

DECARBONIZZARE I TRASPORTI NON POTRÀ FARE A MENO DEGLI E-FUELS

di Tommaso Santarelli

“Possibili scenari nella decarbonizzazione dei trasporti: l’uso dell’idrogeno” è il titolo della tesi di laurea discussa da Tommaso Santarelli presso la Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale (corso di laurea magistrale in Ingegneria Chimica), Università di Roma, La Sapienza. La tesi approfondisce in particolare gli aspetti legati alla produzione e all’utilizzo dell’idrogeno per decarbonizzare i fuels destinati ai diversi comparti del trasporto. Unem ha supportato questo lavoro fornendo dati, scenari ed informazioni tecniche sulle tecnologie abilitanti i low carbon liquid fuels. Di seguito un estratto a cura dell’autore.

La decarbonizzazione si pone come obiettivo principale il raggiungimento al 2050 della neutralità climatica, ovvero un equilibrio fra il consumo e le emissioni di anidride carbonica in atmosfera. Risulta quindi evidente l’importanza del settore dei trasporti, il quale è causa del 25% delle emissioni globali di CO₂, e la necessità di una transizione energetica guidata dall’utilizzo di nuovi vettori energetici quali l’elettricità e i combustibili alternativi. Questa trasformazione è già iniziata, in particolare per il trasporto su strada attraverso l’elettrificazione; tuttavia, solo una parte dell’elettricità ad oggi utilizzata proviene dal rinnovabile, quindi, utile al fine della decarbonizzazione, per via delle difficoltà di produzione e gestione. I vari scenari studiati concordano sul grande impatto dell’elettrificazione che andrà a coprire più del 75% della domanda energetica europea al 2050, ma prevedono anche l’utilizzo di biocombustibili ed e-fuel, ovvero combustibili prodotti

a base di idrogeno e anidride carbonica, ottenuta tramite tecnologie di cattura da fonti concentrate o dall'aria (CCU o CCUS).

Esistono diverse tipologie di idrogeno: l'idrogeno grigio viene prodotto a partire da fonti fossili e copre attualmente il 95% della domanda di idrogeno per via dei bassi costi, ma la produzione causa emissioni di anidride carbonica. Tramite la CCUS si riesce a sequestrare fino al 90% di CO₂ prodotta ed ottenere l'idrogeno blu, con un costo più elevato. L'obiettivo maggiore rimane la produzione di idrogeno verde, ovvero un idrogeno sostenibile prodotto tramite elettrolisi alimentata da energia rinnovabile. L'elettrolisi, o processo "Power-to-Gas", è il processo di scissione dell'acqua: attualmente è presente sul mercato l'elettrolisi alcalina (AEL), ma si stanno studiando anche l'elettrolisi a membrana polimerica (PEM) e ad ossidi solidi (SOEC). Tuttavia, l'idrogeno verde è, al momento, solo al livello teorico poiché limitato dalla ridotta produttività di queste tecnologie e dalle difficoltà legate alla gestione di energia rinnovabile, la quale non è sostituibile altrimenti l'idrogeno perderebbe la sua sostenibilità. Questa energia è caratterizzata da una forte aleatorietà che limita la produzione di idrogeno e la rende fortemente discontinua. Inoltre, l'energia che si ottiene è sotto forma elettrica e l'elettrolisi ne richiede la trasformazione in calore. Infine, la richiesta energetica per produrre l'idrogeno è elevata: l'elettrolisi alcalina richiede 6 kWh/m³ di idrogeno prodotto e ha un'efficienza non oltre il 60%. Ciò comporta elevate perdite di energie e una richiesta di terreni per la produzione di energia superiori rispetto lo scenario di piena elettrificazione, con conseguenze quali maggiori modifiche dei paesaggi e dell'albedo terrestre, per via dei pannelli per la produzione di energia. Per queste ragioni la diffusione dell'idrogeno è prevista arrivare successivamente al 2030, quando il processo di decarbonizzazione sarà arrivato a circa al 60%, e il suo contributo sarà dell'1%, di cui lo 0.8% miscelato a gas naturale.

	AEL	PEM	SOEC
Temperatura [°C]	60-90	50-80	700-1000
Pressione [bar]	1-30	30-80	1
Efficienza [%]	50-60	45-60	75-80
Maturità	In utilizzo	Piccola scala	Studio

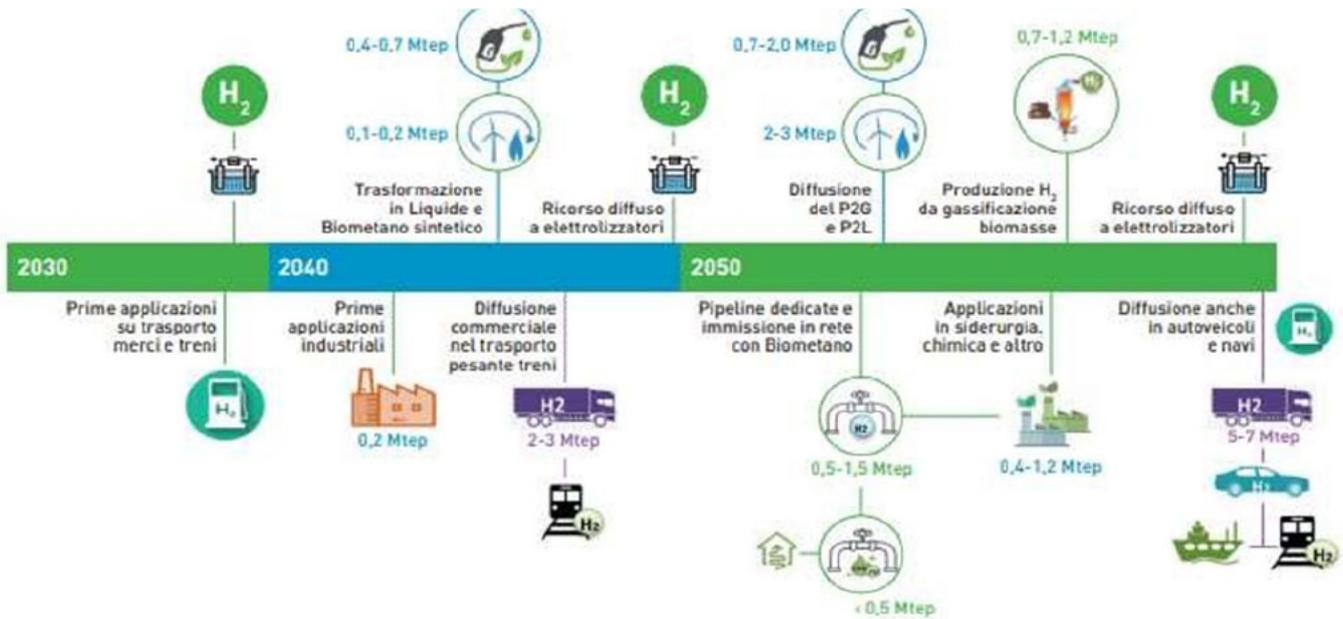
Nonostante i numeri siano bassi, l'apporto dell'idrogeno va visto sul lungo periodo: il suo ruolo sarà importante poiché l'elettrificazione non riuscirà a sostituire tutti i combustibili fossili, e l'idrogeno si rivela utilizzabile sia come vettore per lo stoccaggio di energia rinnovabile, che trasformato in e-fuel. All'aumentare della richiesta di decarbonizzazione risulta necessario avere questo vettore green capace di migliorare l'utilizzazione del rinnovabile ed è possibile, per via del futuro drastico calo del costo degli elettrolizzatori, che renderanno l'idrogeno competitivo fra il 2035 e il 2040. La prima applicazione prevista per l'idrogeno sarà su strada, prevalentemente nel trasporto pesante, ma anche in quello leggero che l'elettrificazione non sarà in grado di coprire interamente, mentre al 2050 prenderà maggiore importanza andando a riguardare anche il trasporto navale. Successivamente al 2030 la diffusione dell'idrogeno aumenterà esponenzialmente per le tecnologie "Power-to-Liquid" (PtL) di produzione di e-fuel, i quali avranno inizialmente una maggiore diffusione rispetto al "Power-to-Gas" per via della loro

somiglianza con i combustibili fossili. La PtL presenta però anche delle difficoltà, su tutte la presenza di un'ulteriore costosa trasformazione con le relative perdite di efficienza. La domanda energetica per l'idrogeno è quindi prevista crescere esponenzialmente al 2050, passando dagli attuali 10 EJ a circa 80 EJ. L'impiego tradizionale resterà invariato, ma la crescita prevista è motivata dalle nuove destinazioni di utilizzo: quasi 10 EJ si prevede vengano impiegati per la gestione dell'energia rinnovabile, lo stoccaggio energetico, il che è un grande ostacolo in questa transizione. Più del doppio sono destinati al settore dei trasporti in cui può essere utilizzato come combustibile all'interno di celle a combustibile o come materia prima per la produzione di e-fuels.

	TRASPORTO LEGGERO	TRASPORTO PESANTE	TRASPORTO NAVALE	TRASPORTO AEREO
E-metano	Possibile	Idoneo	Idoneo	
E-ammoniaca		Possibile	Idoneo	
E-metanolo	Possibile	Possibile	Possibile	
E-DME/E-OME		Idoneo	Idoneo	
E-benzina	Idoneo			
E-diesel	Possibile	Idoneo	Idoneo	
E-Jet				Idoneo

Le tecnologie PtL sono un'applicazione chiave per l'idrogeno in quanto produce

diversi prodotti utilizzabili nei diversi settori. I principali sono gli e-liquid (e-benzina, e-diesel e e-jet), composti di caratteristiche molto simili ai corrispettivi fossili, ma oltre a questi anche altri prodotti hanno le loro funzionalità: l'e-metano risulta efficace nel trasporto pesante e marino, oppure, sempre in ambito navale, si sta anche studiando la possibilità di utilizzo sia di e-metanolo che di e-ammoniaca i quali hanno il vantaggio di richiedere modifiche minime ai motori già esistenti. L'ammoniaca è però un composto pericoloso e di difficile manipolazione, oltre ad avere una densità energetica più bassa di quella degli altri idrocarburi. Si presta ad un utilizzo insieme al metanolo per via delle similitudini nel calore specifico e nel rapporto aria/fuel; inoltre questa miscela è conveniente anche rispetto al metanolo che è caratterizzato da un contenuto di ossigeno troppo elevato per le direttive europee. Sempre per il trasporto navale, ma anche per quello pesante, si possono utilizzare anche il dimetiletere (e-DME) e l'ossimetilenetere (e-OME) che hanno somiglianze con il diesel fossile, ma per via delle loro caratteristiche possono essere utilizzati unicamente in miscela in percentuali ridotte. Le diverse soluzioni, elettrificazione e combustibili alternativi, presentano forti limiti, sarà quindi necessaria la loro cooperazione così da riuscire a coprire il trasporto stradale, navale e aereo. L'utilizzo dell'idrogeno diventerà fondamentale al livello di gestione dell'energia e sostituzione dell'elettrificazione in alcuni ambiti, ma il suo utilizzo è fortemente legato alla diffusione degli elettrolizzatori, è dunque necessario un forte sviluppo tecnologico per rendere la tecnologia accessibile, produttiva ed abbassarne i costi.



“Awards 2021” unem per la migliore tesi in materia di bonifiche



È andato a Claudia Labianca con una tesi dal titolo “In Situ reactive capping per il trattamento di sedimenti marini contaminati da IPA: indagini sperimentali e simulazioni numeriche” il premio “Degree Awards 2021” messo in palio da Unione

Energie per la Mobilità per la migliore tesi di Laurea Magistrale, di Dottorato e di Master su temi collegati alla bonifica di siti contaminati e alla riqualificazione, consegnato in occasione dell'ultima edizione di RemTech Expo. Claudia Labianca è un ingegnere ambientale specializzata in tecnologie di bonifica per siti contaminati e gestione dei rifiuti. Laureata nel 2016 al Politecnico di Bari con lode, nel 2017 ha intrapreso il percorso di dottorato in Rischio, Sviluppo Ambientale, Territoriale ed Edilizio, 33° ciclo. Per la sua tesi di dottorato ha investigato l'efficacia della tecnologia "In Situ Capping" con l'obiettivo di identificare il miglior materiale reattivo per ridurre la propagazione della contaminazione da sedimenti marini contaminati da IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici). Le attività sperimentali, basate su prove batch in colonna a scala di laboratorio, hanno testato due materiali reattivi. Per l'attività sperimentale si è utilizzato sedimenti marini campionati dal Mar Piccolo di Taranto, considerato come caso-studio. Successivamente, durante il periodo di visiting alla Cranfield University in Inghilterra, l'attività di ricerca è proseguita sviluppando un modello predittivo di distribuzione delle concentrazioni nei sedimenti, nel capping e in acqua, tale da valutare l'efficacia a lungo termine della tecnologia.



