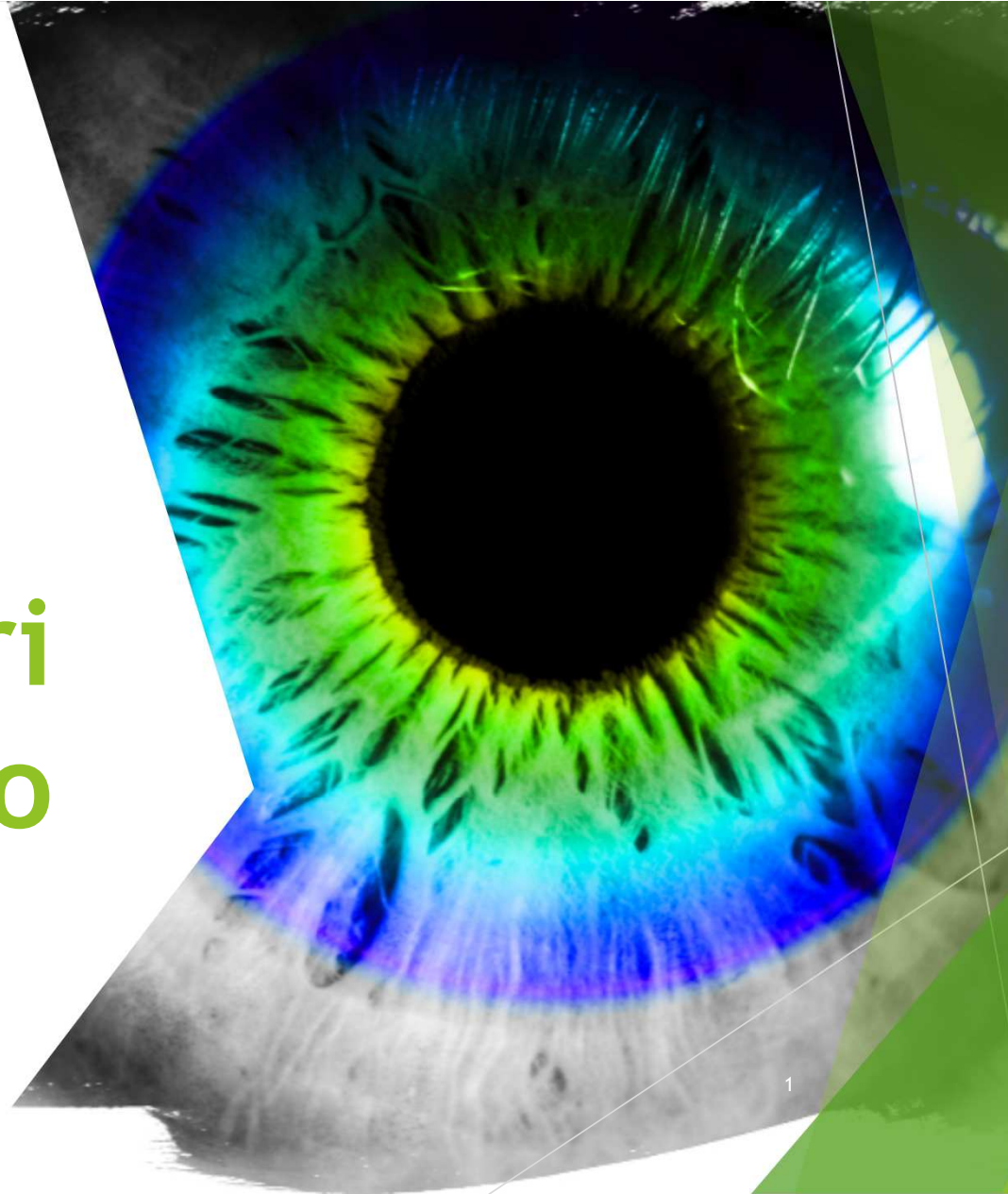
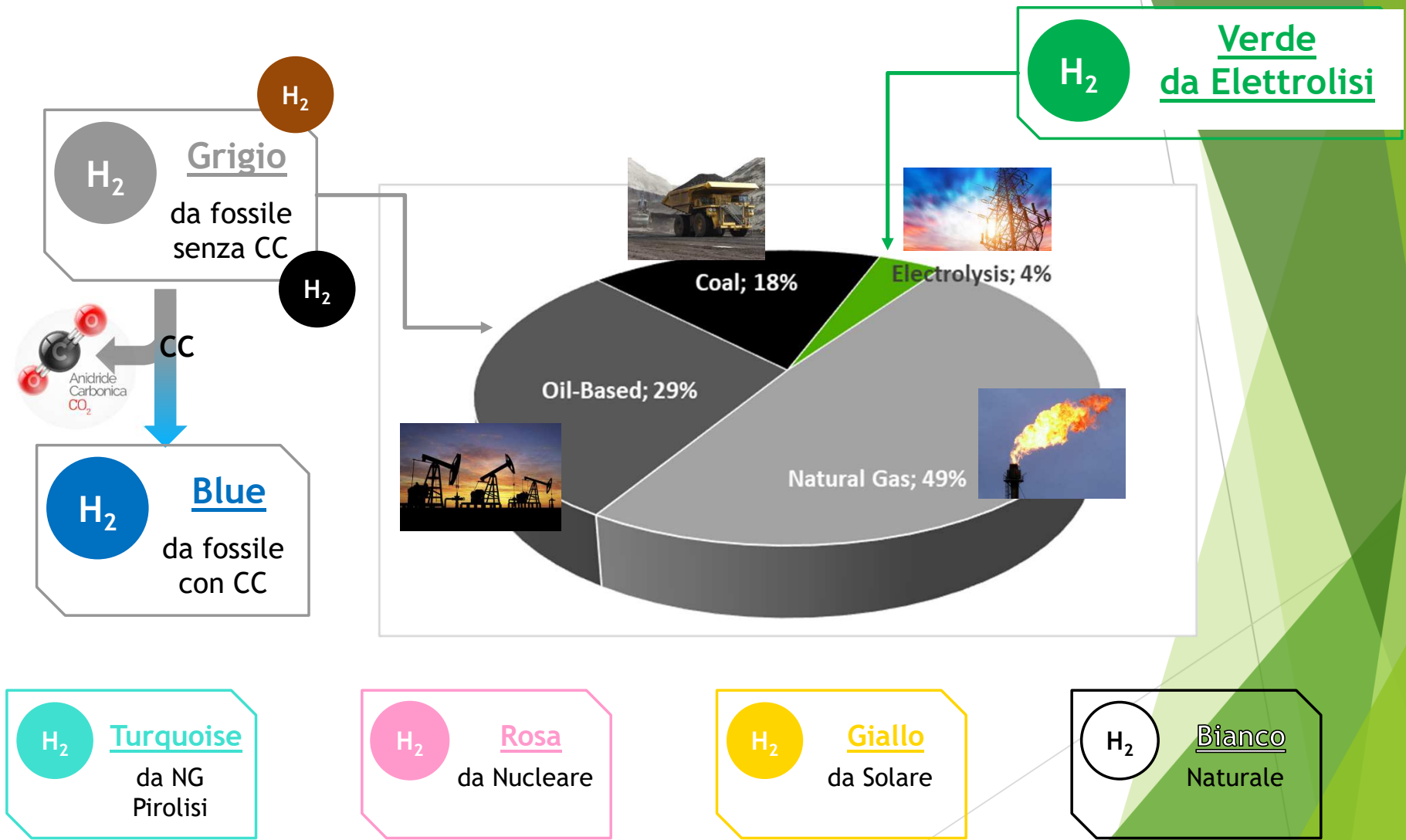


# I colori dell'Idrogeno



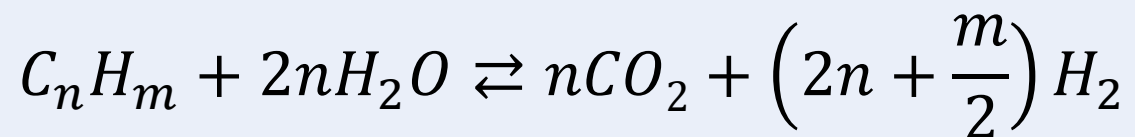
# Colori dell'idrogeno



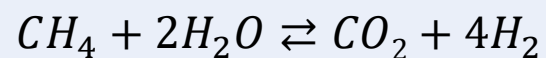


**H<sub>2</sub> •**  
**Come è fatto...**  
**e dipinto!**

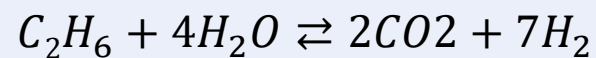
# Idrogeno da fonti fossili



## Idrogeno da metano



## Idrogeno da GPL



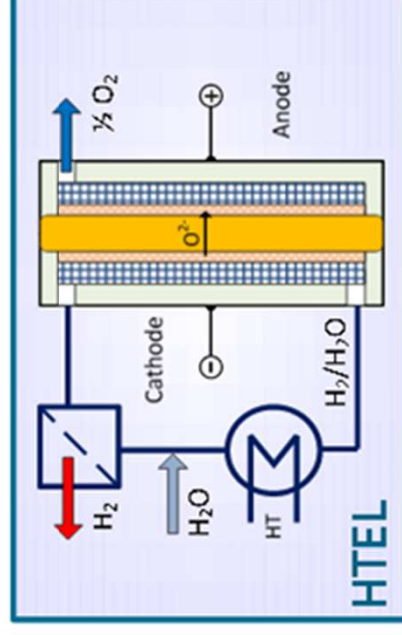
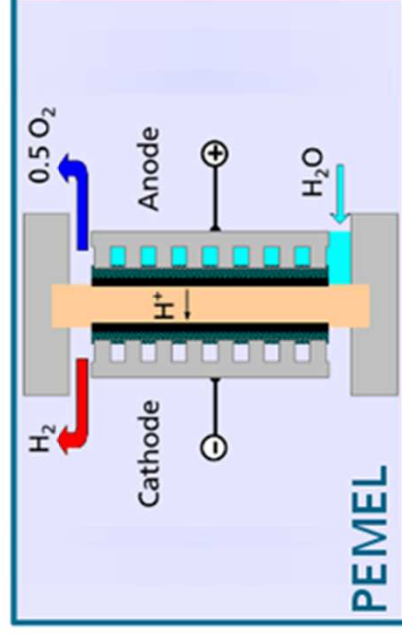
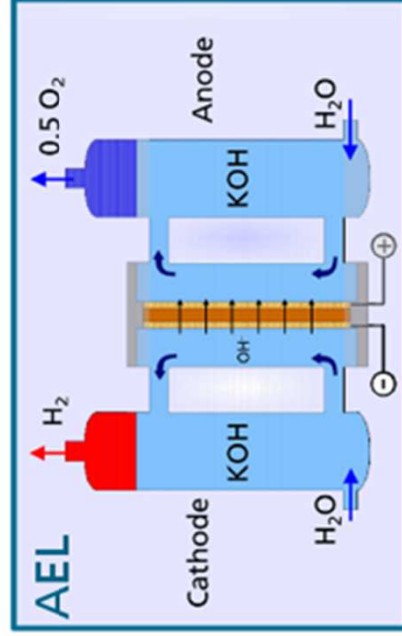
Rapporto C/H



Produzione Idrogeno/  
Produzione CO<sub>2</sub>



Technology	Temp. Range	Cathodic Reaction (HER)	Charge Carrier	Anodic Reaction (OER)
Alkaline electrolysis	40 - 90 °C	$2H_2O + 2e^- \Rightarrow H_2 + 2OH^-$	$OH^-$	$2OH^- \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^-$
Membrane electrolysis	20 - 100 °C	$2H^+ + 2e^- \Rightarrow H_2$	$H^+$	$H_2O \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^-$
High temp. electrolysis	700 - 1000 °C	$H_2O + 2e^- \Rightarrow H_2 + O^{2-}$	$O^{2-}$	$O^{2-} \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$



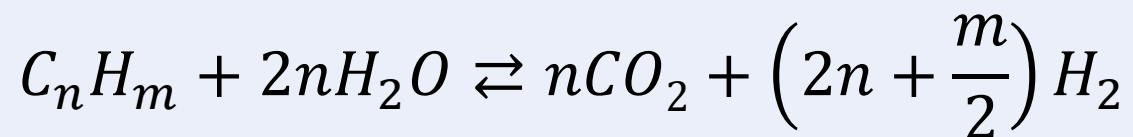
## I colori dell'idrogeno da fonti fossili

**Idrogeno Nero.** L'idrogeno Nero è un idrogeno generato dalla separazione dell'idrogeno dal carbone con generazione di notevolissime quantità di CO<sub>2</sub> per unità Idrogeno (18% principalmente in Cina)

**Idrogeno Grigio.** Viene definito grigio l'idrogeno che si ricava dal metano o da idrocarburi superiori (derivati del petrolio), e viene separato dal carbonio mediante una reazione chimica denominata "reforming" (78% di cui il 49% direttamente dal metano CH<sub>4</sub>)

**Idrogeno Turchese.** L'idrogeno turchese è un idrogeno generato dalla separazione dell'idrogeno dal metano ma a differenza di quello grigio, in assenza di ossigeno (Pirolisi), e quindi senza generazione diretta di CO<sub>2</sub> (sperimentale)

## Idrogeno da fonti fossili



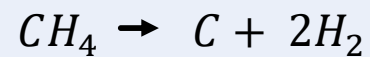
### Idrogeno da metano



### Idrogeno da GPL



### Idrogeno da Pirolisi



Rapporto C/H

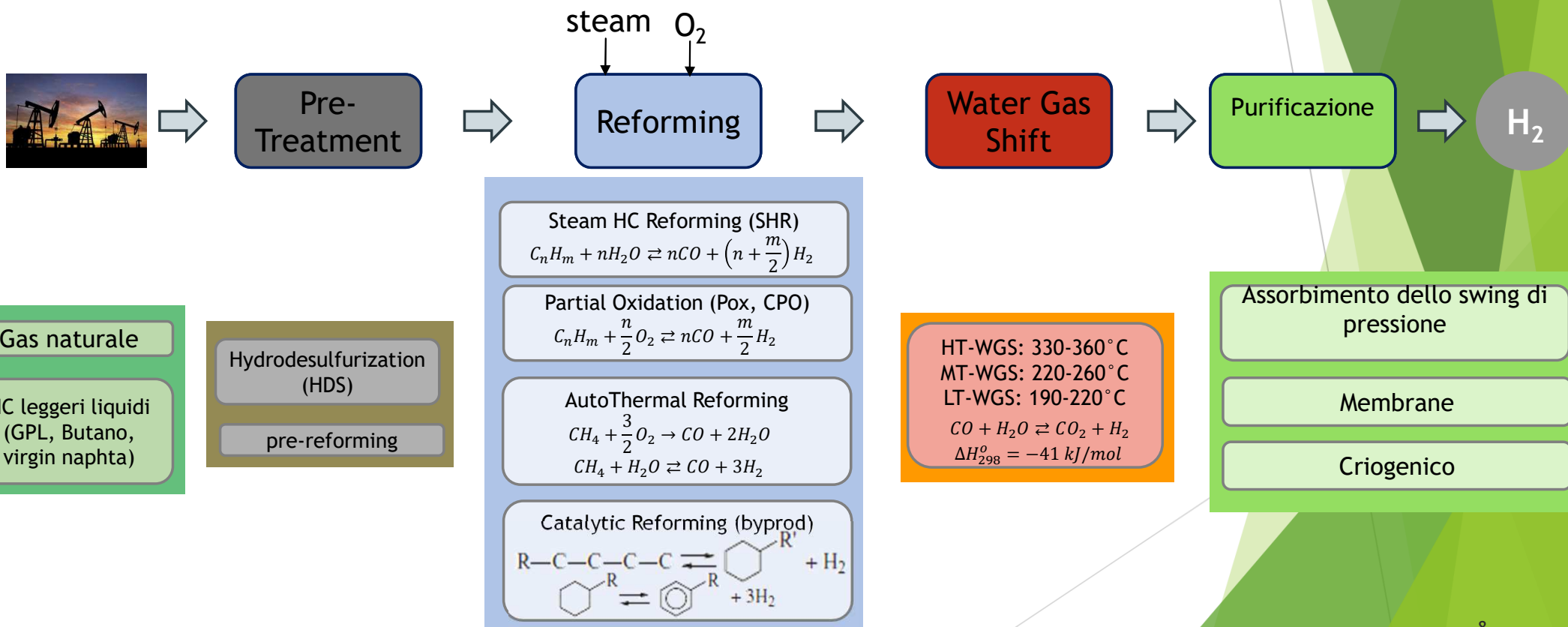


Produzione Idrogeno/  
Produzione CO<sub>2</sub>



# Reforming degli idrocarburi (Idrogeno Grigio)

- Oltre il 75% della produzione globale di idrogeno proviene dal reforming dei combustibili fossili, in particolare del gas naturale.
- Quattro fasi principali

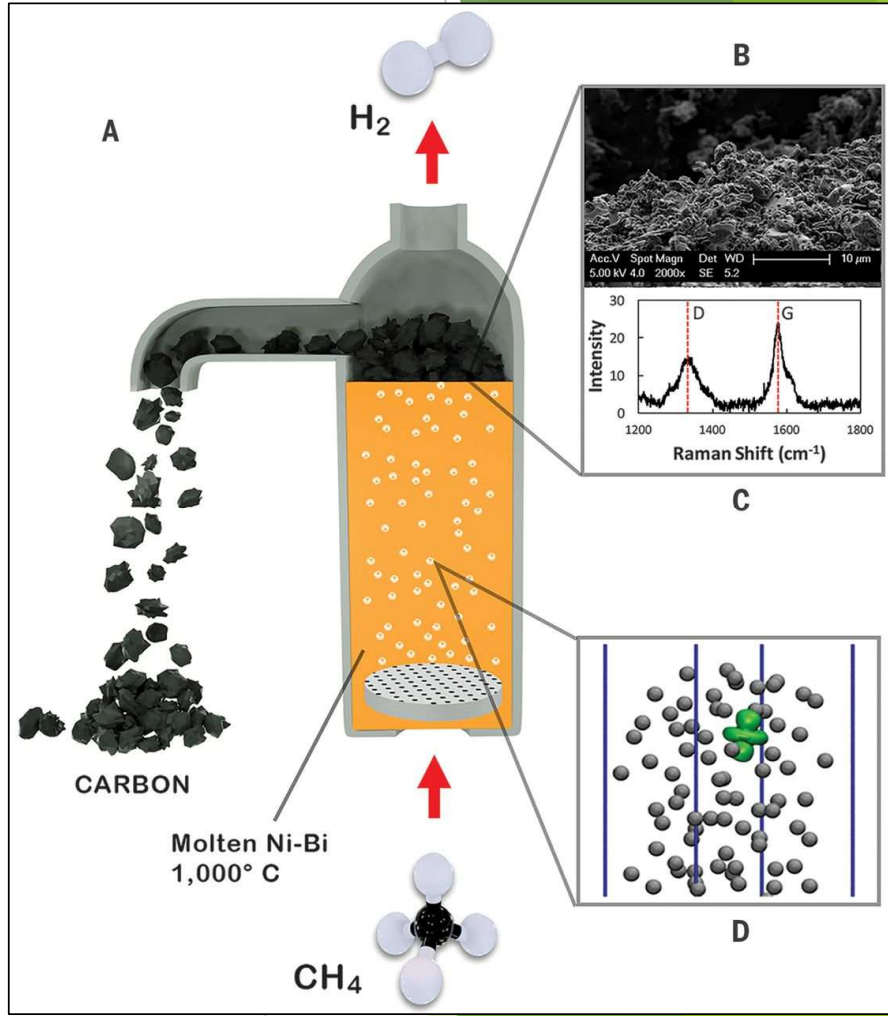
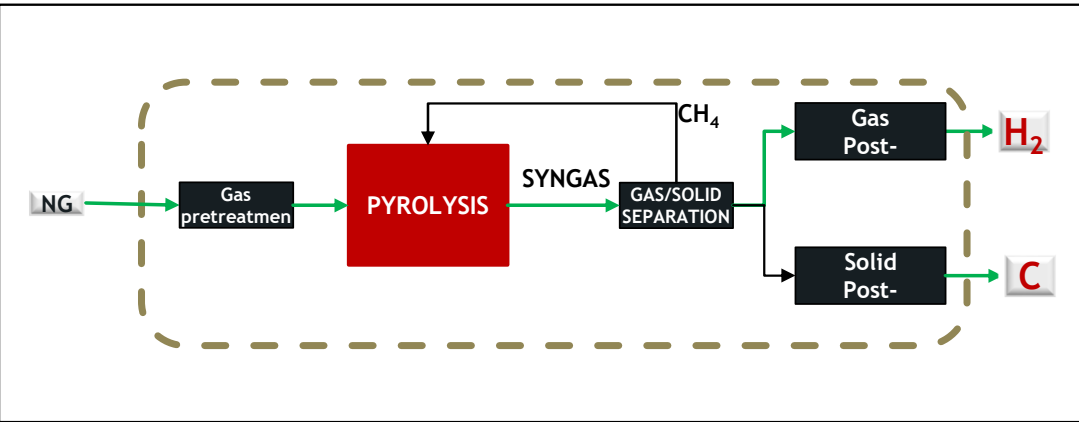
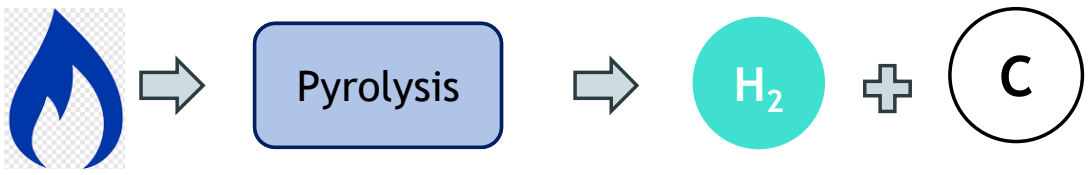


# Pirolisi del metano (Idrogeno Turchese)

- Reazione endotermica.



- Produzione di carbone solido



Upham et al., Science 358, 917–921 (2017) 17 November 2017

# I colori dell'idrogeno da fonti fossili

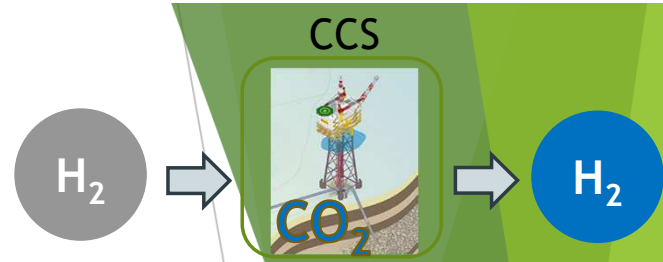
**Idrogeno Nero (o marrone).** L'idrogeno Nero è un idrogeno generato dalla separazione dell'idrogeno dal carbone con generazione di notevolissime quantità di CO<sub>2</sub> per unità Idrogeno

**Idrogeno "grigio".** Viene definito grigio l'idrogeno che si ricava dal metano (molecola CH<sub>4</sub>) che è molto ricco di idrogeno, e viene separato dal carbonio mediante una reazione chimica (processo di "reforming") che però produce la famigerata CO<sub>2</sub> (anidride carbonica) che non è letale ma incide negativamente nell'effetto serra globale del Pianeta. Oggi oltre il 90% dell'idrogeno prodotto nel mondo è "grigio"

**Idrogeno Turchese.** L'idrogeno turchese è un idrogeno generato dalla separazione dell'idrogeno dal metano ma a differenza di quello grigio, in assenza di ossigeno (Pirolisi), e quindi senza generazione diretta di CO<sub>2</sub>

**Idrogeno "blu".** Sta diffondendosi da pochissimi anni. Viene definito "blu" l'idrogeno prodotto come sopra (quindi originariamente "grigio") quando **l'anidride carbonica viene eliminata perché nel processo vengono previsti impianti, a valle della reazione chimica, che la "sequestrano" fisicamente (CCS)**. A livello mondiale si sono diffuse recentissime start-up e sono state attivate nuove divisioni di grandi aziende, che si occupano di catturare la CO<sub>2</sub>. Essa viene immagazzinata definitivamente sotto terra (per esempio all'interno di cavità naturali ovvero in location di pozzi di petrolio dismessi o altrove, per esempio in fondo agli oceani). Quindi l'idrogeno "blu" è amico dell'atmosfera del Pianeta.

# H2 grigio che diventa blu.....

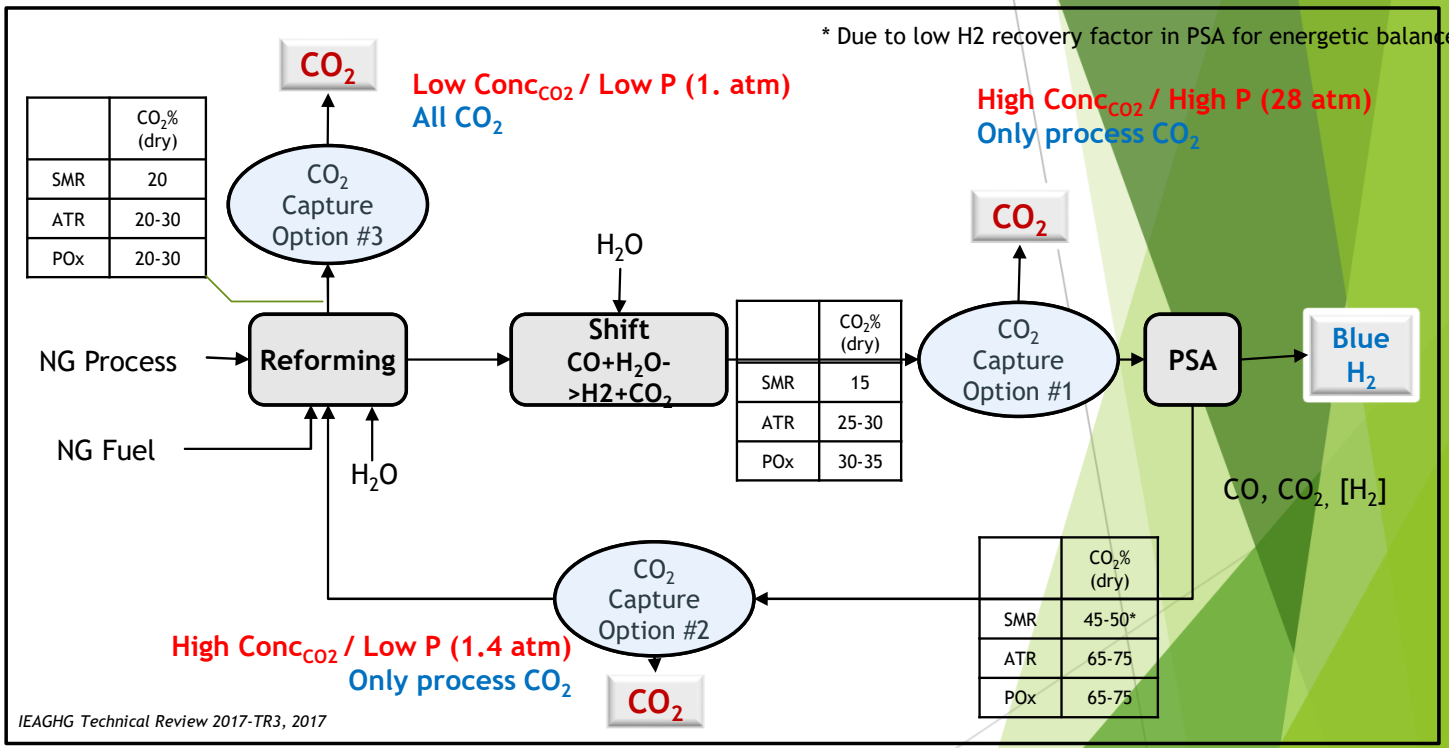


Potenzialmente, la CO2 può essere rimossa dal ciclo di produzione H2 in tre punti distinti.

Opt#1: upstream PSA

Opt#2: PSA a valle

Opt#3: da gas di combustione



L'opzione migliore per l'acquisizione è tra WGS e PSA (Opt # 1) ma consente di catturare solo la CO2 di processo

## Le tecnologie CCS e CCU per Eni

Nel mondo CCS (Carbon Capture and Storage) e CCU (Carbon Capture and Utilization) e cioè delle tecnologie di Cattura, Utilizzo e Stoccaggio del Carbonio, abbiamo diversi progetti in corso, seguiti dal Centro Ricerche di San Donato Milanese e dal Centro Ricerche per le Energie Rinnovabili e l'Ambiente di Novara.

Per la fase di cattura stiamo sviluppando sistemi che utilizzano liquidi ionici, più efficienti di quelli convenzionali basati sulle ammine.

Per lo stoccaggio stiamo ottimizzando tutte le fasi del processo, dal trasporto all'interazione fluido roccia ai sistemi di monitoraggio dei giacimenti, con il fine di rendere la tecnologia più efficiente e facilitarne l'applicazione su larga scala. Sul piano operativo, puntiamo a creare **uno dei maggiori hub al mondo per lo storage di CO<sub>2</sub> nonché il primo nel Mediterraneo al largo di Ravenna**. La riconversione a siti di stoccaggio esclusivo e permanente di CO<sub>2</sub> dei giacimenti esauriti dell'Adriatico, che non produrranno più gas naturale, ed il riutilizzo di una piccola parte delle infrastrutture esistenti, permetteranno di offrire a costi molto competitivi una soluzione rapida e concreta per la riduzione delle emissioni del settore industriale italiano. In particolare, la CCS rappresenta l'unica opzione immediatamente disponibile per quei settori cosiddetti "hard to abate" come cementifici, acciaierie, stabilimenti chimici etc., per i quali una considerevole parte delle emissioni di anidride carbonica è legata al processo industriale e quindi non può venire evitata per esempio ricorrendo all'elettrificazione o alle rinnovabili in genere



## La sfida tecnica del CCU

La principale difficoltà che qualsiasi metodo per catturare e riutilizzare la CO<sub>2</sub> deve affrontare è il fatto che **la molecola di anidride carbonica è la più stabile fra i composti del carbonio**, per cui separarla da altri gas, scinderne i legami o legarla a qualsiasi altra sostanza costa sempre molta energia. Non esiste un'unica soluzione per sciogliere questo vincolo dettato dalla termodinamica, ma la ricerca studia percorsi di reazione che richiedano il minor possibile consumo di energia. Per questo stiamo puntando sui **liquidi ionici**: una tecnologia proprietaria che permette di intercettare la CO<sub>2</sub>, ma con emissioni e consumi energetici più bassi rispetto ai metodi convenzionali basati sulle ammine. Parallelamente stiamo portando avanti una ricerca con il MIT per sviluppare sistemi elettrochimici di cattura ad alta efficienza.

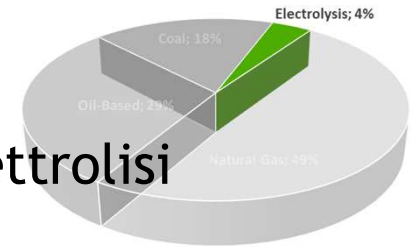
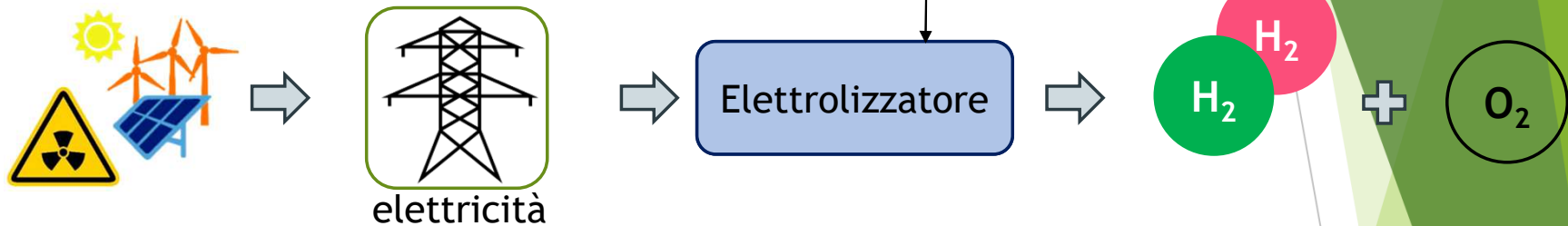
## I colori dell'elettrolisi

**Idrogeno "rosa"**. Si definisce rosa quando viene ricavato dall'acqua con l'elettrolisi descritta sopra, ma la corrente elettrica che si utilizza in questo caso proviene da una centrale nucleare. Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono bensì nulle, ma occorre considerare le scorie nucleari (che vanno confinate in siti speciali perché rimangono radioattive per oltre 400 anni). In Europa solamente la Francia, ricca di centrali nucleari, produce una certa quantità di idrogeno "rosa" mentre Inghilterra e Germania, pur dotate anch'esse di centrali nucleari, preferiscono produrlo dalle energie rinnovabili. Anche perché entrambe hanno avviato un programma di dismissione progressiva delle loro centrali nucleari, per ragioni economiche e di sicurezza.

**Idrogeno "verde"**. E arriviamo all'idrogeno "verde" che sarebbe il migliore di tutti. Viene ottenuto sempre con l'elettrolisi dall'acqua, ma nel caso viene utilizzata esclusivamente corrente elettrica prodotta da energie rinnovabili: idroelettrica, solare a concentrazione, solare fotovoltaica, turbine da vapore geotermico hot-dry-rock a 300°, maree, correnti sottomarine e grande eolico.

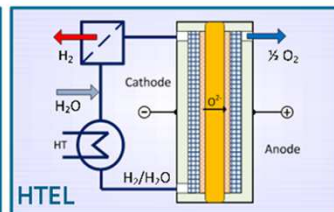
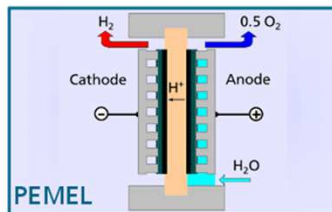
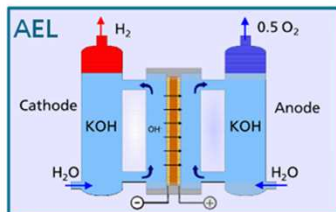
# Elettrolisi dell'acqua

- Circa solo il 4% dell'idrogeno in tutto il mondo è prodotto per elettrolisi
- Tre approcci per la produzione di H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>



Technology	Temp. Range	Cathodic Reaction (HER)	Charge Carrier	Anodic Reaction (OER)
Alkaline electrolysis	40 - 90 °C	$2H_2O + 2e^- \Rightarrow H_2 + 2OH^-$	OH <sup>-</sup>	$2OH^- \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^-$
Membrane electrolysis	20 - 100 °C	$2H^+ + 2e^- \Rightarrow H_2$	H <sup>+</sup>	$H_2O \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^-$
High temp. electrolysis	700 - 1000 °C	$H_2O + 2e^- \Rightarrow H_2 + O^{2-}$	O <sup>2-</sup>	$O^{2-} \Rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$

	Alkaline Electrolysis	Membrane Electrolysis	Solid Oxide Electrolysis
Electrolyte	Liquid alkaline KOH	Solid acid polymer	Ceramic metal compound
Electrodes	Ni/Fe electrodes (Raney)	Noble metals (Pt, Ir, ...)	Ni doped ceramic
Temperature	50-80 °C	RT - 90 °C	700 - 1,000 °C
Pressure	< 30 bar	< 200 bar	Atm.
Modul size (commercial)	Max. 760 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> /h ~ 3.2 MW <sub>el</sub>	Max. 30 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> /h ~ 170 kW <sub>el</sub>	~ 1 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> /h kW range



The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the left and right sides of the slide, framing the central text. The overall aesthetic is clean and modern.

Domande e Risposte ... forse

## Quanto costano in Italia i colori dell'idrogeno?

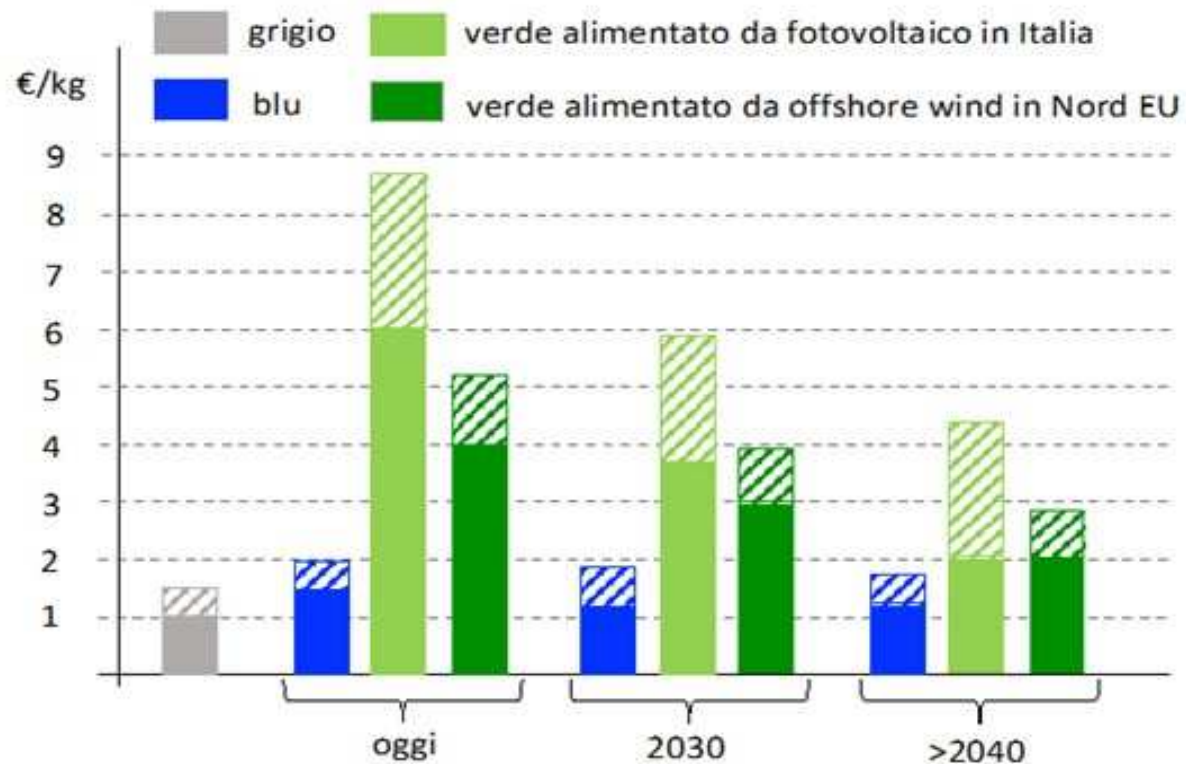
- Cominciamo dall'idrogeno grigio. Il suo costo di produzione dipende dal prezzo del metano, essendo lo steam reforming un procedimento del tutto maturo e diffuso nei paesi industrializzati, per il quale si può ritenere che i costi di impianto non varieranno in modo significativo in futuro. Al prezzo del metano europeo pre-COVID (13 €/MWh), il costo di produzione era circa **1 €/kg**; con il prezzo del metano a 25 €/MWh, il costo sale a **1,5 €/kg**.
- Dal grigio al blu: costi d'impianto quasi doppi e minore efficienza, ma in futuro la differenza di costo si andrà a ridurre
- Per l'idrogeno blu occorre aggiungere i costi per la cattura ed il sequestro della CO<sub>2</sub>, che fanno aumentare il costo di impianto (oggi a circa 1.500 €/kW-idrogeno contro 800 dell'impianto per l'idrogeno grigio) e calare l'efficienza (circa 69% contro 75-80% del grigio).
- Secondo IEA, in futuro il costo di impianto potrebbe ulteriormente ridursi a 1.200 €/kW-idrogeno entro il 2030 e sino a 1.100 nel lungo periodo (>2040). Ai costi di impianto attuali, il costo di produzione dell'idrogeno blu è pari a quello dell'idrogeno grigio **maggiorato di 0,5 €/kg**; **nel lungo periodo, la maggiorazione potrebbe scendere a 0,25 €/kg**. Anche in questo caso, la variazione tra diversi paesi del costo di produzione dipende solo dal prezzo locale del metano, conservando le tecnologie impiegate le medesime caratteristiche di funzionamento, a patto naturalmente che venga individuato il sito idoneo per il sequestro della CO<sub>2</sub>.

## Idrogeno in Italia da fotovoltaico o eolico offshore: stime ipotetiche dei costi

- Per calcolare il costo di produzione in Italia, supponiamo che l'impianto sia alimentato da un parco fotovoltaico dedicato, localizzato in un'area ad elevato irraggiamento, con un fattore di carico del 16,5% (1.450 h) e costo di generazione di 45 €/MWh. In questa ipotesi, l'idrogeno verde italiano costerebbe oggi da **6 a 8,7 €/kg**, a seconda della taglia dell'elettrolizzatore. **Al 2030**, ipotizzando che il fattore di carico aumenti al 17,7% (1.550 h), rimanendo invariato il costo di generazione, l'idrogeno costerebbe da **3,7 a 5,9 €/kg**. Infine, **nel lungo periodo**, supponendo che il costo di generazione dell'elettricità fotovoltaica scenda a 35 €/MWh, ancora con fattore di carico del 17,7%, l'idrogeno costerebbe da **2,1 a 4,4 €/kg**.
- Per confronto, se l'elettrolizzatore fosse alimentato da un parco eolico offshore con fattore di carico del 45% (4.000 h) e costo di generazione di 50 €/MWh, come accade oggi **nel mar del Nord**, l'idrogeno costerebbe da **4 a 5,2 €/kg**, mentre **al 2030**, ipotizzando un aumento del fattore di carico al 51% (4.500 h), a parità di costo di generazione del kWh elettrico, costerebbe da **3 a 3,9 €/kg**. Nel lungo periodo, infine, con un fattore di carico del 57% (5.000 h) e costo di generazione di 40 €/MWh, il costo sarebbe compreso tra **2 e 2,8 €/kg**.
- **L'idrogeno verde costerebbe comunque più di quello blu...**
- **E l'Idrogeno Rosa???**

# I costi dell'Idrogeno

Costo di produzione dell'idrogeno  
secondo le stime della Commissione Europea (colore pieno) e della IEA (a strisce)



## Le prospettive per lo sviluppo dell'idrogeno verde nel mondo

- L'economia a idrogeno verde può essere vista sotto due profili: da una parte esistono luoghi in cui è disponibile (o si costruisce) un sovrabbondante potenziale di generazione di energia elettrica, dall'altra parte esistono ricche città come Londra, e regioni densamente popolate, che hanno bisogno di generare elettricità inquinando poco (ad esempio con la pila a combustibile) e di alimentare il trasporto pubblico con carburanti a basso tenore di inquinanti.

### La zona dei venti conosciuta come i "quaranta ruggenti"

- L'Argentina e il Cile, potrebbero diventare grandi produttori di idrogeno per elettrolisi, sfruttando l'energia idroelettrica dei fiumi delle Ande e quella da eolico della Patagonia e della Pampa. In Cile, il produttore eolico spagnolo Enhol sta investendo 1.000 milioni di dollari per installare circa 250 aerogeneratori su 10.000 ettari, che produrranno una media stimata di 500 MW (l'eccesso potrebbe essere utilizzato dalla rete elettrica nazionale o tramite elettrolisi in idrogeno).



## La zona dei venti conosciuta come i "quaranta ruggenti"

All'epoca dei velieri veloci clipper, che trasportavano foglie di tè dall'India verso la Gran Bretagna, si sfruttavano i potenti e costanti venti circumpolari antartici dei paralleli i "quaranta ruggenti" e dei "cinquanta urlanti". Questi venti sono una risorsa energetica costante, gratuita, potente e sovrabbondante, ma impossibile da convogliare con linee elettriche più lunghe di 1600 km. Il potenziale aero-elettrico della zona viene stimato da 100.000 MW a 1.000.000 MW (sufficienti per 0,1-1 miliardo di persone con consumi simili a quelli degli italiani).

Si stanno costruendo impianti eolici in queste regioni proprio per produrre il prezioso gas idrogeno.

# Benzina da aria ed acqua, il sogno cileno di Enel

Produrre benzina dall'aria e dall'acqua.

- Sembra uno scherzo, e invece è quello che vuole fare un pool di aziende in Cile, fra le quali l'italiana Enel. E non è un progetto futuribile: l'anno prossimo una fabbrica comincerà a produrre questa e-benzina, chiamata così perché a zero emissioni.



Il progetto si chiama Haru Oni, e ci sono coinvolte la tedesca Siemens, che mette il grosso della tecnologia; l'Enel, che si occupa di energia eolica e idrogeno verde; le società cilene dell'elettricità Ame e del petrolio Enap; la casa automobilistica Porsche, che testerà il nuovo carburante. Il governo tedesco partecipa con un finanziamento di 8 milioni di euro. La fabbrica è in costruzione a Cabo Negro, nella Patagonia cilena. L'anno prossimo comincerà a produrre 130.000 litri di e-benzina all'anno, per passare a 55 milioni di litri nel 2024 e 550 milioni nel 2026.

## Benzina da aria ed acqua, il sogno cileno di Enel

Ma come si ricava carburante dall'acqua e dall'aria, senza emissioni di gas serra? Per prima cosa, si produce idrogeno verde. Ossia, si scinde l'acqua in idrogeno e ossigeno, con un processo chiamato elettrolisi, utilizzando energia da fonti rinnovabili. Nel caso di Haru Oni, dal vento, che in Patagonia non manca mai ed è sempre fortissimo. Una centrale eolica fornisce energia pulita alla fabbrica, per produrre idrogeno senza emettere CO<sub>2</sub>.

- ▶ Il passaggio successivo è quello più innovativo: ancora sperimentale, ma potenzialmente rivoluzionario. Dall'atmosfera, viene prelevata l'anidride carbonica, il principale gas serra, prodotto in gran parte dall'uomo attraverso l'uso di combustibili fossili. La CO<sub>2</sub> viene combinata con l'idrogeno e produce metanolo, detto e-metanolo perché prodotto senza emissioni.
- ▶ Dall'e-metanolo, con un'ulteriore lavorazione si arriva alla e-benzina, che può essere bruciata nei tradizionali motori endotermici, ma con due vantaggi: ha zero emissioni nette, perché l'anidride carbonica che emette era stata tolta dall'atmosfera, e non produce ossido di zolfo e biossido di azoto, sostanze nocive per la salute prodotte dai carburanti fossili.

## Benzina da aria ed acqua, il sogno cileno di Enel

- ▶ Dall'e-metanolo poi, si possono ricavare anche e-gasolio per camion, autobus e navi, ed e-cherosene per gli aerei. E sono queste le applicazioni più interessanti per la decarbonizzazione. Mentre per le auto oramai i motori elettrici sono competitivi, per i mezzi pesanti e i velivoli le batterie sono ancora troppo pesanti. Gli e-carburanti permettono di eliminare le emissioni di gas serra di questi mezzi, senza dover cambiare i mezzi stessi.
- ▶ Ma non è tutto. Per la produzione di questi combustibili, può essere usata anche la CO<sub>2</sub> proveniente da lavorazioni industriali (acciaio, cemento, fertilizzanti, raffinerie), dove le tecnologie di cattura sono consolidate. In prospettiva, gli e-carburanti possono servire anche per decarbonizzare questi settori, noti come "hard to abate", perché le loro emissioni di carbonio sono difficili da abbattere.

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. The shapes are primarily triangles and polygons, creating a dynamic, layered effect. The text is centered in a clean, sans-serif font.

E alla fine ...  
cosa ci aspetta ?????



## La strategia sull'idrogeno UE: 40GW di elettrolizzatori al 2030

8 Luglio 2020

- ▶ la Commissione europea ha presentato ufficialmente la Strategia sull'Idrogeno UE (A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe). Il Piano, uno dei capisaldi del Green Deal europeo voluto dall'esecutivo von der Leyen, ha un duplice obiettivo. Da un lato mira ad estendere l'uso del vettore in sostituzione dei combustibili fossili, dall'altro a decarbonizzare la produzione. “La nuova ‘hydrogen economy’ può essere un motore di crescita e quindi aiutarci a superare il danno economico causato dalla pandemia di COVID-19”, ha spiegato il Vicepresidente esecutivo, Frans Timmermans. **“Sviluppando e implementando una catena del valore dell'idrogeno verde, l'Europa diventerà pioniera mondiale, mantenendo la leadership nelle tecnologie pulite”.**
- ▶ Grazie alla nuova strategia europea, il vettore Idrogeno dovrà diventare parte integrante del sistema energetico comunitario. Tra gli obiettivi di Bruxelles: **la produzione di 10mln di tonnellate di idrogeno rinnovabile al 2030**



## Strasburgo vuole più spazio all'H2 low-carbon nella strategia UE sull'idrogeno

21 Maggio 2021

- ▶ Una mozione approvata a larga maggioranza (411 voti su 695) dall'europarlamento impegna la Commissione a chiarire quanto spazio dovrebbe avere **il vettore energetico prodotto a partire dal gas con recupero di CO2**.
- ▶ Gli eurodeputati rimarcano che **la svolta dell'idrogeno non è possibile solo con quello prodotto tramite elettrolisi da fonti rinnovabili**. Per creare un mercato solido e permettere alla capacità produttiva di raggiungere in tempi rapidi le dimensioni volute, **è necessario usare anche l'idrogeno prodotto a partire dal gas con recupero di CO2**.
- ▶ Nel testo della mozione si legge che *“un'economia sostenibile dell'idrogeno dovrebbe consentire di aumentare le capacità all'interno di un mercato energetico dell'UE integrato”* e *“va riconosciuto l'idrogeno a basse emissioni di carbonio come tecnologia ponte a breve e medio termine”*.

## TRANSIZIONE ENERGETICA

L'Unione europea ha deciso: nucleare e gas naturale sono nella lista green

07 DICEMBRE 2021

- Energia nucleare e gas naturale entreranno nella tassonomia green, la lista delle attività economiche sostenibili, e dunque finanziabili anche con fondi Ue. Dopo giorni di indiscrezioni ha rotto gli indugi il vicepresidente della Commissione europea Valdis Dombrovskis, nella conferenza stampa che ha seguito l'Ecofin di oggi: “L’inserimento di gas e nucleare nella tassonomia è questione che è stata sollevata da vari ministri. Per il mix energetico del futuro abbiamo bisogno di più rinnovabili ma anche di fonti stabili e la Commissione adotterà una tassonomia che copre anche il nucleare e il gas”, ha confermato Dombrovskis, “Stiamo preparando il nuovo atto delegato, non abbiamo una data concreta per la proposta della Commissione ma sarà fatto nel prossimo futuro senza indugi”. Si chiude così con un compromesso un braccio di ferro durato mesi. L’ha certamente spuntata la Francia che, forte dei suoi quasi 60 reattori in attività che coprono oltre il 40% del fabbisogno elettrico nazionale, non voleva rinunciare all’attuale vantaggio competitivo. **Ma il via libera al gas aiuta anche quei paesi che nei decenni scorsi avevano scommesso sul metano come energia fossile “meno sporca” delle altre, a cominciare dall’Italia.** La situazione si è sbloccata quando Parigi stessa aveva suggerito alla Commissione di tenere insieme nucleare e gas. **E fondamentale è stato il via libera della Germania, il cui nuovo governo giallo-rosso-verde si era in un primo momento messo di traverso.** I dettagli della tassonomia non sono ancora noti ma di sicuro conterrà anche **gas e nucleare.**

# Conclusioni



# Idrogeno, il petrolio di domani?



# Conclusioni

*Idrogeno, il petrolio di domani?*

**PROBABILMENTE SIIII**

*Le nuove tecnologie segnano la via verso un futuro decarbonizzato basato sull'Idrogeno. Le azioni necessarie a sostenere la rivoluzione dell'Idrogeno sono già state avviate e ci porteranno ad un nuovo equilibrio tecnologico. Ci vorranno ancora decenni ma il percorso è possibile, sostenibile e probabile.*

*Rimane sempre un dubbio; questa rivoluzione porterà anche ad una redistribuzione delle risorse o sarà ancora un processo a vantaggio di pochi paesi privilegiati? La scienza per questo non ha risposte, le questioni sono in altre mani ...*

Grazie dell'attenzione e...  
alla prossima

