

TRANSIZIONE ENERGETICA NEL SETTORE DEL TRASPORTO CIVILE TRA ISTANZE ECOLOGICHE E CONSIDERAZIONI TECNICHE

Guido Saccone

Riassunto

Le auto elettriche sono comunemente percepite come un modo per ridurre l'impatto ambientale del traffico e sono spesso menzionate nel contesto delle problematiche legate al clima e alle emissioni di gas serra. Tuttavia, una seria valutazione scientifica delle potenzialità e dei limiti dell'elettrificazione del trasporto civile e in particolar modo di quello automotive non può eludere la considerazione di svariati fattori, tra i quali, l'esame dell'intero ciclo di vita del veicolo dall'estrazione delle materie prime per la produzione dei componenti del sistema propulsivo fino al riciclaggio o allo smaltimento in discarica e il computo dell'aliquota di energia elettrica generata a partire da sorgenti rinnovabili per la ricarica delle batterie rivestono un ruolo essenziale. Alla luce di questi aspetti, appare chiaro che il ricorso a mezzi di trasporto su strada di tipo elettrico sia sempre più vantaggioso in confronto a quelli convenzionali con combustibili fossili, quanto più elevata è la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel Paese in cui circolano tali veicoli.

Il bilancio complessivo rischia addirittura di invertirsi in contesti nazionali, come l'Italia, in cui è ancora molto alta la percentuale di corrente elettrica generata in centrali termo-elettriche specialmente nell'ipotesi di una vita operativa media delle auto elettriche inferiore a dieci anni. Nel settore, invece, del trasporto pesante, navale e aeronautico, considerazioni tecniche inducono a considerare ancora impraticabile l'adozione su vasta scala di sistemi propulsivi elettrici. In ogni caso, emerge anche evidente la necessità da un lato di adottare ulteriori misure di decarbonizzazione e dall'altro di investire sul fronte della ricerca per favorire lo sviluppo di soluzioni tecnologiche ancora più innovative e in linea con l'imprecindibile esigenza di un futuro sempre più ecosostenibile.

Abstract

Electric cars are seen as a way to reduce the negative environmental impact of automobile traffic. They are most frequently mentioned in the context of climate issues as a way of cutting greenhouse gas emissions caused by road traffic. However, a thorough scientific assessment of the potential benefits and possible drawbacks of fully electric vehicles especially in the automotive sector cannot avoid the evaluation of several complex factors. Among them, the whole life cycle of cars from the "well to the wheel" and the estimation of the fraction of electric energy produced by renewable sources to be used for battery recharge play a vital role. Considering these issues, the electrification of the civil transport sector seems to be increasing more advantageous in comparison to conventional fossil fuel engines with the growth of the percentage of electric energy arising from renewable sources. Instead, the overall environmental balance can even become negative for countries, such as Italy, where the amount of electric current produced in thermo-electric stations is very elevated. This is especially true for fully electric cars with an average service period of fewer than ten years. In the heavy-duty transport field i.e., naval and aeronautics, some technical issues lead to estimate already unfeasible switching to fully electric propulsion. In any case, further decarbonizing strategies and more consistent investments in research are necessary to promote the design and development of increasingly innovative solutions aimed to achieve a more eco-friendly and sustainable future.

Parole chiave: transizione energetica, elettrificazione dei trasporti, sostenibilità ambientale, batterie elettriche, energie rinnovabili.

Keywords: Energetic Transition, Full-electric Vehicles, Environmental Sustainability, Electric Batteries, Renewable Energy.

1. Introduzione

Recentemente, anche a valle della Direttiva attraverso la quale la Commissione Europea ha decretato dal 2035 la completa interruzione della produzione di

autoveicoli e motoveicoli propulsi con motori a combustione interna indipendentemente dal combustibile adoperato, l'opinione pubblica a livello europeo e ancora di più su scala nazionale, ripone grande fiducia nella ecosostenibilità del trasporto *automotive* di tipo

totalmente elettrico. Esso consiste essenzialmente sull'uso di batterie come accumulatori reversibili di energia elettrochimica e di motori elettrici come macchine in grado di convertire l'energia immagazzinata nelle batterie in energia meccanica di rotazione delle ruote del veicolo e di produzione della trazione necessaria alla sua locomozione. In accordo al Piano di Sviluppo e di Elettromobilità *"Energia per il Futuro"* che recepisce la Direttiva dell'Unione Europea 2016/2284, nel 2025 il numero di veicoli elettrici circolanti nel territorio comunitario dovrebbe raggiungere il valore di 1 milione.

Negli ultimi anni si è assistito al continuo e crescente aumento del numero di autovetture in uso, la maggior parte delle quali sono alimentate con combustibili di origine fossile. Ciò ha contribuito in modo determinante all'incremento dei livelli di inquinamento e sta rivestendo un ruolo sempre più di primo piano anche come causa delle attuali concentrazioni di gas serra e, in particolare, di anidride carbonica – CO₂ – nell'atmosfera terrestre.

Si stima che il 39% degli ossidi di azoto NO_x dovuti ad emissioni antropogeniche provenga dal settore dei trasporti, così come il 37% del particolato e il 23% della CO₂. Il problema è ancora più grave in prossimità dei grandi agglomerati urbani, dove con sempre maggiore frequenza le concentrazioni locali di inquinanti superano la soglia ammissibile stabilita dalle norme di legge.

Una possibile strategia di mitigazione dell'impatto ambientale del trasporto su strada prevede l'impiego di veicoli propulsi con motori elettrici e che attingono l'energia necessaria alla trazione da accumulatori secondari, comunemente indicati come batterie elettriche.

Per poter tuttavia valutare la reale efficacia dell'uso dei veicoli elettrici nella riduzione delle sostanze inquinanti e clima-alteranti occorre analizzare l'intero ciclo di vita, dalla culla alla bara – *"from del cradel to the grave"* del sistema propulsivo dei veicoli completamente elettrici e in particolare dei motori e delle batterie elettriche. Infatti, in questo modo si tiene conto anche della produzione, manutenzione, smaltimento finale e riciclaggio dei singoli componenti necessari per il funzionamento del propulsore elettrico. Inoltre, in ciascuna di queste fasi, è utile considerare l'impatto ambientale sia dell'estrazione e dell'approvvigionamento delle materie prime che quello associato all'impiego delle sorgenti energetiche.

L'analisi condotta in questo articolo si è basata sull'esame di diverse tipologie di dati e non solo di quelli dichiarati dai costruttori. Inoltre, al fine di rendere il confronto quanto più appropriato possibile, sono stati comparati tra loro veicoli a combustione interna con quelli elettrici appartenenti, tuttavia, alla stessa categoria e dotati delle stesse caratteristiche tecniche principali, in particolare è stata assunta come riferimento per il confronto un'autovettura compatta.

2. Impatto climatico

Come primo aspetto, sono valutate e confrontate tra loro dal punto di vista delle emissioni di gas serra le autovetture a motore endotermico con quelle totalmente elettriche.

In proposito, occorre precisare che l'ecosostenibilità del trasporto su strada di tipo elettrico è fortemente penalizzata o addirittura completamente ribaltata,



Fig. 1. Automobile elettrica in fase di ricarica.

qualora l'energia elettrica necessaria per ricaricare le batterie del sistema propulsivo *full electric* sia prodotta attraverso fonti fossili, ovvero essenzialmente mediante centrali termoelettriche che bruciano fondamentalmente petrolio o gas naturale. Questo è ad esempio il caso dell'Italia, in cui ancora oggi, almeno il 60% dell'energia elettrica generata su scala nazionale proviene dalla combustione in centrali termoelettriche di idrocarburi di origine fossile, mentre circa il 20% proviene da centrali idroelettriche, di cui l'Italia beneficia grazie alla presenza di importanti rilievi montuosi, a partire dalle Alpi. Infine, sempre in Italia, solo poco più del 10% del fabbisogno energetico nazionale è coperto dalle fonti rinnovabili, intendendo per esse gli impianti fotovoltaici e le pale eoliche, la cui produzione ed installazione su vasta scala esercita un impatto sull'ambiente in alcuni casi anche molto significativo.

In riferimento a questa osservazione, numerosi studi scientifici dimostrano che laddove la ricarica delle batterie avvenga per mezzo di energia quasi interamente generata in modo termoelettrico, l'impatto climatico dell'uso di veicoli elettrici è addirittura peggiore di quasi il 20% rispetto alle convenzionali autovetture alimentate con combustibili liquidi costituiti da idrocarburi di origine fossile. Infatti, in questo scenario, l'energia necessaria alla locomozione di un'autovettura elettrica proviene anche se indirettamente dalla combustione di petrolio o gas naturale e sebbene l'autoveicolo elettrico sia a livello locale completamente privo di emissioni chimiche né inquinanti né gas serra, queste sono generate in centrale termoelettrica. Pur essendo vero che gli impianti di generazione termoelettrici sono generalmente collocati in siti lontani dai centri abitati, su scala globale le emissioni da essi provenienti incidono ugualmente nel bilancio atmosferico della CO₂ e degli altri gas serra (ad esempio il metano – CH₄ e il protossido di azoto – N₂O). Nei contesti tecnologico-industriali in cui la maggior parte dell'energia elettrica è prodotta con fonti fossili, l'elettrificazione del trasporto su strada implicherebbe benefici solo a livello dei tassi di inquinamento locale (centri urbani, aeroporti, porti ecc.), ma probabilmente pochi o nessun vantaggio a livello delle concentrazioni globali di gas serra. Infatti, questi ultimi sono comunque prodotti nelle centrali elettriche e ugualmente incidono sui cambiamenti climatici planetari essendo questi governati da processi la cui dinamica è indipendente dal preciso luogo in cui le sostanze clima-alteranti sono effettivamente generate. Inoltre, a causa di complessi fenomeni meteorologici, i gas serra emessi in un comparto climatico possono facilmente propagarsi anche alle altre regioni immediatamente limitrofe o

addirittura anche a quelle più lontane. In ogni caso, anch'esse contribuiscono a riflettere all'indietro verso il suolo una frazione delle onde elettromagnetiche irradiate nella banda dell'infrarosso dalla superficie della Terra esposta ai raggi del Sole, determinando così un incremento medio globale della temperatura dell'atmosfera, di quella della crosta terrestre e di quella degli oceani.

Per maggiore completezza, è utile evidenziare che da un punto di vista tecnico e ingegneristico, le emissioni di CO₂ e di molti altre sostanze chimiche sia inquinanti che gas serra generate da grandi impianti industriali, quali quelli in funzione presso le centrali termoelettriche, almeno in linea di principio, potrebbero essere quasi integralmente abbattute con opportune apparecchiature di smaltimento inquinanti, ad esempio con torri di lavaggio, installabili, dimensionabili e gestibili a livello di impianto industriale in modo molto più efficiente di quanto non sia concretamente possibile effettuare direttamente a bordo di un autoveicolo con le convenzionali marmitte catalitiche. Tuttavia, in questa più virtuosa gestione di una centrale termoelettrica, che risulta essere fattibile da un punto di vista tecnico e ingegneristico, il costo unitario dell'energia elettrica prodotta sarebbe maggiore rispetto alla centrale priva di linee di abbattimento delle emissioni chimiche, perché un'aliquota della corrente elettrica ivi prodotta sarebbe assorbita dalle apparecchiature di smaltimento dei fumi della combustione. Quindi le emissioni complessive nel caso di un impianto "virtuoso" sarebbero inferiori rispetto alle emissioni associate agli impianti tradizionali, ma aumenterebbe anche il consumo specifico di combustibili fossili e quindi il prezzo unitario del chilowattora di energia elettrica così prodotto.

Se, invece, la ricarica degli accumulatori elettrochimici secondari avvenisse in un paese, come la Germania, in cui già nel 2019 il 42% dell'energia era generato da fonti rinnovabili, allora la conversione da auto con motori endotermici verso quelle completamente elettriche risulterebbe meno impattante dal punto di vista della sostenibilità climatica.

In questo scenario, ovvero quello più favorevole alla transizione energetica verso l'elettrico, relativamente al contesto tecnologico tedesco, l'Istituto per la Ricerca sull'Energia e l'Ambiente di Heidelberg ha schematicamente stimato l'impatto sul clima sia della produzione partendo dalle materie prime, della manutenzione ed uso durante la vita operativa, assunta uguale a un percorso totale pari a 150,000 km dell'autoveicolo e della successiva dismissione e riciclaggio dei componenti recuperabili, di tre differenti tipologie di autovetture compatte: ovvero quelle propulse rispettivamente con benzina (ciclo Otto), con gasolio

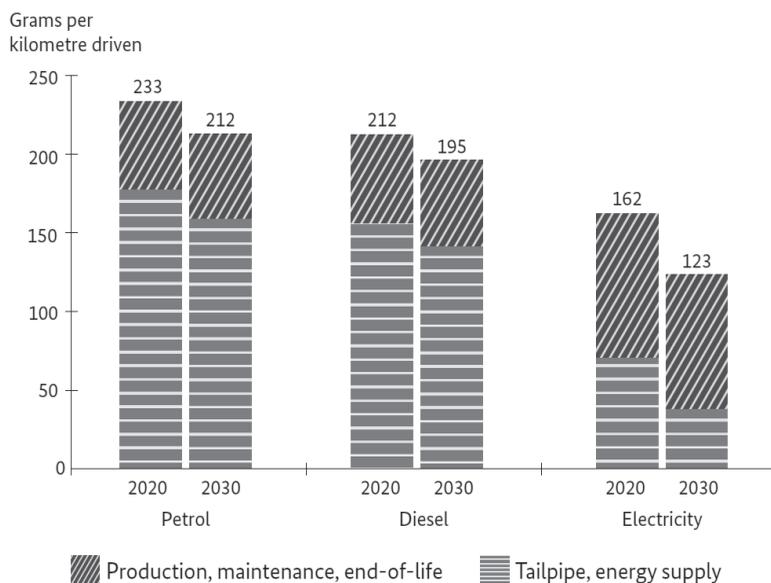


Grafico 1. Confronto dell’impatto climatico tra autovetture compatte a benzina, Diesel ed elettriche [2].

(ciclo Diesel) o con sistemi puramente elettrici. Il Grafico 1 illustra schematicamente i risultati delle analisi di impatto climatico condotte dal gruppo di Heidelberg.

I risultati presentati nel Grafico 1 mostrano che le emissioni di gas serra valutate sull’intero ciclo di vita provenienti da un’automobile elettrica di ultima generazione sono inferiori rispettivamente di circa il 30% e di circa il 23% rispetto a quelle rilasciate da autovetture della stessa categoria, ovvero compatte, e anch’esse prodotte con i più sofisticati dispositivi tecnologici, ma alimentate con combustibili di origine fossile rispettivamente benzina e gasolio. Tutto ciò nell’ipotesi di partenza di considerare un Paese come la Germania in cui quasi metà dell’energia elettrica necessaria per la ricarica delle batterie delle auto elettriche proviene da fonti rinnovabili.

Viceversa, studi sperimentali dimostrano che in altri Paesi, come la Polonia, in cui l’aliquota del fabbisogno energetico coperta dalle sorgenti fotovoltaiche o eoliche è minoritaria, la sostituzione del parco di automobili da quelle a motori endotermici a quelle elettriche comporta addirittura un aumento di circa il 20% nelle emissioni di gas serra. Tenendo in conto anche i possibili progressi nel decennio 2020-2030 nell’aliquota di energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili, i miglioramenti tecnologici nel settore delle batterie consistenti sia nell’impiego di energia rinnovabili anche nelle fasi di estrazione e produzione dei singoli componenti che di aumento della loro efficienza grazie all’uso di materiali speciali

e, al tempo stesso, prendendo in considerazione il presumibile incremento dell’impatto climatico dell’utilizzo dei combustibili fossili, dovuto a tecniche di estrazione del greggio ancora più invasive a livello ambientale come il *fracking*, il vantaggio comparativo tra le tre tipologie di autovetture potrebbe diventare ancora più schiacciante a favore di quelle elettriche passando a una riduzione di gas serra del 42% rispetto alle auto a benzina e del 37% in confronto a quelle a ciclo Diesel.

3. Impatto sulla salute umana

Il sistema propulsivo delle automobili elettriche non emette alcun tipo di sostanza chimica almeno a livello locale, ovvero considerando solo la fase operativa del veicolo e quindi prescindendo dalla produzione, manutenzione, dismissione e riciclaggio.

Le uniche sostanze chimiche rilasciate durante l’utilizzo su strada di un’automobile elettrica, come d’altra parte accade per qualsiasi veicolo ad autotrazione su gomma, è il particolato generato dall’attrito e dall’usura degli pneumatici sul selciato o sull’asfalto.

Tuttavia, ancora una volta per valutare la reale portata sulla salute umana e quindi sugli indici di emissione delle sostanze inquinanti e cancerogene dell’uso dei veicoli elettrici, occorre considerare l’intero ciclo di vita dalla culla alla bara e non solo la fase operativa.

Il processo di produzione di alcuni metalli e di alcuni componenti di fondamentale importanza per le batterie elettriche ad oggi è associato a un livello di



Fig. 2. Stazione di ricarica per autoveicoli elettrici.

emissione di particolato e di ossidi di azoto maggiore rispetto ai processi di manufacturing necessari per la costruzione dei motori endotermici di ultima generazione.

Inoltre, anche in questo caso, occorre distinguere i due scenari alternativi, ovvero quello del contesto tecnologico-industriale in cui la quasi totalità dell'energia elettrica proviene da fonti fossili e quello rappresentato nell'Unione Europea solo da pochi Paesi, in cui si è vicini a un pareggio tra fonti fossili e quelle rinnovabili. Nel secondo caso, l'impatto complessivo sulla salute umana della sostituzione del parco auto con veicoli elettrici aumenta significativamente.

4. Risorse energetiche e materiali

Da un punto di vista prettamente energetico, la domanda cumulativa di energia per un'automobile elettrica è nettamente migliore rispetto a una corrispettiva autovettura con motore endotermico. Il motivo è essenzialmente da ascrivere all'elevatissima efficienza energetica dei motori elettrici installati a bordo delle auto *full electric*. Infatti, la catena dei rendimenti di conversione tra le varie classi di energia di prima specie da elettrochimica a elettrica e da quest'ultima a meccanica è molto più favorevole rispetto alla conversione tra energia chimica in calore (energia di seconda specie, ovvero disponibile in forma degradata) e da quest'ultima in energia meccanica. Il rendimento globale di un motore endotermico, anche di ultimissima

generazione, si attesta non oltre il 40% ed è vincolato da fondamentali leggi termodinamiche (ciclo di Carnot), invece il rendimento medio di un sistema propulsivo elettrico può facilmente raggiungere il 75%. Il vantaggio nell'uso dei veicoli elettrici da questo punto di vista risulta quindi predominante.

Al contrario, invece, la domanda cumulativa di materie prime per le automobili elettriche, ad oggi, è maggiore rispetto a quella dei veicoli con motore endotermico. Ciò è dovuto alla necessità di fabbricazione delle batterie elettriche di sufficiente efficienza che richiedono l'uso di componenti e di materie prime, la cui estrazione e produzione coinvolge processi di manufacturing altamente intensivi.

Ad esempio, anche la più recente tecnologia delle batterie a ioni di litio richiede l'uso di cobalto, la cui estrazione è oggetto di serie preoccupazione non solo a livello ambientale, ma anche per motivi etico-sociali, essendo sovente accompagnata dallo sfruttamento in miniera del lavoro minorile in Stati del Terzo Mondo, la cui regolamentazione giuridica è molto più permissiva rispetto all'Unione Europea.

Inoltre, le batterie a ioni di litio richiedono anche l'uso di metalli, come il rame e il nichel, associati a un pesante impatto ambientale.

Infine, la domanda del litio stesso è fortemente in aumento, essendo questo un elemento chiave anche in molti altri comparti industriali. Attualmente, almeno la metà del litio mondiale è fornito dall'Australia e un'altra considerevole frazione dall'America Meridionale e occorre anche menzionare che per l'estrazione del litio stesso è necessario consumare considerevoli



Fig. 3. Vision of the Fjords, esempio di battello a propulsione elettrica concepito per i fiordi norvegesi.

quantità di acqua, spesso prelevata da laghi naturali di rilevante importanza ecologica situati in prossimità delle miniere.

La richiesta di materie prime potrà probabilmente essere ridotta nel futuro grazie a miglioramenti tecnologici nel riciclaggio delle batterie e degli altri componenti dei veicoli elettrici, di progressi nei processi di produzione sempre più ecosostenibili e nell'uso di materiali sempre più avanzati ed efficienti come ad esempio il grafene.

5. Trasporto pesante

Nel settore dei trasporti navale e aeronautico, le problematiche già esaminate per quello automotive sono ulteriormente complicate da difficoltà tecnologiche ancora non pienamente superate.

Infatti, sia per le imbarcazioni che, ancora di più, per gli aeromobili esistono stringenti vincoli di peso e di ingombro, al punto che il loro utilizzo è economicamente vantaggioso solo adoperando sorgenti energetiche ad elevata densità sia gravimetrica (MJ/kg) che volumetrica (MJ/m³). Per cui, la sostituzione dei tradizionali motori a combustione interna, con sistemi propulsivi innovativi di tipo elettrico e alimentati da batterie richiederebbe un incremento della loro energia specifica dalle sei alle sette volte maggiore di quella attualmente disponibile. Un così consistente progresso nell'efficienza di costruzione degli accumulatori elettrochimici è ritenuto nella letteratura scientifica di settore non compatibile con i limiti tecnologici delle

batterie o, comunque, non ragionevolmente prevedibile entro il 2050.

Invece, lo stesso risultato, ovvero la decarbonizzazione del settore dei trasporti pesanti, sembra essere più fattibile da un punto di vista sia tecnico che economico ricorrendo all'uso dell'idrogeno come vettore energetico alternativo. Anche questa opzione imporrebbe la risoluzione di non semplici problematiche come, ad esempio, i notevoli investimenti per necessari per la realizzazione delle infrastrutture a supporto di una capillare rete di approvvigionamento e di distribuzione di un gas altamente infiammabile e convogliabile solo attraverso tubature in materiali speciali.

Infine, nel medio periodo anche l'impiego di biocombustibili potrà contribuire da un lato al raggiungimento della neutralità carbonica, intesa come pareggio tra la quantità di CO₂ emessa dai motori rispetto a quella assorbita per fotosintesi dalle biomasse vegetali da cui si ricavano i *biofuel* e al progresso delle tecnologie di progettazione e sviluppo di sistemi propulsivi alternativi.

6. Conclusioni

Per mitigare il severo impatto ambientale del trasporto su strada basato sull'uso di veicoli con motore endotermico, l'uso di autovetture propulse con sistemi completamente elettrici è un'opzione che sta attraendo considerevole attenzione e anche notevoli finanziamenti, almeno a livello europeo, sia nel settore della ricerca che della commercializzazione.

L'analisi tecnica condotta esaminando l'intero ciclo di vita "from the well to the wheel" dal giacimento alla ruota, in questo articolo e suffragata da numerose pubblicazioni scientifiche, sembra indicare che il ricorso a mezzi di trasporto su strada di tipo elettrico è sempre più vantaggioso in confronto a quelli convenzionali con combustibili fossili, quanto più elevata è la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel Paese in cui circolano tali mezzi.

L'impatto climatico, ma anche quello sulla salute umana e le considerazioni inerenti al fabbisogno totale energetico e materiale diventa paradossalmente svantaggioso negli scenari tecnologici e industriali, come attualmente in Italia, in cui solo un'aliquota minoritaria dell'energia elettrica è generata attraverso sorgenti fotovoltaiche o eoliche. Ad esempio, uno studio sperimentale relativo alla situazione polacca suggerisce che l'impiego di veicoli elettrici al posto di quelli convenzionali a benzina o a gasolio addirittura comporterebbe nell'intero ciclo di vita dell'auto elettrica un aumento del 20% delle emissioni di gas serra.

Altro fattore di cui tener conto ai fini del miglioramento dell'impatto sulla salute umana è il prolungamento della fase di vita operativa del veicolo elettrico, perché è questo il segmento del suo ciclo di vita in cui l'autovettura *full electric* esprime al massimo il suo potenziale ecologico. Risulta così maggiormente comprensibile la raccomandazione proveniente anche da altri studi di estendere il tempo di impiego di un'autovettura elettrica ad almeno dieci anni se non di più, risultando invece controproducente qualora dismessa dopo soli cinque anni.

Nel settore dei trasporti pesanti, ovvero navale e aeronautico, persistono problematiche tecniche tali da indurre a ritenere l'elettrificazione del sistema propulsivo ancora non pienamente implementabile su larga scala.

In ogni caso, ulteriori e più radicali strategie di mitigazione dell'impatto associato alle emissioni chimiche, che andrebbero seriamente considerate, sono quelle relative a un più massiccio ricorso al trasporto collettivo urbano di tipo elettrico relegando l'uso di autovetture individuali solo a spostamenti sporadici non pianificabili mediante la rete del trasporto pubblico, il cui potenziamento appare essere un asset fondamentale per rendere fattibile e veramente ecosostenibile la tanto auspicata transizione energetica.

"L'articolo esprime esclusivamente le opinioni personali dell'autore e non la posizione ufficiale di qualsiasi ente ad egli riconducibile".

Riferimenti bibliografici

- [1] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Germany, *How eco-friendly are electric cars? A holistic view*, January 2021.
- [2] K. Necka and J. Knaga, *Environmental Impact assessment for electric vehicles*, Journal of Physics: Conference Series 1782, 2021, doi:10.1088/1742-6596/1782/1/012023.
- [3] N. Gray, S. McDonagh, R. O'Shea, B. Smyth, J.D. Murphy, *Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors*, Advances in Applied Energy 1, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100008>.

GUIDO SACCONI

Guido Saccone, nato a Napoli il 15 novembre 1977, laureato in ingegneria chimica nel 2004 presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, ha conseguito un master in comunicazione e divulgazione scientifica nel 2006 e un dottorato di ricerca in ingegneria dei materiali e delle strutture nel 2008 presso la medesima istituzione accademica. Nel 2009 ha vinto una borsa di ricerca post-doc presso il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali - CIRA S.c.p.a. sul tema delle termo-strutture ceramiche per altissime temperature. Nel 2012 è stato assunto presso l'Unità di Propulsione del CIRA dove attualmente lavora nel laboratorio di Tecnologia per l'Esplorazione dello Spazio. Per quanto concerne l'attività di ricerca, si occupa di numerosi progetti di rilevanza nazionale e internazionale, specialmente sul tema della combustione del metano per motori a razzo a propellenti liquidi, sull'ossidazione dell'idrogeno per veicoli scramjet, su sistemi di propulsione ibrido-elettrici, su materiali compositi a matrice ceramica, sulla progettazione di sistemi di abbattimento di emissioni inquinanti provenienti da motori a razzo a propellenti solidi, e su materiali innovativi per missioni di esplorazione e colonizzazione lunare e marziana sia robotica che umana. Per quanto riguarda l'attività di divulgazione scientifica ha partecipato nel 2007-2008 al comitato di redazione della rivista Trasferimento Tecnologico ed è attualmente Segretario/Tesoriere dell'associazione Amici di Città della Scienza, in collaborazione con la quale organizza non di rado seminari culturali su temi inerenti specialmente alla chimica e ai materiali. È inoltre, membro del Comitato di Redazione della rivista quadrimestrale Analysis di proprietà dell'Associazione Nazionale Professionale per la Ricerca - ANPRI. Infine, il Dr. Saccone è autore di numerose pubblicazioni su riviste scientifiche di settore e ha partecipato a svariati congressi internazionali.

Contatti:

guidosaccone77@gmail.com