

I CARBURANTI RINNOVABILI SOSTENIBILI: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE

di David Chiaramonti, Politecnico di Torino, Chair CEM Biofuture Platform



Il contesto globale

L'attenzione sui combustibili sostenibili sta certamente crescendo nuovamente su scala globale. Questo appare evidente anche dalla lettura degli ultimi report dell'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) pubblicati nell'ottobre 2024 e nell'ottobre 2025, e dagli incontri nell'ambito G7-G20-COP, che hanno determinato una iniziativa chiamata "Belém 4x Pledge". Ma andiamo con ordine.

Nell'ottobre 2024, in occasione del G20 Energia a Foz do Iguaçu, Brasile, l'Agenzia pubblica due importanti report: "Towards Common Criteria for Sustainable Fuels" e "Carbon Accounting for Sustainable Biofuels".

Dai documenti emerge un quadro chiaro, che su scala globale evidenzia alcuni punti centrali.

Anzitutto, i combustibili rinnovabili risultano complementari sia all'elettrificazione diretta che alle misure di efficienza energetica. Nonostante il loro potenziale, nessuna delle principali opzioni per i combustibili sostenibili sono "on track" verso gli obiettivi.

Da ciò deriva la necessità di sviluppare una definizione comune (il più possibile condivisa tra le varie regioni del mondo e i diversi sistemi regolatori) su ciò che qualifica un combustibile come "sostenibile", per giungere ad una metrica comune che permetta un confronto coerente tra le filiere e la determinazione di soglie di intensità GHG. Lo svi-

luppo di un sistema comune e trasparente è essenziale per la diffusione dei combustibili sostenibili.

Le politiche dovrebbero quindi premiare i combustibili sostenibili più performanti in termini di prestazioni GHG (cioè, capacità

di riduzione GHG) mentre molte filiere industriali si stanno già muovendo verso prestazioni significative di GHG saving, fino a raggiungere condizioni di carbon neutral ed in alcuni casi già persino carbon negative.

Emerge inoltre l'esigenza di introdurre un sistema di labelling, simile ad altri settori industriali, per comunicare in modo immediato e semplificato all'utente le prestazioni GHG del combustibile rinnovabile utilizzato. In questo contesto, il fattore ILUC (Indirect Land Use Change), non essendo né misurabile né verificabile, dovrebbe essere escluso dal calcolo diretto delle emissioni per essere impiegato per una valutazione risk-based.

Andando oltre, nell'ottobre 2025, in occasione della pre-COP30 a Brasilia, a cui come già nel 2024 abbiamo partecipato in qualità di CEM Biofuture Platform, l'Agenzia presenta il nuovo rapporto "Delivering Sustainable Fuels". In questo lavoro ribadisce innanzitutto il ruolo essenziale dei combustibili sostenibili (biocombustibili sostenibili liquidi e gassosi, idrogeno rinnovabile ed a basse emissioni, e combustibili a base di idrogeno) nel processo di de-fossilizzazione, in piena complementarità con elettrificazione ed

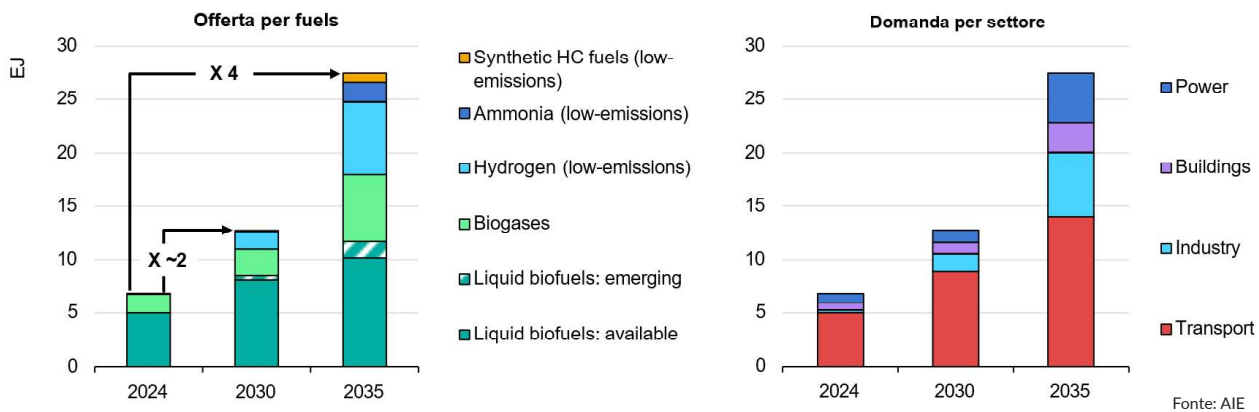


Grafico 1 – Offerta carburanti sostenibili per tipo di combustibile e domanda per settore nel caso accelerato, 2024-2035

efficienza energetica.

L'elemento di forte novità emerge però dall'analisi secondo la quale, assumendo l'attuazione piena delle politiche annunciate, ne deriva un aumento della domanda globale di biocombustibili di quattro volte entro il 2035 rispetto ai livelli del 2024 (Grafico 1).

Particolarmente significativo è il fatto che, nello stesso arco temporale, si preveda un impiego ancora rilevante di sustainable fuels nel settore stradale, oltre a quelli hard-to-abate ossia marittimo e aviazione, che in valore assoluto rappresenterà ancora quasi la metà del totale a quella data (circa 14 EJ di cui oltre 10 EJ coperti da biocombustibili liquidi sostenibili, a cui si aggiungerebbe un significativo contributo di quelli gassosi) (Grafici 2 e 3). Infine, e non si tratta di un aspetto di secondaria importanza, nel report del 2025 l'Agenzia sviluppa ulteriormente le considerazioni sui bilanci GHG delle filiere dei sustainable biofuels già avviate con il precedente studio, confermando come queste si stiano indirizzando verso prestazioni sempre più sostenibili per quanto riguarda il carbon accounting (bilanci GHG più favorevoli), cioè verso bilanci carbon neutral o addirittura carbon negative.

Stato delle tecnologie e maturità (TRL/FRL)

Per quanto concerne poi lo stato delle tecnologie, il settore dei combustibili sostenibili utilizza abitualmente il parametro TRL (Technology Readiness Level) per classificare il grado di maturità tecnologica delle diverse soluzioni, mentre in ambito aviazione si impiega il corrispondente indicatore FRL (Fuel Readiness Level).

Concentrandosi sulla parte "bio", oltre il TRL9 (che viene considerata la soglia da cui parte la piena scalabilità industriale), si collocano le tecnologie del biodiesel (FAME) e dell'etanolo convenzionale, dell'HVO (e almeno da un punto di vista tecnico anche l'HEFA), e della digestione anaerobica. Immediatamente sotto, quindi da TRL 9 (compreso) nella soglia 7-8, troviamo l'etanolo da lignocellulosico, la digestione di lignocellulosico pretrattato, la produzione di metanolo da rifiuti, la fermentazione di syngas, la metana-

zione di CO₂, l'alcohol to jet (ATJ) e l'upgrading degli oli di pirolisi (già usati in co-processing). Da notare come il methane-to-Jet stia velocemente avanzando, grazie al progetto Wigeon di SkyNRG negli Stati Uniti.

Scenario europeo e politiche UE

In ambito europeo, dopo lo studio sugli scenari pubblicato nel 2024, il Politecnico di Torino ha svolto nuovamente il ruolo di coordinatore scientifico anche di un secondo lavoro, pubblicato ai primi di febbraio, dal titolo "A multi-fold increase in advanced biofuel industrial capacity possible by 2030".

Questo nuovo studio, basato sulle informazioni oggi disponibili e focalizzato esclusivamente sulle filiere delle biomasse, oltre a molti altri elementi, individua le tecnologie che possono contribuire in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi fissati per il 2030 e il 2040, distinguendo con chiarezza i due orizzonti temporali.

Nel periodo 2030-2040, infatti, si prevede l'ingresso pieno nel mercato, anche grazie a policy adeguate al loro supporto, di quelle filiere a TRL più basso ma prossimo alla piena commercializzazione, almeno da un punto di vista tecnico. Si è quindi in presenza di un contesto fortemente dinamico, destinato ad evolversi nel corso dei prossimi anni.

Tuttavia, è bene ricordare che sia la sostenibilità che il potenziale tecnico dei biocombustibili sostenibili risiede in gran parte nella filiera a monte, cioè dal modo in cui è progettata e messa a terra. In questo senso, l'esperienza italiana del "biogas fatto bene" (derivato dal concetto "Biofuel Done Right" sviluppato negli USA ad inizio 2010) rappresenta un chiaro insegnamento: dimostra infatti come food, feed e fuels (e bioprodotto) possono convivere e beneficiare mutuamente, in un percorso virtuoso di miglioramento delle pratiche agricole e dell'efficienza fotosintetica.

Ma dove siamo, realmente? Proviamo a riprendere il filo dagli ultimi passaggi *Bruxellesi*...

Il 5 novembre 2025 si chiude un importante accordo al Consiglio Europeo relativamente alla nuova Legge Clima, che conferma l'obiettivo della riduzione del 90% del-

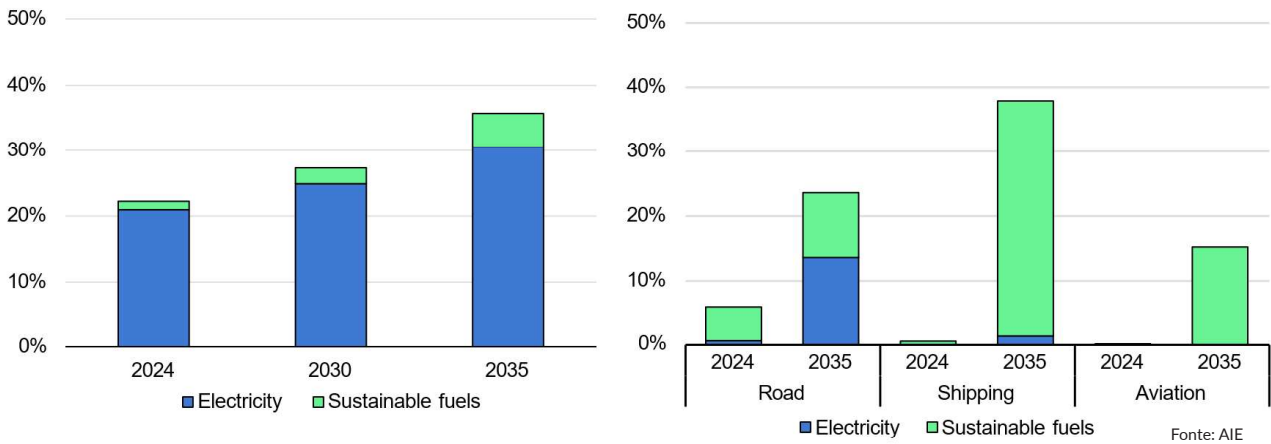


Grafico 2 - Quota dei combustibili liquidi e gassosi sostenibili e dell'elettricità nella domanda finale globale di energia (a sinistra) e in settori selezionati (a destra) nello scenario accelerato, 2024-2035

le emissioni serra al 2040 rispetto ai livelli del 1990. Tra gli elementi più rilevanti dell'intesa, figurano l'apertura ai combustibili rinnovabili, la possibilità di utilizzare sino al 5% di crediti di carbonio internazionali di elevata qualità, ed il riconoscimento del ruolo delle rimozioni di carbonio permanenti e domestiche nel sistema "EU ETS". Pochi giorni dopo, il Parlamento UE adotta sostanzialmente lo stesso testo.

Parallelamente, la Commissione Europea tramite la DG Clima presenta una proposta di revisione della CO2 Regulation, il regolamento che disciplina gli standard emissivi per i costruttori di veicoli e, più in generale, per il trasporto stradale. La proposta prevede l'abbassamento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni per cars e vans dal 100% al 90% entro il 2035 rispetto al 2021, mantenendo comunque un livello di ambizione estremamente elevato. All'interno di questo quadro, si introduce solo una quota estremamente limitata di utilizzo di combustibili rinnovabili ed e-fuel (tecnicamente RFNBO: Renewable Fuels Of Non Biological Origin), pari al 3%, peraltro soggetta ad ulteriori condizioni. Si consente inoltre ai costruttori di veicoli di coprire l'ul-

teriore 7% tramite i cosiddetti CO2 credit derivanti dall'impiego di acciaio verde EU-made, misura da comprendere meglio nei suoi aspetti operativi, in quanto sostanzialmente diversa dal rimanente 93% (impiego di elettricità e combustibili alternativi). Non è infatti ancora del tutto chiaro come questo 7% sarà conteggiato nel bilancio di emissioni, essendo relativo alla costruzione del veicolo mentre il restante 93% è riferito all'impiego di combustibili sostenibili. Si tratta di una formulazione quantomeno complessa e di una scelta regolatoria di compensazione che solleva interrogativi tecnici rilevanti anche per gli esperti del settore.

Conclusioni

Alla luce di queste considerazioni, è inevitabile chiedersi: perché i fuel credits derivanti da biocombustibili sostenibili ed e-fuels sono limitati a un massimo del 3% del target di riferimento 2021, dal momento che la Legge Clima riconosce il ruolo dei biocombustibili sostenibili e degli efuels (assieme ad elettrico, idrogeno, ammoniaca) nel percorso verso la decarbonizzazione? Quale è la ratio tecnica che ha portato una quota così contenuta assegnata ai combustibili rinnovabili?

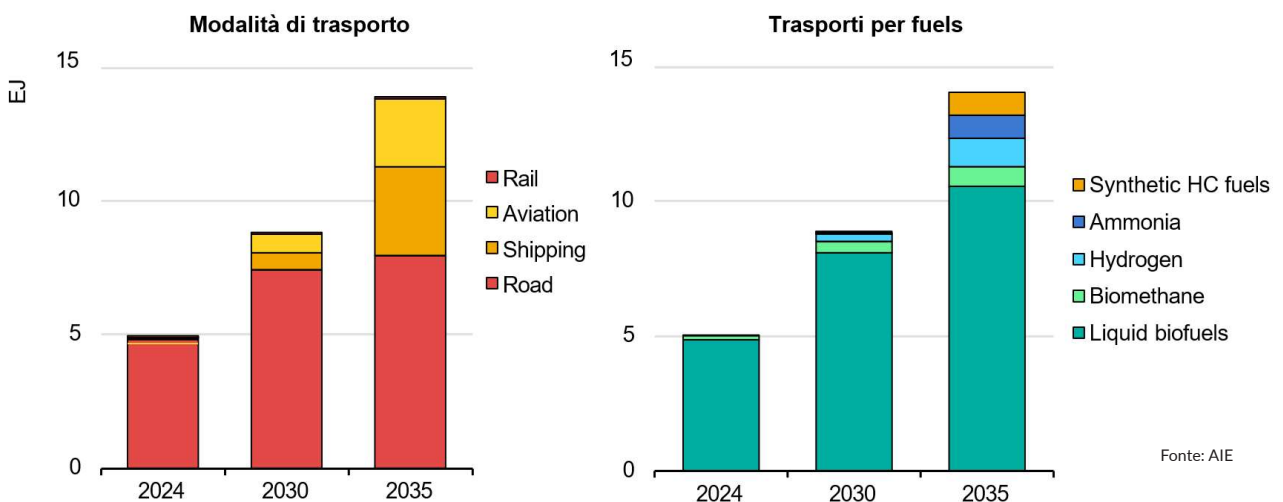


Grafico 3 - Uso di combustibili liquidi e gassosi sostenibili nel settore dei trasporti per modalità e tipo di combustibile nello scenario accelerato, 2024-2035

Non è certo la disponibilità di biomassa a determinare questa limitazione. Ci sono infatti due recenti studi - condotti per la Commissione Europea e realizzati da partenariati in cui il Politecnico di Torino ha svolto il coordinamento scientifico - che analizzano in dettaglio gli scenari di approvvigionamento e l'impatto tecno-economico e sociale delle diverse filiere. I risultati di questi studi sono nella sostanza coerenti con altre analisi similari pubblicate in precedenza da diversi centri di ricerca.

Tutte le analisi convergono nel mostrare chiaramente come la quantità di biomassa sostenibile (secondo la definizione contenuta nella RED) sia sufficiente almeno per il raggiungimento degli obiettivi europei. Anzi, i biocombustibili sostenibili rappresentano un vero e proprio serbatoio di "riserva" nel caso alcune delle altre misure previste dovessero

**TUTTE LE ANALISI CONVERGONO
NEL MOSTRARE CHIARAMENTE
COME LA QUANTITÀ DI BIOMASSA
SOSTENIBILE (SECONDO LA
DEFINIZIONE CONTENUTA NELLA
RED) SIA SUFFICIENTE ALMENO
PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI
OBIETTIVI EUROPEI.
ANZI, I BIOCOMBUSTIBILI
SOSTENIBILI RAPPRESENTANO UN
VERO E PROPRIO SERBATOIO DI
"RISERVA" NEL CASO
ALCUNE DELLE ALTRE MISURE
PREVISTE DOVESSERO
MATERIALIZZARSI PIÙ
LENTAMENTE DEL PREVISTO,
COMPENSANDO
EVENTUALI CARENZE**

materializzarsi più lentamente del previsto, compensando eventuali carenze.

Le stime indicano che la domanda di biocombustibili sostenibili debba crescere di circa 2,5 volte al 2030 rispetto al 2021, passando da 16,5 MTep del 2021 ai 42,8 MTep nel 2030, in linea con gli obiettivi e le direttive europee.

La stessa Agenzia ha recentemente presentato un rilevante studio, dal titolo "Delivering Sustainable Fuels", che mostra ancora una volta come l'attuazione delle politiche esistenti - senza considerare dunque nuove misure aggiuntive - determinerebbe un aumento di 4 volte dei volumi di combustibili sostenibili al 2035 rispetto al 2024. Per quanto riguarda i biocombustibili sostenibili si stima un incremento di un fattore 2,5-3, sostanzialmente coincidente con quello evidenziato dalle precedenti analisi della Commissione UE. Questo rapporto ha quindi coagulato l'azione di alcuni Paesi nel citato "Belém 4x Pledge". Su iniziativa di Brasile, Italia, Giappone ed India, 28 Paesi si sono già impegnati ad attuare il Pledge, e quindi mettere in atto politiche per "mettere a terra" il fattore 4x, con l'Agenzia che da parte sua dovrà procedere nel monitoraggio degli impegni. Andranno adeso sviluppate le relative Roadmaps che dovranno tradurre gli impegni assunti in percorsi operativi chiari, coerenti e verificabili, definendo tempi, priorità e strumenti per accelerare la diffusione dei combustibili sostenibili su scala internazionale.

