

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

# **«Sviluppo ed applicazioni dei biocombustibili nel settore aeronautico»**

Tutor universitario: Prof. Roberta  
Bertani

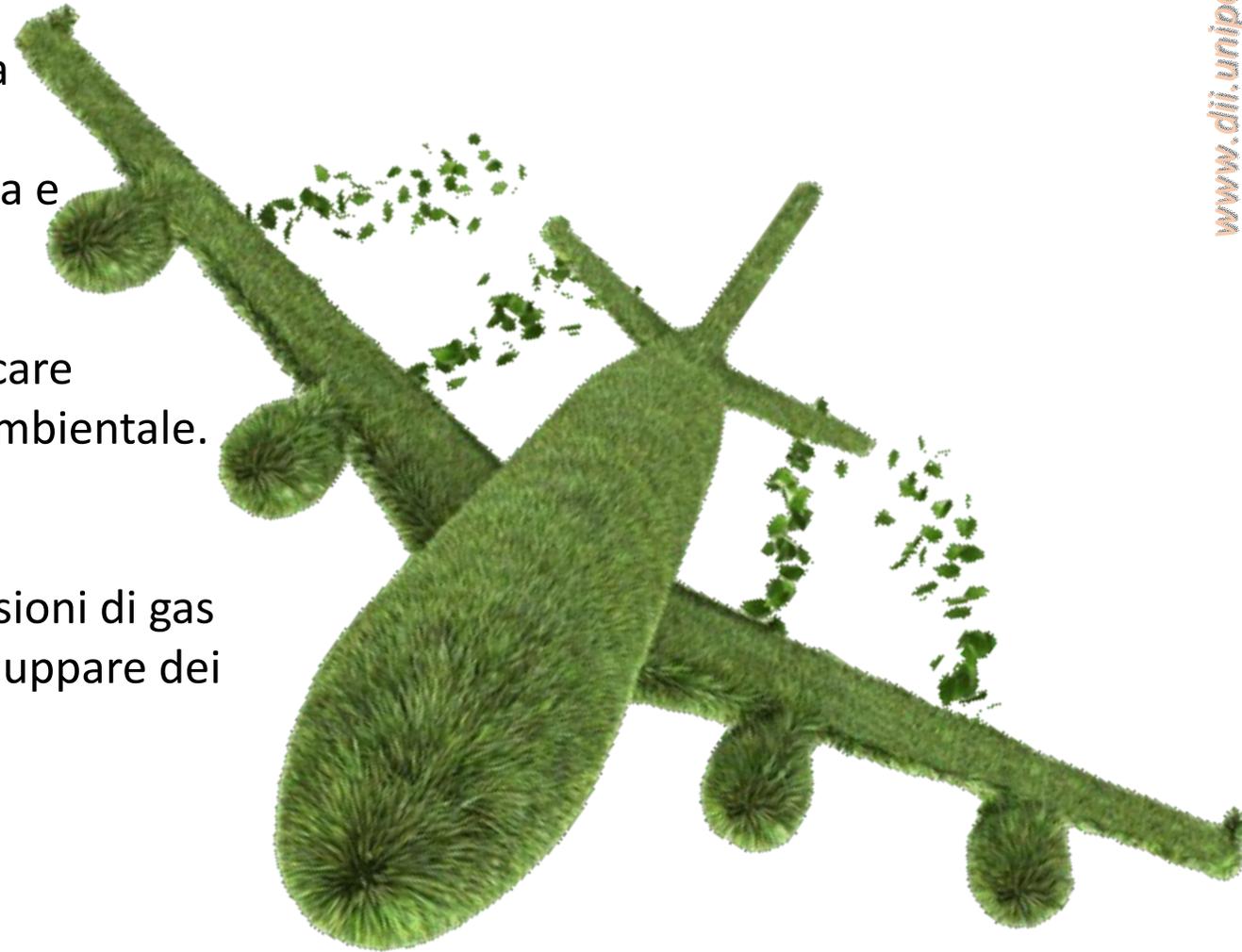
Laureando: Lorenzo Armigliato

Matricola 1216825

Padova, 25/11/2022

In un'epoca in cui il nostro pianeta comincia a lanciare chiari segnali sulla difficoltà nel sostenere una presenza umana così numerosa e gravosa rispetto alle risorse che può mettere a disposizione per i suoi abitanti, il settore dell'aviazione non può tirarsi indietro dal cercare di ridurre il suo impatto sull'inquinamento ambientale.

Uno dei possibili approcci per ridurre le emissioni di gas serra (GHG) del settore è implementare e sviluppare dei combustibili sostenibili: i biocarburanti.



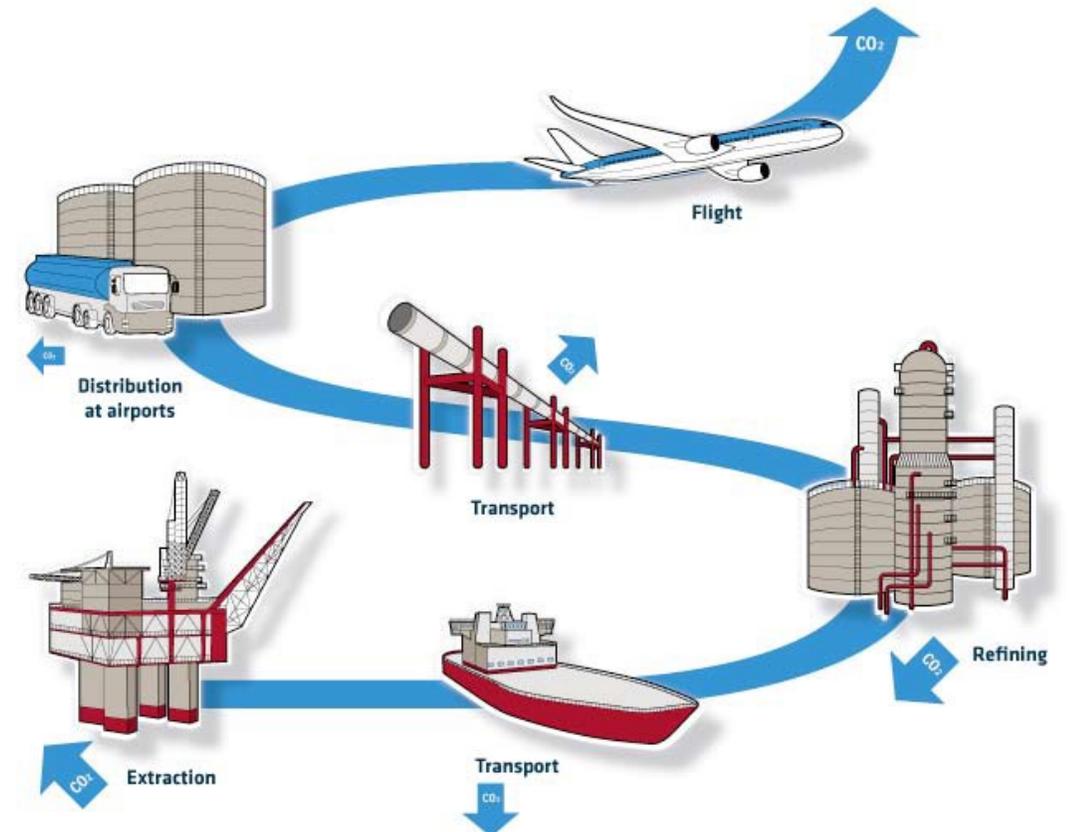
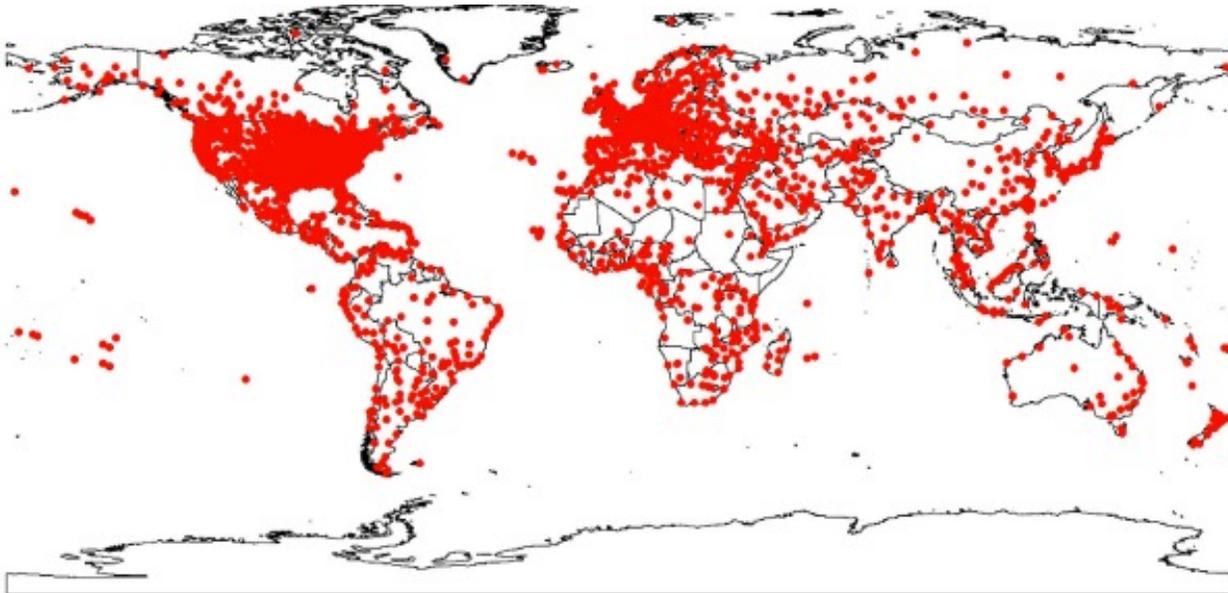
Gli obiettivi del presente lavoro di tesi sono i seguenti:

1. Esaminare lo stato dell'arte dei carburanti nel settore aereo ed il loro impatto ambientale
2. Spiegare cosa siano i biocarburanti ed analizzarne le generazioni tecnologiche
3. Spiegare cosa siano i SAF (Sustainable Aviation Fuels)
4. Esaminare le varie vie di produzione dei SAF
5. Accennare alla propulsione elettrica ed a idrogeno
6. Esaminare due applicazioni: Airbus A-380 ed ZeroAvia
7. Concludere con un'analisi della fattibilità dei vari progetti

Il settore aereo ha un forte impatto sull'inquinamento ambientale, basti pensare che nel 2018 da solo ha prodotto il 2,65% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> sulla Terra.

Ad oggi, i carburanti per aviazione maggiormente in uso sono i CAF (Common Aviation Fuel)

- Jet-A
- Jet-A1
- Jet-B
- TSP-1

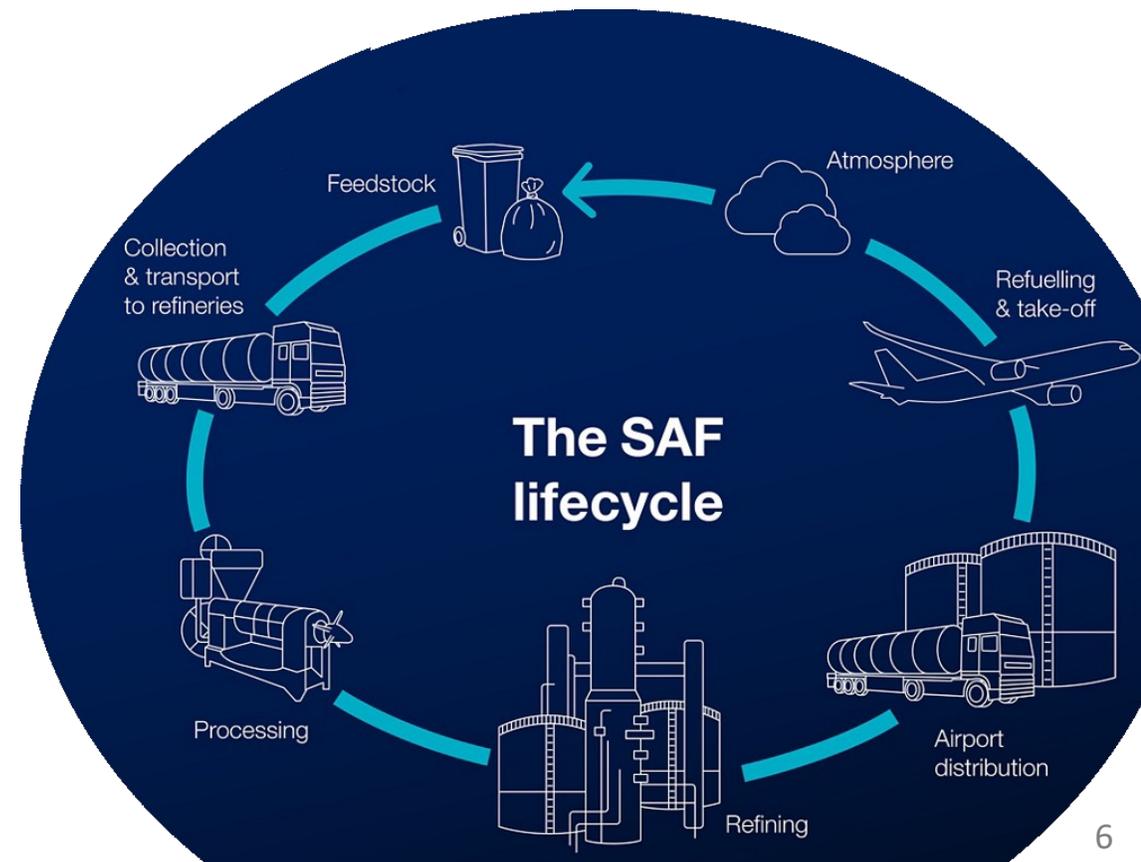


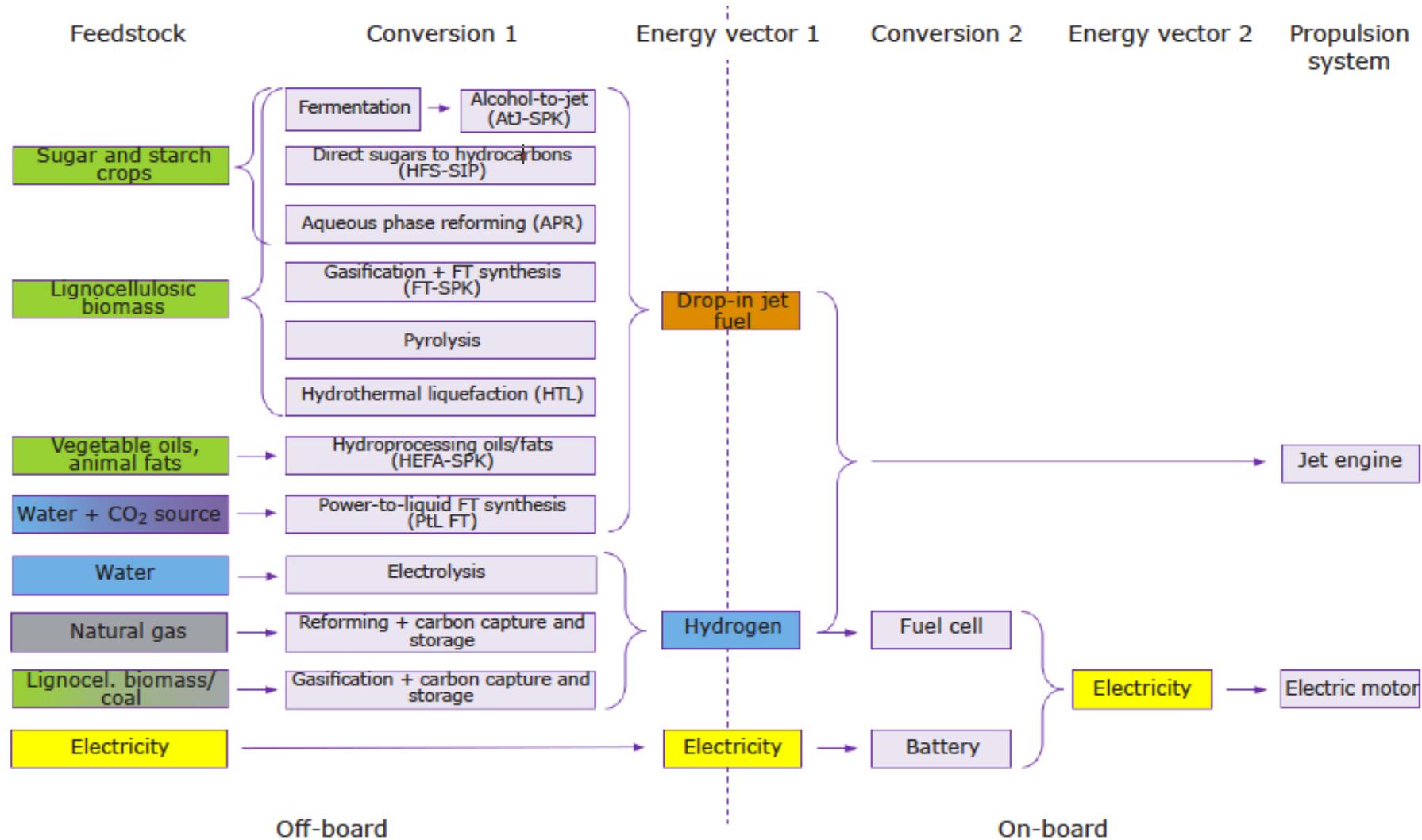
I biocarburanti possono essere classificati su base generazionale. Si hanno infatti

- prima generazione: biocarburanti le cui fonti sono a tutti gli effetti rinnovabili, tuttavia interferiscono nella catena alimentare umana o con l'ambiente
- seconda generazione: biocarburanti prodotti senza consumare cibo, suolo, risorse o acqua utilizzabile dall'uomo
- terza generazione: biocombustibili derivanti principalmente da alghe

Si usa il termine SAF (Sustainable Aviation Fuel) per riferirsi ad ogni combustibile alternativo al cherosene che non abbia origine fossile. Non si limitano strettamente ai biocarburanti, ma le tecnologie studiate permettono di produrre carburanti da risorse alternative, anche da fonti non biologiche.

Una peculiarità dei SAF è quella di essere «drop in», ovvero di poter essere sostituiti o miscelati con il cherosene tradizionale senza bisogno di apportare modifiche al sistema propulsivo o ad altri sistemi





Fonte: A. Bauden et al., «Sustainable Aviation Fuels. Status, challenges and prospects of drop-in liquid fuels, hydrogen and electrification in aviation». Johnson Matthey Technol. Rev., 2020, 64

La tecnologia HEFA-SPK è la più sviluppata a livello applicativo. Essa è infatti già disponibile in commercio, anche se la maggior parte dei suoi prodotti sono destinati all'automotive.

L'HEFA è prodotto attraverso il trattamento ad idrogeno di olio vegetale e grassi animali, un processo nel quale l'idrogeno viene impiegato per convertire composti insaturi, quali alcheni e composti aromatici, in paraffine e cicloalcani, i quali risultano più stabili e meno reattivi.

Il processo risulta molto efficiente, ottenendo rendimenti che arrivano al 76%.

L'Airbus A380 è il primo esemplare di aereo che ha portato a termine un volo utilizzando solamente cherosene paraffinico da acidi grassi.

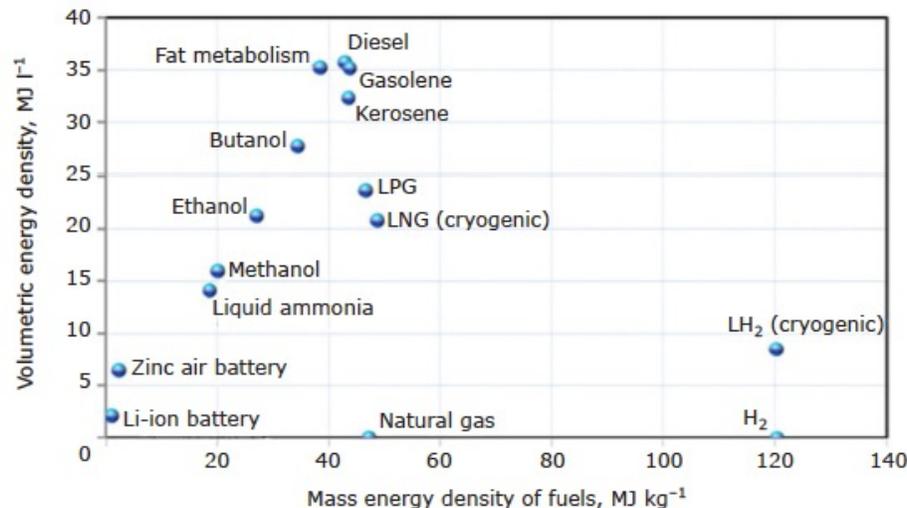
Il volo è stato compiuto il 25 Marzo 2022 a Tolosa (Francia)



Un'alternativa ai biocombustibile che potrebbe contribuire alla sostenibilità del settore aereo è la propulsione ad idrogeno.

Vantaggi della propulsione ad idrogeno: riduzione inquinamento sonoro, aumento dell'efficienza dei propulsori, riduzione emissione di gas serra.

Svantaggi: necessità di ripensare sia i propulsori, che lo storage a bordo, che gli impianti di terra. Inoltre, nonostante l'idrogeno abbia una energia specifica maggiore del cherosene, la sua densità di energia volumetrica è molto minore di quella del cherosene.



Impiego secondario: fuel cells ad idrogeno al posto delle APU (Auxiliary Power Units).



Un'altra via vagliata per tentare di ridurre le emissioni del settore aereo è quella della propulsione elettrica. È importante sottolineare come vi sia una differenza tra aerei di grandi dimensioni, per i quali questa soluzione è al momento difficilmente percorribile, ed aerei di piccole dimensioni per i quali si va incontro ad uno sviluppo di tipo «*urban taxi*».

Al momento l'unico impiego che la propulsione elettrica può avere a bordo è quello della propulsione ibrida: si pongono un motore turbofan tradizionale ed un motore elettrico in serie o in parallelo. In questa configurazione il motore elettrico può o lavorare assieme al turbofan nei momenti di picco di potenza, oppure lavorare al posto del turbofan, in condizioni di crociera.

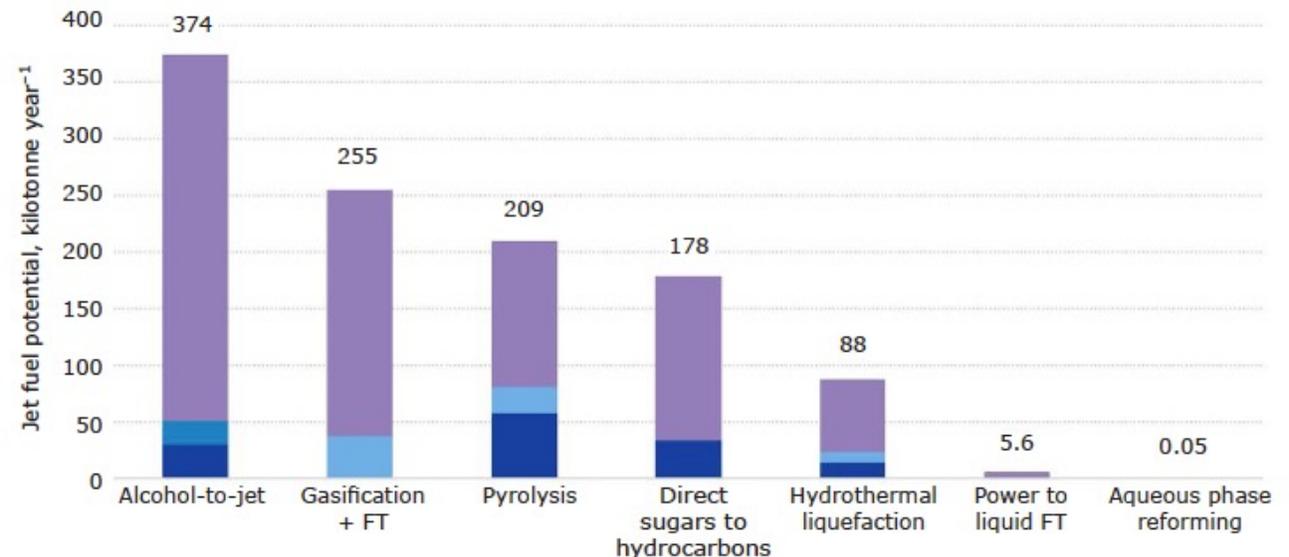
Problema del peso delle batterie a bordo → si cerca di ovviare implementando a bordo dell'aeromobile sistemi di generazione autonomi (es. pannelli solari)



La domanda mondiale di combustibile per aviazione, ad oggi, è di 280 milioni di tonnellate annue, tuttavia di queste solamente l'1% è costituito da carburanti alternativi o comunque un combustibile a basse emissioni.

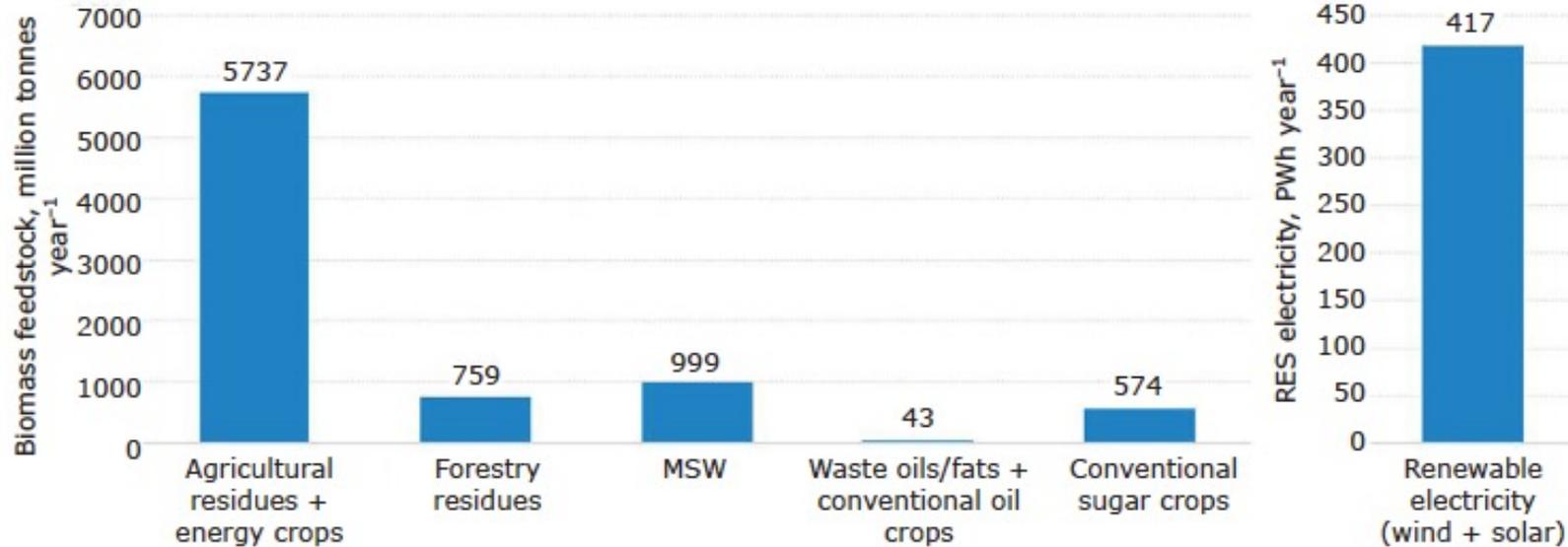
L'attuale capacità produttiva di HEFA (cherosene paraffinico sintetico prodotto da esteri idrotrattati e acidi grassi), da catene produttive dedicate oppure da catene non dedicate che abbiano gli HEFA come coprodotto, è di 5 milioni di tonnellate annue, la maggior parte delle quali vengono destinate all'automotive.

La capacità produttiva di carburanti sostenibili (SAF), tenendo conto di tutte catene produttive, è inferiore a 0.1 milioni di tonnellate in totale



Fonte: A. Bauden et al., «Sustainable Aviation Fuels. Status, challenges and prospects of drop-in liquid fuels, hydrogen and electrification in aviation». Johnson Matthey Technol. Rev., 2020, 64

Una delle problematiche legate alla produzione di SAF è quella del rifornimento delle materie prime: nonostante si stimi che, in una prospettiva a lungo termine i SAF siano destinati ad essere prodotti da una vasta gamma di materiali, come rifiuti, materiali lignei o piante oleose, al momento rimane il problema dell'approvvigionamento delle materie prime.



Fonte: Stime della disponibilità a mondiale di materie prime per SAF relative al 2050 (E4tech Ltd analysis)

In merito all'uso di biocarburanti alternativi ai carburanti tradizionali per il settore aereo, possiamo concludere che

1. Le fonti sono estremamente diversificate
2. Le tecnologie (catene) produttive sono anch'esse diversificate, nonostante una si dimostri più matura
3. È necessario ottimizzare le catene produttive o di raccolta delle materie prime
4. È necessario studiare approfonditamente le catene di rifornimento delle materie prime
5. Sono necessarie politiche adeguate per portare ad un decisivo sviluppo del settore

## Bibliografia

1. A. Bauden et al., «Sustainable Aviation Fuels. Status, challenges and prospects of drop-in liquid fuels, hydrogen and electrification in aviation»
2. P. S. Agrawal, P. N. Belkhode, S. L. Rokhum, «Sustainability in Biofuel Production Technology»
3. P. Gegg, L. Budd, S. Ison, «The market development of aviation biofuel: Drivers and constraints»
4. T. K. Hari, Z. Yaakob, N. N. Binitha «Aviation biofuel from renewable resources: routes, opportunities and challenges»
5. Air Transport Action Group «Beginner's Guide to Aviation Biofuels»
6. S. S. Doliente et al., «Bio-aviation Fuel: A Comprehensive Review and Analysis of the Supply Chain Components»
7. R. A. Jansen «Second Generation Biofuels and Biomass»
8. G. Marsh, «Biofuel: aviation alternative?»
9. D. Chiaramonti, M. Prussi, M. Buffi, D. Tacconi, «Sustainable bio kerosene: Process routes and industrial demonstration activities in aviation biofuels»

## Sitografia

1. [www.iata.org](http://www.iata.org)
2. [www.fuelseurope.eu](http://www.fuelseurope.eu)
3. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC112755>
4. <https://www.iea.org/commentaries/are-aviation-biofuels-ready-for-take-off>
5. <https://edition.cnn.com/travel/article/airbus-a380-saf-cooking-oil-scn/index.html>
6. <https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe>
7. <https://www.nasa.gov/centers/dryden/news/ResearchUpdate/Helios/>