 USD/kW (2050).
 CO₂ prices: USD 50 per tonne (2030), USD 100 per tonne (2040) and USD 200 per tonne (2050).

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

stefano.campanari@polimi.it

<http://www.energia.polimi.it/> - <http://www.gecos.polimi.it/>



POLITECNICO
MILANO 1863