



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Accumulo energetico

Una delle sfide che devono essere affrontate per l'affermazione di un'economia dell'idrogeno è quella dell'accumulo di questo gas in modo sicuro, compatto, affidabile e conveniente. Per applicazioni stazionarie i volumi sono meno problematici rispetto alle applicazioni per i trasporti in quanto non ho i vincoli di spazio imposti dal veicolo.

Già nel 1874, Jules Verne aveva capito che i combustibili fossili sono una risorsa limitata e disse che "in futuro bruceremo acqua", ovviamente non acqua tal quale ma scomposta nelle sue componenti fondamentali, ovvero idrogeno e ossigeno. L'idea di produrre idrogeno dall'elettrolisi dell'acqua era un concetto già esistente all'epoca ed è estremamente attuale poiché è possibile combinare la produzione di energia elettrica da rinnovabili con sistemi di elettrolisi per realizzare accumulo energetico in forma chimica. Gli impianti alimentati da fonti rinnovabili, come solare ed eolico, sono intermittenti per natura e non controllabili, pertanto ci saranno momenti in cui la produzione è in eccesso ed altri in cui è in difetto rispetto alle richieste di rete. Nei momenti di eccesso di produzione l'energia elettrica può essere impiegata in un elettrolizzatore per andare a produrre idrogeno e ossigeno ad alta efficienza, immagazzinando così l'energia nei legami chimici dell'idrogeno. Il gas generato può quindi essere riutilizzato nei momenti di deficit energetico come combustibile per alimentare una cella a combustibile e produrre nuovamente energia elettrica.

L'idrogeno può essere accumulato sul posto come gas compresso, in forma liquida o in mezzi di accumulo a stato solido. Dal luogo di produzione, il gas può anche essere immesso nelle infrastrutture di distribuzione del gas naturale esistenti (senza modifiche alla struttura attuale se si rimane sotto una certa percentuale di gas immesso)

Il metodo classico per l'accumulo di idrogeno è in forma compressa in contenitori appositi, a pressioni tra i 350 e i 700 bar (35-70 MPa). Aumentare la pressione porterebbe a sistemi più compatti e densità energetiche maggiori ma la modifica dei contenitori per resistere alle pressioni più elevate appesantisce gli elementi del sistema, un fattore critico per le applicazioni nel settore trasporti.

L'idrogeno può anche essere accumulato in forma liquida in condizioni criogeniche. Sono in sviluppo anche dei sistemi ibridi di compressione e liquefazione per l'accumulo di H₂ a 300 bar e -200°C

Ulteriori metodi innovativi prevedono l'accumulo di idrogeno a stato solido, facendolo legare chimicamente o fisicamente a solidi. L'idrogeno può legarsi in superficie a queste molecole grazie a un principio di adsorbimento fisico o chimico-fisico, in forma monoatomica o molecolare. Nel caso di una classe di materiali detti idrati



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

metallici, l'idrogeno dissocia in forma monoatomica e viene assorbito nel reticolo cristallino dell'idrato. L'adsorbimento libera calore mentre il rilascio di idrogeno necessita di un apporto di energia termica. Gli idrati più promettenti sono quelli che operano l'adsorbimento e il rilascio di idrogeno a basse temperature.

L'idrogeno può anche essere accumulato in grandi quantità in depositi sotterranei come caverne, cave di sale e giacimenti petroliferi esausti.

Negli ultimi venti anni, miliardi di metri cubi di idrogeno sono stati accumulati e trasportati per essere utilizzati in industrie chimiche e aerospaziali. La Germania, gli USA, il Giappone e l'Italia hanno una rete di tubazioni per la distribuzione di idrogeno a scopi industriali.

Collegamenti a risorse aggiuntive				
Accumulo: powerpoint per gli studenti	Accumulo: informazioni extra per gli insegnanti	Accumulo: caso studio di Linde	Accumulo: documento ufficiale Horizon	Kahoot Quiz

Accumulo energetico: video con descrizione

Accumulo – Animazione di un motore a idrogeno – 3.19 – No audio

<https://www.youtube.com/watch?v=LjWCXD4P3XQ>





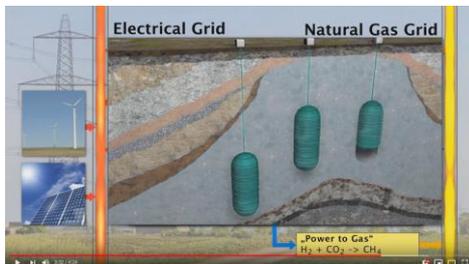
Accumulo – Come accumulare idrogeno in forma solida - idrati metallici – 2.26 – Fr

<https://www.youtube.com/watch?v=G0clQNJoqA0>



Accumulo – Perché dobbiamo accumulare l'idrogeno in eccesso? – 4.24 - Inglese

<https://www.youtube.com/watch?v=c2yraQkMsJs>



Accumulo – Idrogeno e prima legge della termodinamica - 29.44 Inglese con sottotitoli in varie lingue (5.47-7.37 animazione molto esplicativa, poi diverse pubblicità di aziende del settore)

https://youtu.be/Ot_4luMnKcg





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



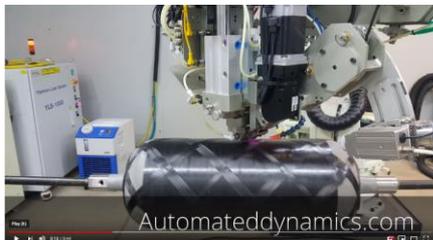
Accumulo – CCUS (cattura e accumulo della CO₂), come funziona– 3.11 – Inglese

<https://youtu.be/HSvWrjviqZM>



Fabbricazione di un contenitore per idrogeno in pressione 0.44 – No audio

<https://youtu.be/Jti0EiQkyfg>



Animazione sull'accumulo energetico - 3.08 - Inglese

https://youtu.be/xPZkjNQAC_g

