

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia
Managing Director
Quality Engineering srl

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

PAROLE RICORRENTI

cambiamenti climatici

globalizzazione

gas serra

energia rinnovabile

vettore energetico

idrogeno

combustibili fossili

sostenibilità

H₂O

CO₂

nucleare

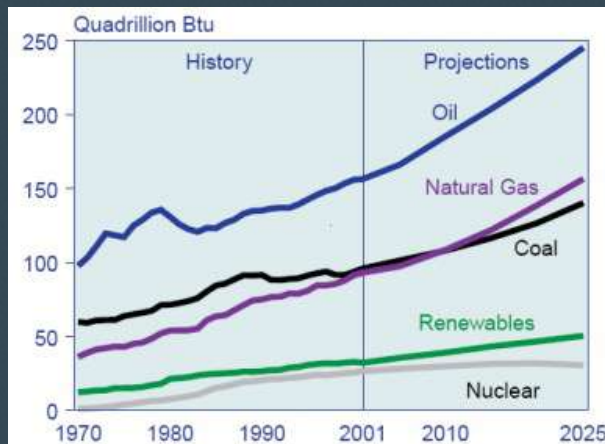
Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

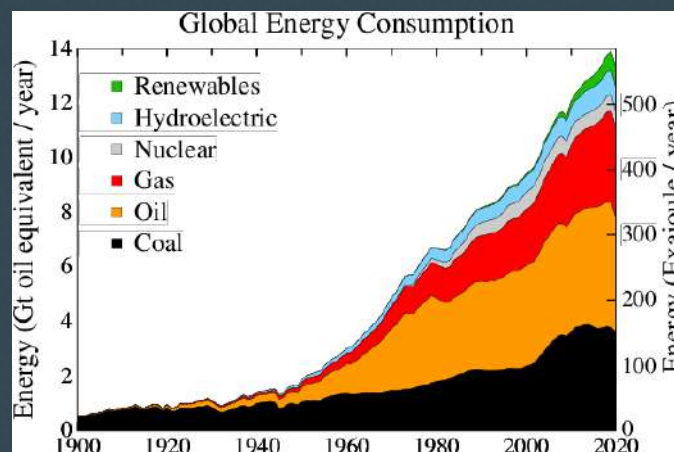
Ing. Alberto Santalucia

DIETRO LE PAROLE

Un modo che l'umanità globalizzata usa per giustificare il crescente fabbisogno procapite di energia da parte di una ridotta percentuale dell'umanità medesima!



Fonte: International Energy Outlook 2004.



Fonte: Columbia University

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

APPROCCIO RISOLUTIVO (1/2)

I **cambiamenti climatici** sono causati dai **gas serra** (in prevalenza **CO₂**), prodotti dalla combustione di **combustibili fossili**, attraverso l'uso di **energie rinnovabili** è possibile ridurre le emissioni di **CO₂**.

Le energie rinnovabili hanno necessità di essere accumulate e trasportate.

L'**idrogeno** rappresenta un competitivo **vettore energetico** e nello stesso tempo un accumulatore di energia chimica.

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

APPROCCIO RISOLUTIVO (2/2)

L'**idrogeno** è la specie chimica maggiormente disponibile in natura ancorché non disponibile come molecola H_2 ma legata ad altre sostanze **C** carbonio, **O** ossigeno, **N** azoto, ecc., bisogna "solo" separarlo e renderlo disponibile come H_2 .

Separarlo dal carbonio o dall'azoto significa liberare CO_2 o NO_x gas serra ...

non rimane che **H_2O** .

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

LA TECNOLOGIA / IL PRODOTTO

- Il problema sembra risolto, la tecnologia prevalente è l'elettrolizzatore in grado di utilizzare anche **energie rinnovabili** per scindere la molecola dell'acqua e produrre due sostanze di valore H_2 e O_2 .
- L'idrogeno così prodotto è definito verde

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

O_2
?

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

COMPROMESSO PER LA VITA

Che cosa rappresenta l' O_2 : è la molecola che “consente la vita” e nello stesso tempo è la molecola che “consuma la vita” è per così dire il compromesso per la vita.

Come una candela accesa tutta la materia organica e soprattutto gli esseri viventi vivono consumando energia dall'ossidazione continua del proprio corpo. Le molecole “ossidate” sono espulse dal corpo nell'ultimo stadio della loro vita diventando CO_2 e H_2O

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

CO_2 e H_2O
?

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

MORTE

CO_2 e H_2O

rappresentano il risultato dopo l'ultimo respiro

sono in pratica molecole morte!

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

IDROGENO VERDE

Per produrre Idrogeno verde è necessario resuscitare la
molecola H_2O

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

STORIE DI RISURREZIONE

Storicamente la rivitalizzazione di qualcosa oramai deceduta necessita alternativamente:

- di un miracolo (es. Lazzaro)
- di una grande concentrazione di energia (es. per gli appassionati del romanzo di Mary Shelley: Frankenstein).

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

ENERGIA ED INTENSITA' (1/4)

- la natura occasionale dei miracoli non garantisce una soluzione oggi percorribile
- unica alternativa è parlare di energia di qualità adeguata all'uso.

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

ENERGIA ED INTENSITA' (2/4)

Reazione	Valore di ΔfG°
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-237,13kJmol
$\frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$	-16.45kJmol
$\text{C}(\text{s,grafite}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-394.36kJmol

La colonna ΔfG rappresenta l'energia prodotta dalle reazioni dirette per mole di composto finale. In modo ideale la reazione inversa è possibile restituendo ai componenti "almeno" la stessa energia.

Esempio nel caso volessi utilizzare dell'energia termica per scindere l'acqua in H_2 ed O_2 dovrei garantire un livello di temperatura intorno ai 4000 K.

Per fortuna è possibile parlare di reazione complessiva (di sintesi) facendo intervenire sostanze di appoggio che riducono i livelli termici rendendo possibile una scalata a gradini ottenendo il risultato in modo si "più semplice" ma ugualmente costoso.

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

ENERGIA ED INTENSITA' (3/4)

Il Sole rende disponibili (in varie declinazioni luce, vento, maree, biomasse, aria a data temperatura, ecc) energie rinnovabili;

L'intensità (mediata nel giorno) al suolo dipende essenzialmente dalla latitudine del posto dove vogliamo catturarla.

A Pescara (Fonte ENEA) si possono catturare fino a 1.505 kWh in un anno per m_2

Un buon pannello fotovoltaico (superficie $1m_2$) inclinato correttamente (fattore incrementale 1.1) con efficienza 0,86 produrrà in un anno 1.424 kWh.

Un impianto tradizionale di 3 GW in grado di lavorare 8000 h/anno occupa una superficie di 100.000 m_2 (10 ettari) quindi la produzione annua per m_2 è 240.000.000 kWh.

Per cui con «soli» 16.854 ettari di fotovoltaico possiamo sostituire la centrale

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

ENERGIA ED INTENSITA' (4/4)

Bruciamo 1 kg di H₂ produrremo $237,13 \times 10^3$ kJ

Convertiamo 1 kg di Uranio in energia: $E=mc^2 = 1 \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 9 \times 10^7 \text{ kJ}$

SOLO 330.000 volte più energia

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

CONSIDERIAMO

Bisogna attribuire un ruolo ambientale all'intensità energetica

Bisogna valutare la differenza tra un tetto fotovoltaico ed un tetto giardino

Bisogna valutare il costo ambientale dei rifiuti (solidi/liquidi/gassosi)

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

RIFIUTI

Quando si parla di gas serra di fatto stiamo parlando di rifiuti gassosi dei processi di produzione di energia.

I rifiuti in generale sono tutte quelle sostanze morte il cui recupero e trattamento non ha un beneficio economico diretto ma è necessario al fine di ridurre impatti sull'ambiente.

Bruciando polverino di carbone si avrebbe per ogni kg di carbone 3,29 kg di CO₂ che in condizioni normali occupano un volume di 1,83 m³

1 kg di scoria nucleare occupa un volume di 0,0000525 m³

Con la CO₂ abbiamo un problema di spazio SOLO 35.000 volte più grande, se rapportato all'energia prodotta SOLO

11.503.000.000 volte più grande

Idrogeno e combustibili verdi. Azioni e sviluppi futuri

Il moto perpetuo dell'idrogeno verde

Ing. Alberto Santalucia

CONCLUSIONI / RIFLESSIONI

L'idrogeno si conferma come il miglior vettore energetico disponibile

Ogni giorno migliaia di persone pensano di aver risolto i problemi energetici formulando una strategia di moto perpetuo.

La migliore strategia è da ricercare nello sviluppo di soluzioni tecnologiche di simbiosi energetica e simbiosi produttiva

Il ruolo delle energie rinnovabili andrebbe sviluppato ma nello stesso tempo «confinato» all'interno dei limiti di un utilizzo razionale ed efficiente delle stesse.

Una maggiore riflessione sugli aspetti ambientali di diffusione delle rinnovabili andrebbe approfondita