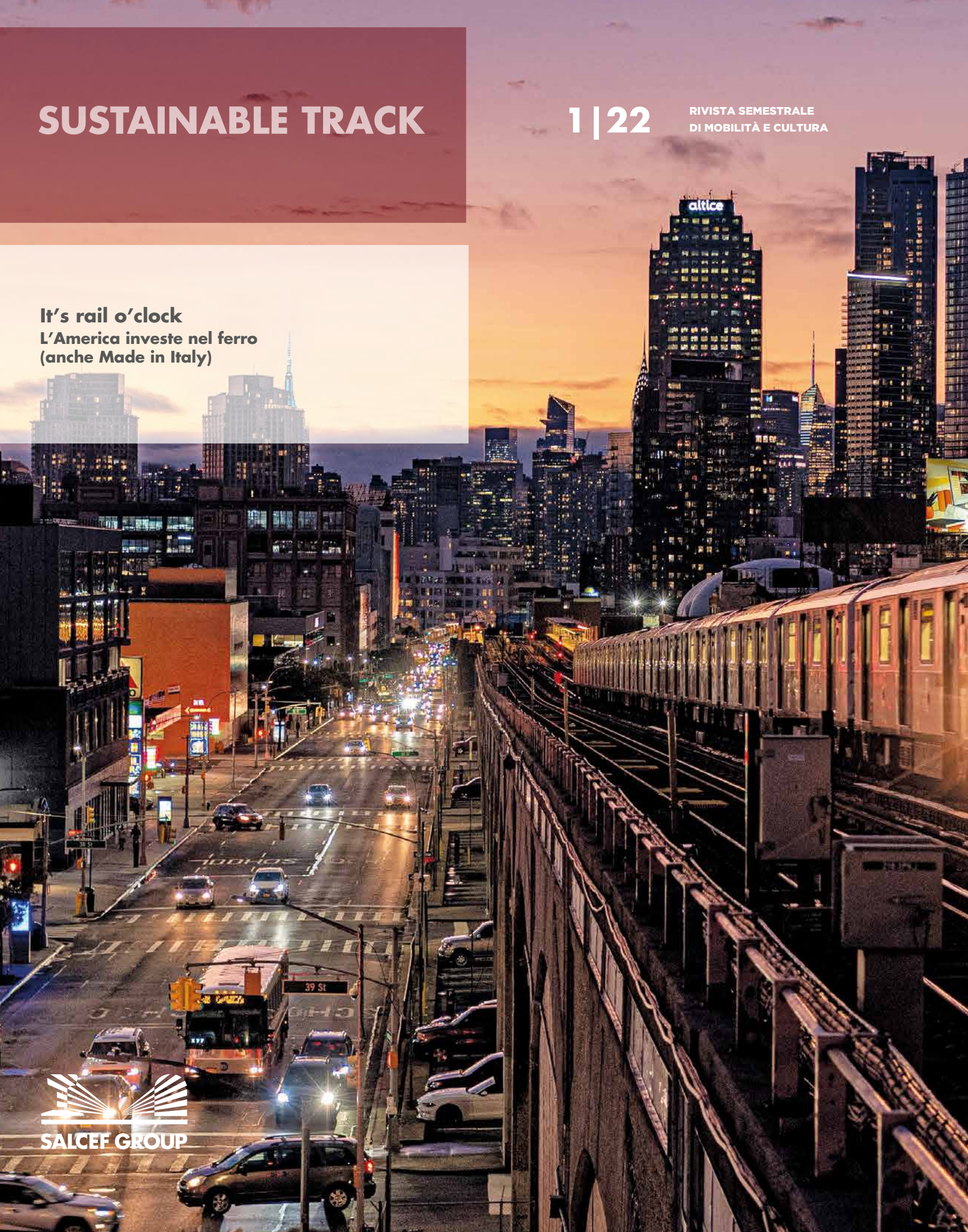
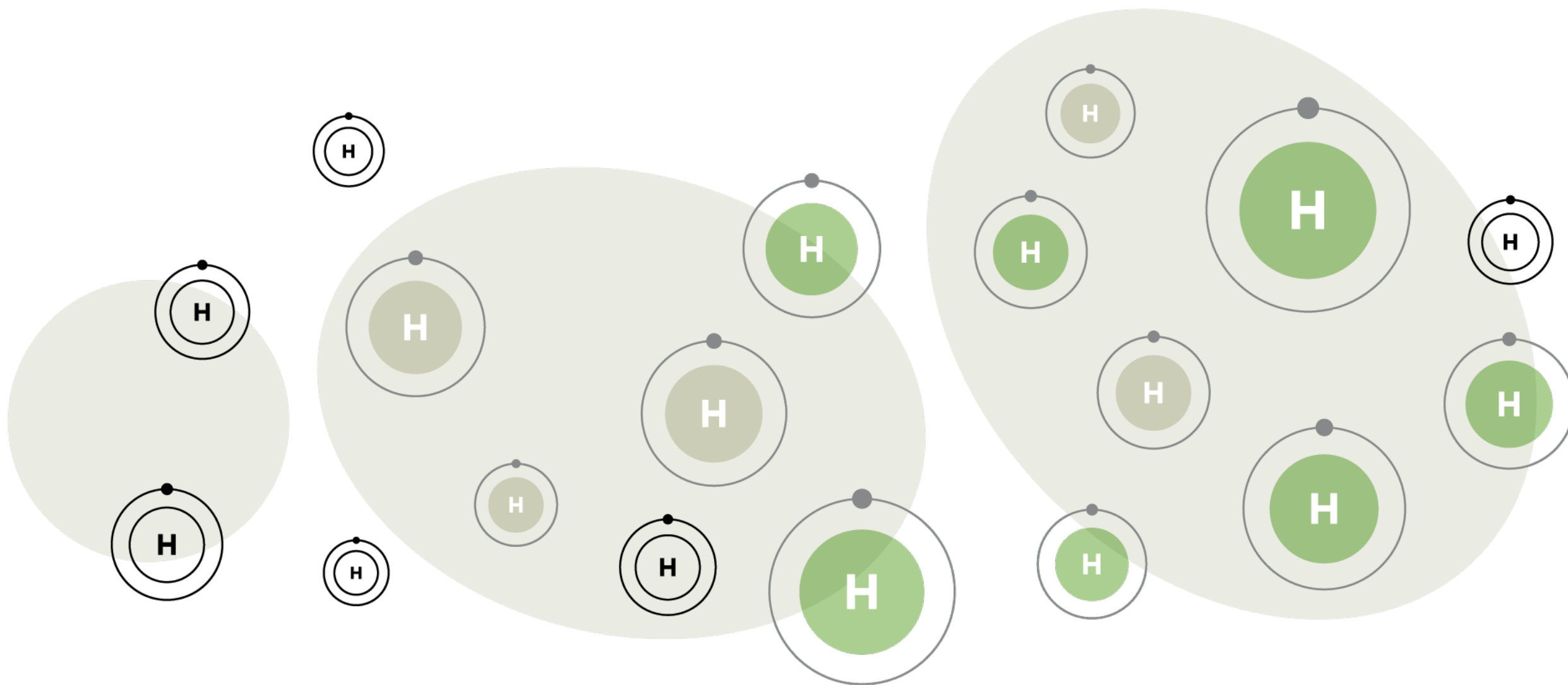


It's rail o'clock
L'America investe nel ferro
(anche Made in Italy)



Recentemente c'è stato un nuovo impulso verso l'utilizzo dell'idrogeno nel settore ferroviario. In primo luogo, la crisi climatica è diventata ormai una priorità per i governanti di tutti i Paesi, che con accordi a livello globale hanno deciso di impegnarsi in modo vincolante. L'idrogeno rinnovabile ha mostrato notevoli vantaggi come soluzione energetica ad alto potenziale per settori difficili da decarbonizzare, come ad esempio i trasporti pesanti e la produzione industriale. Inoltre il progresso tecnologico ha anche reso più economica e sostenibile la produzione di idrogeno



Le potenzialità dell'idrogeno nel mercato domestico

Il progresso tecnologico ne ha reso più economica e sostenibile la produzione

di Giuseppe Loprencipe*

L'uso dell'idrogeno nei trasporti dell'energia ottenuta da celle a combustibile alimentate a idrogeno come soluzione ai problemi energetici e ambientali globali è stato già proposto trenta anni fa. L'idrogeno sembra quindi essere diventato un'interessante alternativa per ridurre l'inquinamento generato dalla propulsione *diesel* meccanica. Mentre all'inizio si pensava potesse essere impiegato principalmente nel trasporto stradale, oggi l'idrogeno ha cominciato a essere utilizzato nel settore ferroviario e nel futuro si intravede l'utilizzo in altri sistemi di trasporto come quello navale e aereo. Recentemente c'è stato un nuovo impulso verso l'utilizzo

dell'idrogeno nel settore ferroviario nonostante siano già in uso valide alternative ai combustibili fossili. In primo luogo, la crisi climatica è diventata ormai una priorità per i governanti di tutti i Paesi, che con accordi a livello globale hanno deciso di impegnarsi in modo vincolante. L'idrogeno rinnovabile ha mostrato notevoli vantaggi come soluzione energetica ad alto potenziale per settori difficili da decarbonizzare, come ad esempio i trasporti pesanti e la produzione industriale. Inoltre il progresso tecnologico ha anche reso più economica e sostenibile la produzione di idrogeno. Anche gli interventi degli Stati con finanziamenti pubblici al fine di avviare questo nuovo settore hanno rappresentato un aiu-

Per comprendere i vantaggi reali di una soluzione energetica rispetto a un'altra occorre risalire a come viene prodotta l'energia. In Italia l'energia utilizzata viene prodotta solo per meno di un terzo da fonti rinnovabili, quindi il beneficio che si ottiene dall'alimentazione elettrica per la decarbonizzazione rispetto agli altri combustibili fossili è ancora piuttosto marginale

to determinante. In particolare, per il trasporto ferroviario, la difficoltà oggettiva a elettrificare linee ferroviarie poco trafficate alimentate attualmente con locomotive *diesel* lascia intravedere per i treni a idrogeno una valida soluzione insieme ai treni a batteria. Nel trasporto ferroviario l'alimentazione a idrogeno può risolvere però alcune criticità congenite rispetto all'uso delle batterie: garantisce una maggiore autonomia e un minor tempo di rifornimento. Altri vantaggi potrebbero essere conseguiti nel minor utilizzo di materie prime rare, nella maggior durata e nella migliore attitudine al riciclo di materiali che rende più sostenibile il sistema. Da non trascurare anche una potenziale maggiore diffusione

della tecnologia a idrogeno in conseguenza del sostanziale monopolio dei Paesi asiatici nella produzione delle batterie. Inoltre, sono evidenti anche delle criticità tra la soluzione dei treni a idrogeno rispetto a quelli a batteria. La prima riguarda l'inefficienza energetica in quanto produrre idrogeno verde per elettrolisi dall'acqua richiede un utilizzo di energia dell'ordine di tre volte superiore a quella che se ne può ricavare. Ci sono poi le difficoltà e i costi di trasporto nel caso di produzione esterna alla linea ferroviaria da servire e la questione della sicurezza. Numerosi studi e progetti di ricerca finanziati dalla Comunità europea hanno dimostrato negli ultimi dieci anni la fattibilità tecnico-economica dell'utilizzo di treni a idrogeno in quelle linee dove altre alternative di elettrificazione per raggiungere gli obiettivi di azzeramento delle emissioni si sono rivelate irrealizzabili. Questo pone l'Europa in prima linea nella tecnologia dei treni a idrogeno, alternativa che costituisce un potenziale di sviluppo sostenibile per tutto il settore ferroviario.

In Europa circa la metà delle linee ferroviarie non sono elettrificate e molte di queste non sono neanche connesse con linee già elettrificate così da poter sfruttare stazioni in cui effettuare l'eventuale ricarica delle batterie, quindi l'idrogeno si presenta come una soluzione estremamente vantaggiosa. Dalle esperienze fatte in Europa si è visto che gli ostacoli principali sono legati al reperimento dei finanziamenti, alla mancanza di una progettazione standard scalabile in relazione alle caratteristiche della linea e all'ottimizzazione del processo di stoccaggio dell'idrogeno che deve essere necessariamente prodotto *in loco* per evitare tutti i problemi dovuti al suo trasporto. In generale si è visto che i treni a idrogeno conseguono un vantaggio economico evidente soprattutto su tratte più lunghe non elettrificate superiori a 100 chilo-

Nel trasporto ferroviario l'alimentazione a idrogeno può risolvere però alcune criticità congenite rispetto all'uso delle batterie: garantisce una maggiore autonomia e un minor tempo di rifornimento. Altri vantaggi potrebbero essere conseguiti nel minor utilizzo di materie prime rare, nella maggior durata e nella migliore attitudine al riciclo di materiali che rende più sostenibile il sistema

In Europa circa la metà delle linee ferroviarie non è elettrificata e molte di queste non sono neanche connesse con linee già elettrificate, quindi l'idrogeno si presenta come una soluzione estremamente vantaggiosa. Dalle esperienze fatte in Europa si è visto che gli ostacoli principali sono legati al reperimento dei finanziamenti, alla mancanza di una progettazione standard

metri caratterizzate da traffico limitato (minori di dieci treni al giorno). I treni a idrogeno necessitano di tempi per il rifornimento inferiori ai venti minuti e possono resistere a lunghi periodi di esercizio (anche di 24 ore) senza effettuare rifornimento. In alcuni casi i treni batteria possono sembrare un'opzione più conveniente, ma presentano vincoli operativi derivanti da configurazioni delle batterie che devono essere specifiche e dimensionate rispetto all'operatività del treno e alle caratteristiche del tracciato plano-altimetrico. Il grande impulso che si osserva per i treni a idrogeno, tuttavia, solleva anche alcuni interrogativi legati alla tecnologia di produzione che richiede un impianto rinnovabile (solare o eolico), e fa dubitare i gestori sulla sua effettiva fattibilità tecnico-economica per la sostituzione della costosa elettrificazione tanto che a volte si preferiscono i treni a batteria, percepiti come meno impattanti sul sistema, forse perché più vicini al sistema tradizionale.

Per comprendere i vantaggi reali di una soluzione energetica rispetto a un'altra occorre risalire a come viene prodotta l'energia. In Italia l'energia utilizzata viene prodotta solo per meno di un terzo da fonti rinnovabili, quindi il beneficio che si ottiene dall'alimentazione elettrica per la decarbonizzazione rispetto agli altri combustibili fossili è ancora piuttosto marginale. Anche la produzione di idrogeno può avvenire in diversi modi, alcuni dei quali si traducono in significative emissioni di gas serra, che hanno rapidamente suscitato critiche. Alcune tecnologie di produzione dell'idrogeno sono disponibili da diversi anni, mentre altre sono ancora in fase di sviluppo. La generazione di idrogeno è spesso associata a dei colori diversi come il grigio, il blu o il verde. Questi diversi colori rappresentano distinzioni nei profili di emissione per le diverse modalità di produzione dell'idrogeno. È impensabile che l'i-

Grigio, verde o blu, le tre facce dell'idrogeno

L'idrogeno, soprannominato anche carburante delle stelle, costituisce quasi il 90% della massa visibile dell'universo, per la maggior parte nella sua forma gassosa, costituita da una semplice molecola a due atomi (H₂). È da questo elemento che si origina l'energia rinnovabile che ogni giorno la Terra riceve dal Sole. La generazione di idrogeno è spesso associata a dei colori diversi come il grigio, il blu o il verde. Questi diversi colori rappresentano distinzioni nei profili di emissione per le diverse modalità di produzione dell'idrogeno.

L'idrogeno grigio, che necessita di combustibili fossili per la sua produzione. Il reforming del gas naturale è il processo ampiamente utilizzato per la produzione di idrogeno, ma ciò si traduce in una notevole quantità di CO₂. L'idrogeno blu è un idrogeno prodotto da combustibili fossili e richiede un utilizzo della tecnologia di cattura del carbonio per ridurre le emissioni.

E infine l'idrogeno verde prodotto tramite elettrolisi che utilizza l'elettricità generata da energie rinnovabili e altre tecnologie. È impensabile che l'idrogeno verde possa da solo coprire il fabbisogno energetico richiesto nel settore dei trasporti. Probabilmente nemmeno l'intera produzione annuale di elettricità realizzata con fonti rinnovabili potrebbe essere sufficiente a soddisfare la domanda per la produzione di idrogeno verde.

Nel frattempo, grazie alle risorse stanziare tramite il Piano nazionale di ripresa e resilienza il nostro Paese si sta adoperando per garantire alle regioni di sperimentare l'idrogeno nel trasporto ferroviario. Partendo da Lombardia, Puglia, Sicilia, Abruzzo, Calabria e Umbria. Una sperimentazione legata al traffico passeggeri per garantire la modernizzazione delle reti del futuro.



drogeno verde possa da solo coprire il fabbisogno energetico richiesto nel settore dei trasporti. Probabilmente nemmeno l'intera produzione annuale di elettricità realizzata con fonti rinnovabili potrebbe essere sufficiente a soddisfare la domanda per la produzione di idrogeno verde.

Nel campo dell'ingegneria ferroviaria ci si trova solo all'inizio di questa applicazione. È quindi necessario portare avanti tutte le soluzioni attualmente disponibili per poter eliminare la parte di trasporti ferroviari che ancora utilizzano combustibili fossili sia direttamente sia indirettamente. Però per fare il passo definitivo verso la decarbonizzazione occorre essere certi che l'energia utilizzata sia prodotta da fonti rinnovabili, altrimenti si torna al punto di partenza con la conseguenza di aver complicato il già complesso sistema ferroviario. Valutare la possibile elettrificazione di una linea ferroviaria o l'eventuale scelta tra un treno a idrogeno e uno a batteria in sostituzione di quello *diesel* già in uso su una linea è un problema che in generale non ha un'unica soluzione: dipende da numerosi fattori che riguardano le caratteristiche della linea, del servizio offerto e anche la componente della sicurezza che gioca forse il ruolo più importante.

*Professore di Infrastrutture ferroviarie presso la Sapienza Università di Roma

