

Le potenzialità dell'idrogeno rinnovabile: un “game changer” nello scenario energetico globale

Ambiti di applicazione dell'idrogeno “verde”: verso la neutralità climatica

La combinazione tra gli effetti della crisi energetica innescata dal conflitto tra Russia ed Ucraina e gli impegni assunti dalle maggiori economie mondiali per raggiungere entro i prossimi trent'anni la neutralità carbonica (azzerando le emissioni inquinanti) ha determinato un rinnovato interesse per l'utilizzo dell'idrogeno come vettore della transizione energetica, per implementare con successo il processo di decarbonizzazione.

A partire dagli Accordi di Parigi, le maggiori economie mondiali hanno assunto l'impegno largamente condiviso di ridurre le emissioni di gas serra con l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura entro 1,5 gradi. Nel 2021, a seguito della Conferenza delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico tenutasi a Glasgow (la cosiddetta COP 26), oltre trenta nazioni – compresa la UE – hanno assunto l'impegno di accelerare lo sviluppo e l'impiego dell'idrogeno “rinnovabile” (a zero emissioni) entro il 2030, attraverso l'adozione di strategie nazionali fondate sull'utilizzo di questa fonte energetica (UNFCCC, 2021).

L'idrogeno infatti, appare come una promettente opzione energetica, il cui utilizzo è altamente funzionale per il raggiungimento degli obiettivi di produzione di energia pulita e dell'abbattimento delle emissioni. Nelle sue differenti applicazioni, l'idrogeno può essere utilizzato come materia prima, combustibile, vettore o accumulatore di energia e ha molte possibili applicazioni nei settori dell'industria e dei trasporti. L'idrogeno può essere usato come combustibile, in quanto genera calore senza emettere anidride carbonica: può alimentare le celle a combustibile dei veicoli elettrici (reagisce chimicamente con l'ossigeno producendo elettricità senza emissioni inquinanti e gas serra) o costituire la base per carburanti sintetici (IRENA, 2022a). Come vettore per il trasporto e lo stoccaggio di energie rinnovabili, insieme alle batterie, l'idrogeno è in grado di garantire regolarità nella disponibilità e distribuzione di energia – offrendo quindi una soluzione al problema dell'intermittenza insito nell'utilizzo dell'energia proveniente da fonti rinnovabili - assicurando riserve in caso di variazioni stagionali (grazie allo stoccaggio – ad esempio – nelle miniere di sale, l'idrogeno consente di produrre energia elettrica per coprire il picco di domanda) e collegando i siti di produzione ai centri di domanda più distanti (Commissione Europea, 2020).

Soprattutto, l'idrogeno risulta un'opzione promettente per la sua applicazione in quei settori dove al momento risulta difficile – sia in termini di sostenibilità economica e per questioni tecniche – ridurre le emissioni (*hard-to-abate*) come l'industria pesante e il trasporto sulle lunghe distanze. L'idrogeno infatti può sostituire i combustibili fossili in alcuni processi industriali ad alta intensità di carbonio (ad esempio nella siderurgia o nella chimica) e contribuire alla riduzione delle emissioni inquinanti nell'ambito dei trasporti, in sinergia con l'elettrificazione e l'utilizzo di altri carburanti puliti, ovvero basati sulle rinnovabili.

Nonostante l'idrogeno rappresenti un'opzione strategica per la diversificazione del mix energetico globale e per la riduzione delle emissioni, occorre evidenziare una sostanziale differenza tra le diverse forme di idrogeno esistenti ed utilizzate, in quanto solo l'idrogeno rinnovabile – prodotto attraverso l'elettrolisi dell'acqua in un elettrolizzatore alimentato ad energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili, oppure mediante *reforming* di biogas (anziché di gas naturale) – appare perfettamente funzionale al raggiungimento degli obiettivi della neutralità climatica e della decarbonizzazione. Questo idrogeno ad emissioni zero viene chiamato idrogeno “verde” per distinguerlo dall'idrogeno di origine fossile o “grigio” – prodotto attraverso vari processi le cui materie prime sono combustibili fossili, in particolare il *reforming* del gas naturale o la gassificazione del

carbone – e dall'idrogeno "blu", prodotto tramite una tecnologia che consente la cattura e lo stoccaggio del carbonio e dei gas serra (*Carbon Capture and Storage, CCS*) emessi durante il processo di produzione.

Attualmente, il 95% dell'idrogeno prodotto è di origine fossile (grigio), ma lo sviluppo tecnologico e le esigenze di decarbonizzazione aumenteranno notevolmente la quota dell'idrogeno blu e soprattutto verde, in quanto la tecnologia CCS garantisce la cattura del gas serra al 90%, non permettendo quindi il raggiungimento di una completa neutralità climatica: inoltre – essendo basato sul gas – la produzione di idrogeno blu presenta le stesse vulnerabilità del mercato del gas naturale, ovvero la dipendenza dalle importazioni della materia prima e dalla regolarità degli approvvigionamenti, la volatilità dei mercati.

In quest'ottica, l'idrogeno verde si configura come un elemento fondamentale per rafforzare la sicurezza energetica delle nazioni, in quanto potenzialmente tutti gli Stati hanno accesso (ovviamente in misura variabile) a qualche fonte rinnovabile (specialmente solare ed eolico) e potrebbero dunque ridurre la dipendenza dalle importazioni dall'estero con una produzione endogena di energia pulita, oltre a stabilizzare i prezzi e rafforzare la flessibilità e la resilienza del sistema energetico attraverso la diversificazione (IRENA, 2022a). I costi di produzione rappresentano oggi uno dei maggiori ostacoli nella diffusione di questa opzione energetica, in quanto né l'idrogeno rinnovabile né quello a basse emissioni di carbonio, sono competitivi rispetto all'idrogeno di origine fossile.

Si prevede quindi una prima fase nella quale verranno impiegate altre forme di idrogeno a basse emissioni di carbonio (grigio e blu), per ridurre rapidamente le emissioni della produzione esistente e per sostenere la futura diffusione dell'idrogeno rinnovabile. In una seconda fase (2030-2050), gli sviluppi tecnologici e la riduzione dei costi di produzione dell'elettricità derivante da fonti rinnovabili consentiranno un crescente utilizzo ed applicazione dell'idrogeno rinnovabile. Secondo l'*International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2022b), nello scenario in cui si riuscisse a contenere l'innalzamento della temperatura ad 1,5 gradi entro il 2050 l'idrogeno pulito coprirebbe il 10% dei consumi energetici finali, in larga parte prodotto con rinnovabili. Secondo lo scenario *Net Zero* elaborato dall'*International Energy Agency* (2021), il consumo di idrogeno dovrebbe aumentare dalle 87 milioni di tonnellate (Mt/yr) nel 2020, alle 528 Mt/yr nel 2050, 68% dei quali prodotti via elettrolisi e il 32% grazie a combustibili fossili. Circa l'85% dell'idrogeno prodotto viene consumato localmente: la Cina è il maggiore produttore mondiale e principale consumatore di idrogeno – ne produce 24 Mt/yr, che rappresentano circa 1/3 della produzione globale – seguita da Stati Uniti (11,3 Mt/yr) e India (7 milioni di tonnellate Mt/yr).

Per promuovere l'utilizzo dell'idrogeno come opzione energetica a livello globale, componente essenziale del mix energetico delle maggiori economie mondiali e nel processo di decarbonizzazione, si rende necessario il passaggio da una dimensione locale-regionale ad una internazionale, trovando il modo di trasportare l'idrogeno sui mercati collegando le aree di produzione con i centri di consumo.

Inizialmente, appositi elettrodotti o gasdotti riconvertiti ed adattati al trasporto di idrogeno saranno i principali vettori, ma non saranno sicuramente funzionali per il trasporto su lunga distanza, dove prevarrà il trasporto per via marittima dell'idrogeno trasformato dallo stato gassoso a quello liquido (processo per certi versi analogo a quello del gas naturale e del processo di liquefazione per il trasporto e successiva rigassificazione): ad oggi, la trasformazione dell'idrogeno in ammoniaca costituisce una delle modalità più promettenti per il trasporto. Secondo IRENA (2022a) entro il 2050 circa 1/3 dell'idrogeno verde verrà commercializzato nei mercati internazionali: il 50% attraverso gasdotti riadattati, mentre il restante 50% per via marittima sotto forma di ammoniaca.

Il maggiore utilizzo dell'idrogeno è destinato a cambiare la geografia del commercio energetico, una sorta di *game changer* che influirà sulle relazioni geopolitiche. Se consideriamo che per la produzione di idrogeno verde sono necessari tre elementi (disponibilità di fonti rinnovabili a

costi contenuti; disponibilità di acqua; potenziale infrastrutturale per la produzione, distribuzione interna ed esportazione), la combinazione di questi fattori farà emergere nuove nazioni *supplier* di idrogeno rinnovabile (Australia, Marocco, Namibia, Cile, Spagna), altre che raggiungeranno un'autosufficienza (produrranno abbastanza per soddisfare la domanda interna) come Cina e Stati Uniti, ed altre come l'Unione Europea e il Giappone che saranno costrette ad importare idrogeno per integrare la produzione nazionale (De Blasio and Pflugmann 2020). Indubbiamente, in una prima fase le nazioni che detengono importanti riserve di gas naturale come Emirati Arabi Uniti, Australia, Oman, Arabia Saudita saranno avvantaggiate nel produrre idrogeno blu, che poi dovrebbe essere progressivamente rimpiazzato da quello prodotto con fonti rinnovabili.

Idrogeno verde e transizione climatica, le sfide per l'Unione Europea

La Commissione Europea ha da tempo individuato nell'idrogeno un elemento chiave ed imprescindibile per realizzare l'obiettivo della neutralità carbonica entro il 2050. Con il *Green Deal*, la Commissione ha stabilito una *roadmap* per ridurre le emissioni di gas serra, promuovendo una serie di iniziative per raggiungere questo obiettivo: l'adozione della Strategia per l'idrogeno nel luglio 2020 risponde a questa esigenza, proponendosi di incrementare la produzione interna ed il crescente utilizzo dell'idrogeno (ed in generale delle fonti rinnovabili) nel mix energetico europeo¹. L'idrogeno rinnovabile si presenta come un'opzione efficiente anche per procedere alla decarbonizzazione di quei settori industriali (siderurgia, cemento) e di trasporto (al quale viene imputato il 27 % circa delle emissioni totali di gas a effetto serra prodotte nell'UE) sia marittimo che su lunga distanza, per i quali la domanda di energia non può essere soddisfatta pienamente con l'elettrificazione, per ragioni di convenienza economica e per questioni tecniche (Rivista Energia, 2022; Parlamento Europeo, 2021).

Attualmente però il ruolo dell'idrogeno è ancora marginale in quanto rappresenta circa il 2% del mix energetico dell'UE: inoltre, il 95% di questo idrogeno è prodotto utilizzando combustibili fossili, il che implica l'emissione di 70-100 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno (Parlamento Europeo, 2021). Tuttavia, grazie allo sviluppo tecnologico e alla progressiva riduzione dei costi di produzione, la Commissione Europea (2018) prevede una crescita significativa della quota dell'idrogeno nel mix energetico europeo dal 2% sino al 13-14% entro il 2050, anche se nel medio termine si renderà necessario integrare la nascente produzione di idrogeno rinnovabile con idrogeno di origine fossile (prodotto con tecnologia CCS).

La strategia europea sull'idrogeno (2020) si propone di agire in sinergia con le iniziative nazionali poste in essere dagli Stati, anche attraverso l'Alleanza europea per l'idrogeno pulito, una piattaforma di collaborazione che include autorità pubbliche, industria e società civile. Entro il 2030 la UE intende installare una potenza elettrolitica (per la produzione di idrogeno rinnovabile) pari a 40 GW, mentre entro il 2050 saranno necessari investimenti tra i 180 e i 470 miliardi di euro per lo sviluppo dell'idrogeno verde, stime che comprendono sia gli investimenti per gli elettrolizzatori da costruire entro il 2030 (da 24 a 32 miliardi di euro) e sia quelli necessari per incrementare la capacità di produzione di energia solare ed eolica fino a 80-120 GW (220-340 miliardi di euro).

La strategia europea prevede uno sviluppo graduale attraverso tre fasi. Nella prima fase (dal 2020 al 2024), la UE vorrebbe installare almeno 6 GW di elettrolizzatori e produrre fino a 1 Mt/yr di idrogeno rinnovabile. L'obiettivo è di decarbonizzare la produzione esistente (ad esempio nel settore chimico) e promuovere l'utilizzo dell'idrogeno in altri settori. Nella seconda fase, tra il 2025 e il 2030, l'obiettivo strategico è di installare almeno 40 GW di elettrolizzatori e produrre fino a 10 Mt/yr di idrogeno rinnovabile, in modo da rendere l'idrogeno verde una componente fondamentale del sistema energetico integrato europeo, utilizzato progressivamente in tutti i settori industriali e di trasporto, compresi quelli *hard-to-abate*. La diffusione dell'idrogeno implicherà poi la nascita delle

¹ Nel Luglio 2021 la Commissione ha rivisto i suoi obiettivi, proponendosi di ridurre del 55% le emissioni inquinanti entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990.

cosiddette “valli dell'idrogeno”, una sorta di ecosistemi regionali all'interno dei quali l'idrogeno rinnovabile prodotto verrà trasportato per soddisfare la domanda locale. Si renderanno quindi necessari degli interventi per la creazione di una rete infrastrutturale paneuropea di trasporto e distribuzione energetica, anche attraverso la riconversione e il riadattamento della rete di gasdotti esistenti, connessi soprattutto con le nazioni potenzialmente produttrici del Nordafrica e del Mediterraneo orientale. Nella terza fase, dal 2030 al 2050, l'idrogeno rinnovabile dovrebbe trovare applicazione su larga scala, anche nei settori difficili da decarbonizzare. Occorre tuttavia evidenziare che uno scenario di questo tipo implica l'aumento sostanziale della produzione di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, in quanto si prevede che il 25% di essa verrà utilizzata nel processo di produzione dell'idrogeno verde (Commissione Europea, 2020).

Ovviamente, la crisi energetica innescatasi a seguito del conflitto russo-ucraino ha spinto l'Unione Europea ad accelerare i piani per raggiungere l'obiettivo della transizione energetica, puntando in particolare sullo sviluppo dell'idrogeno verde. Con l'adozione del Piano REPowerEU a maggio 2022, la Commissione Europea intende perseguire obiettivi ancora più ambiziosi rispetto alla strategia dell'idrogeno 2020, attraverso l'utilizzo dell'idrogeno rinnovabile come vettore energetico per compensare la progressiva rinuncia all'importazione di idrocarburi dalla Russia. REPowerEU prevede che entro il 2030 verranno prodotte 10 Mt/yr di idrogeno rinnovabile all'interno della UE, mentre 10 Mt/yr di idrogeno rinnovabile verranno importate dall'estero: complessivamente, si tratta di 14 milioni di tonnellate aggiuntive di idrogeno verde rispetto all'obiettivo delle 5,6 Mt/yr prospettate nel Pacchetto *Fit for 55* nel 2021 (European Commission, 2022a). Secondo la Commissione Europea (2022b), la disponibilità di 14 Mt/yr supplementari di idrogeno (10 delle quali importate e 4 di produzione interna aggiuntiva) consentiranno di implementare il processo di transizione, in quanto destinando 8 Mt/yr alla sostituzione del gas naturale sarà possibile ridurre il consumo di gas di 27 miliardi di metri cubi².

La distribuzione della produzione comunitaria tra i vari Stati e delle importazioni provenienti dall'estero richiede la realizzazione di infrastrutture di trasporto capaci di convogliare 20 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile entro il 2030 (con investimenti stimati in 28-38 miliardi di euro per i gasdotti all'interno dell'UE e 6-11 miliardi di euro per lo stoccaggio). Con l'obiettivo di facilitare l'importazione fino a 10 Mt/yr di idrogeno rinnovabile, la Commissione sosterrà lo sviluppo di tre grandi corridoi di importazione: attraverso il Mediterraneo, attraverso l'area del Mare del Nord e, non appena le condizioni lo consentiranno, con l'Ucraina (European Commission 2022a).

I piani della UE di importare idrogeno rinnovabile certificano l'inalterata condizione di vulnerabilità della sicurezza energetica europea: infatti, sebbene gli stati membri della UE saranno capaci di sviluppare una produzione comunitaria di idrogeno verde – grazie ad un potenziale variabile di eolico e solare – questa non sarà tuttavia sufficiente a soddisfare la domanda, rendendo necessaria l'importazione di idrogeno dall'estero, riproponendo in sostanza l'attuale scenario di vulnerabilità legato alla dipendenza dalle importazioni e alla regolarità degli approvvigionamenti. Attualmente, la domanda UE di idrogeno si attesta intorno ai 7,8 Mt/yr, corrispondenti a circa il 10% della domanda globale: la Germania ed i Paesi Bassi sono i maggiori consumatori, rappresentando oltre un terzo della domanda UE. Secondo alcune proiezioni, nel 2050 la domanda europea di idrogeno potrebbe decuplicare, ma tra gli Stati europei solo la Spagna detiene il potenziale per diventare un esportatore regionale (De Blasio e Jimenez, 2021). Il grado di dipendenza dalle importazioni varierà a seconda degli sforzi e degli investimenti europei per incrementare la produzione interna: Marocco, Algeria e Norvegia saranno i principali fornitori di idrogeno rinnovabile per la UE in ambito regionale-mediterraneo, ma la necessità (analoga a quella attuale) di procedere

² Nel *Staff Working Document* che completa il REPowerEU, la Commissione prevede delle misure (*hydrogen accelerator*) che aumenteranno l'utilizzo dell'idrogeno rinnovabile per accelerare la transizione energetica ed il processo di decarbonizzazione.

ad una diversificazione geografica delle importazioni spingerà la UE a rivolgersi ai produttori statunitensi ed australiani, con costi di trasporto elevati.

Prospettive per lo sviluppo dell'idrogeno in Italia

Anche l'Italia guarda all'idrogeno come vettore energetico importante per realizzare il processo di decarbonizzazione e di transizione climatica, verso un sistema energetico senza emissioni inquinanti. Nonostante il nostro Paese non abbia ancora elaborato una specifica strategia nazionale, nel 2020 sono state pubblicate delle linee guida per una strategia per l'idrogeno, che mirano a raggiungere un ambizioso obiettivo, ovvero che l'idrogeno copra il 2% del consumo energetico finale entro il 2020 (700 mila tonnellate all'anno) e il 20% entro il 2050, con una spesa complessiva nel decennio 2020-2030 pari a oltre 10 miliardi di euro per la produzione, creazione di infrastrutture di distribuzione e incremento produzione rinnovabili (Ministero dello Sviluppo Economico, 2021). Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ha previsto un'apposita linea d'intervento per lo sviluppo dell'idrogeno, con una dotazione finanziaria di circa 3,19 miliardi di euro, ipotizzando un suo impiego per la decarbonizzazione dei settori industriali *hard-to-abate* e nei trasporti sulle lunghe distanze (Salerno 2021).

In considerazione della necessità di adeguarsi agli obiettivi climatici assunti in ambito UE e per il notevole potenziale di energia rinnovabile esistente (solare ed eolico in primis), l'Italia deve propendere allo sviluppo dell'idrogeno verde, ad emissioni zero, la cui produzione tuttavia necessita di una grande disponibilità di energia elettrica pulita (prodotta da fonti rinnovabili) a costi contenuti come preconditione per una sua diffusione su larga scala. L'Italia è al momento al secondo posto in Europa (dietro la Germania) per produzione di energia rinnovabile: per supportare la prevista domanda di idrogeno rinnovabile nel 2030 (che potrebbe oscillare tra 113mila e 570 mila tonnellate) sarà necessario aumentare la capacità di produzione di solare ed eolico - tra i 4,1 GW e 21 GW – dedicata a questo tipo di produzione, con l'implementazione di progetti ed applicazioni concrete attraverso massicci investimenti (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020).

La tecnologia CCS rappresenta un'altra opzione per la produzione dell'idrogeno, anche se non appare conveniente in relazione allo scenario energetico nazionale: considerata l'elevata dipendenza dalle importazioni di gas naturale e l'elevato consumo interno, l'utilizzo di questa opzione richiederebbe approvvigionamenti aggiuntivi di gas per la produzione di idrogeno blu, rafforzando la condizione di dipendenza dalle importazioni. Ciononostante, riguardo alla tecnologia di cattura del carbone la compagnia energetica nazionale ENI è impegnata nello sviluppo di un hub CCS a Ravenna, considerato importante per la creazione di una filiera nazionale e per il contributo alla transizione energetica, ed è coinvolta in un promettente partenariato con il fondo Mubadala degli Emirati Arabi Uniti per cooperare nella produzione e negli ambiti di applicazioni dell'idrogeno blu (Giuli, 2022; Eni, 2021).

La strategica posizione geografica connota l'Italia come hub potenziale per la dorsale a idrogeno (European Hydrogen Backbone, 2022), la rete infrastrutturale paneuropea concepita per incentivare l'utilizzo dell'idrogeno nel mix energetico, in quanto punto d'approdo di due gasdotti esistenti ed operanti (Transmed dall'Algeria e Greenstream dalla Libia) che dovrebbero essere riadattati per il trasporto dell'idrogeno prodotto dalle Nazioni della sponda sud del Mediterraneo, per soddisfare la domanda italiana ed europea. Analogamente all'attuale scenario energetico fondato sugli idrocarburi, le nazioni nordafricane saranno partner principali della UE nello sviluppo del mercato dell'idrogeno, in quanto dispongono di ingenti riserve di gas naturale e di un enorme potenziale di energia solare ed eolica capace di alimentare una notevole produzione di idrogeno blu e idrogeno verde: inoltre, beneficiano di costi molto bassi per la produzione di energia da fonti rinnovabili (precondizione per lo sviluppo di una consistente produzione di idrogeno) e di infrastrutture di trasporto verso i mercati europei già operanti o in fase progettuale (Giuli, 2022; Escribano, 2021).

Nel nostro paese sono in fase di sviluppo diverse iniziative e progetti incentrati sull'idrogeno: la compagnia energetica SNAM si è concentrata sulla possibilità di trasportare nei gasdotti esistenti dei volumi di idrogeno miscelati al gas naturale, sino al 10%. SNAM stima che in questo modo sia possibile trasportare annualmente 7 miliardi di metri cubi, il che corrisponde al consumo medio di circa 3 milioni di famiglie con una riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a 5 Mt (SNAM, 2022). Nell'ambito del trasporto marittimo, la Fincantieri sta sviluppando dei progetti per la costruzione di 50 tra navi cargo e traghetti per trasporto passeggeri alimentate ad idrogeno e per lo sviluppo delle relative infrastrutture portuali, come depositi di stoccaggio e terminal di rifornimento. Per quanto concerne il trasporto ferroviario, l'iniziativa lanciata da Ferrovie Nord Milano (FNM) in Valcamonica (progetto H2iseO) prevede l'utilizzo di 14 treni alimentati ad idrogeno da impiegare nella linea non elettrificata Brescia-Iseo-Edolo con l'obiettivo nei prossimi anni di sostituire l'intera flotta *diesel* con locomotive alimentate dal nuovo vettore. Per promuovere l'utilizzo dell'idrogeno verde nel nostro paese, appare importante l'iniziativa Hydrogen Valley Valcamonica (all'interno della quale cooperano le maggiori compagnie energetiche italiane come Eni, A2a, Enel Green Power, Sapio e Snam) e la futura realizzazione di un impianto di idrogeno verde a Cagliari ad opera dell'Italgas (Salerno 2021). Per quanto concerne la produzione industriale, enormi aspettative sono riposte sull'esperimento di utilizzare una miscela di gas e idrogeno al 30% nella lavorazione dell'acciaio, condotta da RINA e Snam in collaborazione con il gruppo siderurgico GIVA (SNAM 2021).

Conclusioni

Da questa analisi emerge come l'idrogeno possa potenzialmente rappresentare un "*game changer*" in ambito energetico, come vettore per la realizzazione della transizione climatica, capace di aumentare la disponibilità di energia pulita per i singoli Stati, in modo che possano soddisfare – in misura variabile – la propria domanda interna e ridurre il peso delle importazioni energetiche. Parallelamente, si è riscontrato che la possibilità dell'idrogeno di affermarsi come opzione energetica su larga scala è intimamente legata alla combinazione di diversi fattori, sulla realizzazione dei quali permangono forti incertezze.

In primis, lo sviluppo dell'idrogeno rinnovabile richiede ingenti investimenti per la produzione e per il trasporto verso i mercati di consumo, che devono essere pianificati all'interno di strategie e politiche nazionali ben definite ed innovative, espressione di una concreta volontà politica di procedere in questo percorso per raggiungere la transizione climatica.

Per quanto riguarda l'Unione Europea, l'idrogeno sicuramente contribuirà al rafforzamento della sicurezza energetica, in quanto la produzione interna permetterà di compensare parzialmente la riduzione delle importazioni di idrocarburi dalla Russia.

Permangono tuttavia delle profonde incertezze sui tempi e sui costi di realizzazione della dorsale paneuropea dell'idrogeno, ovvero di quelle infrastrutture di distribuzione che consentiranno di soddisfare la domanda energetica dei diversi Stati europei. Inoltre, la prospettata produzione interna di idrogeno rinnovabile non sarà sufficiente a soddisfare la domanda interna, rendendo necessario il ricorso alle importazioni, riproducendo uno scenario di dipendenza e vulnerabilità che per certi versi ricalca la situazione attuale.

L'idrogeno rinnovabile rappresenta un'ottima opportunità anche per l'Italia, consentendole di diversificare il mix energetico nazionale: inoltre, grazie alla posizione geografica tra Europa e sponda sud del Mediterraneo (dove sono presenti i maggiori potenziali produttori ed esportatori di idrogeno verde) il nostro Paese potrà beneficiare del ruolo di hub energetico dell'idrogeno, con positive implicazioni di natura geopolitica e strategica. In ambito nazionale, occorrerà agire sul piano normativo per accelerare la creazione di nuovi impianti destinati alla produzione di energia rinnovabile ed elettricità pulita, fondamentali per supportare la catena di produzione dell'idrogeno verde.

Bibliografia

- Commissione Europea (2018). Un pianeta pulito per tutti. Visione strategica europea a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra. COM/2018/773final. Testo disponibile al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0773> (consultato il 26 Luglio 2022)
- Commissione Europea (2020). Una strategia per l'idrogeno per un'Europa climaticamente neutra. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM(2020) 301 final. Bruxelles, 8 Luglio 2020. Testo disponibile al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN> (consultato il 25 Luglio 2022)
- De Blasio, N. Jimenez A.N. (2021). L'UE ad un bivio: il momento delle scelte per l'idrogeno verde. ISPI Commentary, 29 ottobre 2021. Testo disponibile al sito: <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/lue-ad-un-bivio-il-momento-delle-scelte-jidrogeno-verde-32132#:~:text=Nel%20luglio%202020%2C%20coerentemente%2C%20I,settori%20energetici%20entro%20il%202050> (consultato il 25 Luglio 2022).
- De Blasio, N., Pflugmann F. (2020). Geopolitical and Market Implications of Renewable Hydrogen: New Dependencies in a Low-Carbon Energy World. Harvard Kennedy School Belfer Center for Science and International Affairs, March 2020. Testo disponibile al sito: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/Geopolitical%20and%20Market%20Implications%20of%20Renewable%20Hydrogen.pdf> (consultato il 25 Luglio 2022)
- Eni (2021). Eni: progetto di cattura e stoccaggio della CO2 di Ravenna contributo importante alla transizione energetica. 16 Luglio 2021. Testo disponibile al sito: <https://www.eni.com/it-IT/media/news/2021/07/eni-progetto-cattura-stoccaggio-ravenna.html> (consultato il 26 Luglio 2022)
- Escribano G. (2021). H2 Med: Hydrogen's Geo-Economic and Geopolitical Drivers and Barriers in the Mediterranean. Elcano Policy Papers, May 2021. Testo disponibile al sito: <https://www.realinstitutoelcano.org/en/policy-paper/borrador-automaticoh2-med-hydrogens-geo-economic-and-geopolitical-drivers-and-barriers-in-the-mediterranean> (consultato il 26 Luglio 2022)
- European Commission (2022a). REPowerEU Plan. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2022) 230 final. Brussels, May 18, 2022. Testo disponibile al sito: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (consultato il 25 Luglio 2022)
- European Commission (2022b). REPowerEU Plan. Annexes. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2022) 230 final Brussels, May 18, 2022. Testo disponibile al sito: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF (consultato il 25 Luglio 2022)
- European Hydrogen Backbone (2022). A European Hydrogen infrastructure vision covering 28 countries. April 2022. Testo disponibile al sito: <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf> (consultato il 28 Luglio 2022)
- Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (2020). Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy and Climate Plans – Italy. August 2020. Testo disponibile al sito: <https://www.fch.europa.eu/node/3135> (consultato il 26 Luglio 2022)
- Giuli M. (2022). Italy in the International Hydrogen Economy. IAI Papers. Institute of International Affairs. Testo disponibile al sito: <https://www.iai.it/en/pubblicazioni/italy-international-hydrogen-economy> (consultato il 25 Luglio 2022)

- International Energy Agency (2021). Net Zero by 2050. A Roadmap for the Energy Sector, Revised version (4th revision), October 2021. Testo disponibile al sito: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (consultato il 26 Luglio 2022)
- IRENA (2022a). Geopolitics of the Energy Transformation The Hydrogen Factor. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi. Testo disponibile al sito: <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen> (consultato il 24 Luglio 2022)
- IRENA (2022b). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi. Testo disponibile al sito: <https://irena.org/publications/2022/mar/world-energy-transitions-outlook-2022> (consultato il 25 Luglio 2022).
- Liga A. (2021). Transizione green: le ambizioni del Marocco. ISPI Commentary, 21 Agosto 2021. Testo disponibile al sito: <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/transizione-green-le-ambizioni-del-marocco-31349>(consultato il 25 Luglio 2022)
- Ministero dello Sviluppo Economico (2020). Strategia nazionale idrogeno. Linee guida preliminari, 2020. Testo disponibile al sito: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_Idrogeno_Linee_guida_preliminari_nov20.pdf (consultato il 26 Luglio 2022)
- Parlamento Europeo (2021). Risoluzione del Parlamento europeo del 19 maggio 2021 su una strategia europea per
- L'idrogeno(2020/2242(INI)). Testo disponibile al sito: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-05-19_IT.html#sdocta6 (consultato il 25 Luglio 2022)
- Rivista Energia (2022). Il (condivisibile) punto di partenza della strategia sull'idrogeno UE. Rivista Energia. 3 Giugno 2022. Testo disponibile al sito: [https://www.rivistaenergia.it/2022/06/il-condivisibile-punto-di-partenza-della-strategia-sullidrogeno-ue/#:~:text=Il%20\(condivisibile\)%20punto%20di%20partenza%20della%20strategia%20sull'idrogeno%20UE,-di%20Redazione&text=Nel%202020%20la%20Commissione%20europea,integrazione%20di%20sistemi%20energetici%20decarbonizzati](https://www.rivistaenergia.it/2022/06/il-condivisibile-punto-di-partenza-della-strategia-sullidrogeno-ue/#:~:text=Il%20(condivisibile)%20punto%20di%20partenza%20della%20strategia%20sull'idrogeno%20UE,-di%20Redazione&text=Nel%202020%20la%20Commissione%20europea,integrazione%20di%20sistemi%20energetici%20decarbonizzati)(consultato il 25 Luglio 2022).
- Salerno D. (2021). L'Italia dell'idrogeno, ecco le principali iniziative attive nella penisola. RIE Energia Staffetta Online. 19 Ottobre 2021. Testo disponibile al sito: <https://rienergia.staffettaonline.com/articolo/34858/L%E2%80%99Italia+dell%E2%80%99idrogeno,+ecco+le+principali+iniziative+attive+nella+penisola/Salerno> (consultato il 25 Luglio 2022)
- SNAM (2021). SNAM, RINA e gruppo GIVA: effettuato primo test al mondo con un mix di gas naturale e idrogeno al 30% nella lavorazione dell'acciaio. 19 Maggio 2021. Testo disponibile al sito: https://www.snam.it/it/media/comunicati-stampa/2021/Snam_RINA_Gruppo_GIVA_primo_test_al_mondo_mix_gas_naturale_idrogeno_acciaio.html (consultato il 26 Luglio 2022)
- SNAM (2022). SNAM e l'idrogeno. Testo disponibile al sito: https://www.snam.it/it/transizione_energetica/idrogeno/snam_e_idrogeno/#:~:text=particolare%20gli%20elettrolizzatori,-Sperimentazioni,nella%20propria%20rete%20di%20trasmissione.(consultato il 26 Luglio 2022)
- UNFCCC (2021). COP26 world leaders summit- statement on the breakthrough agenda. UN Climate Change
- Conference UK 2021, United Nations Framework Convention on Climate Change. Testo disponibile al sito: <https://ukcop26.org/cop26-world-leaders-summit-statement-on-the-breakthrough-agenda/> (consultato il 26 Luglio 2022)