

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



**Politecnico
di Torino**

Tesi di laurea di II livello

**LA TRANSIZIONE GREEN MOBILITY
NELL'ATTUALE CONTESTO
POST-PANDEMICO ITALIANO**

Relatore:

Prof. Carlo Cambini

Candidato:

Carlotta Rosa Brusin

Anno Accademico 2021 - 2022

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Professor Carlo Cambini che mi ha proposto questo argomento innovativo per la mia tesi e ne ha permesso la realizzazione. Lo ringrazio per come mi ha seguito in questi mesi e per la sua massima disponibilità in ogni occasione.

Ringrazio i miei genitori per il supporto che mi hanno dato in questi anni. So quanti sacrifici hanno fatto e non li ringrazierò mai abbastanza. A Kim, fratellone e angelo custode mentre scrivevo la tesi.

A lassù che mi guardano e guidano pensando al meglio per me.

Infine, ringrazio i miei amici, i miei compagni di corso e tutti coloro che mi vogliono bene e che mi hanno accompagnato in questo percorso.

Premessa e scopo del lavoro

Le tecnologie per i nuovi motori elettrici e le batterie stanno rivoluzionando il mondo della produzione industriale, permettendo alle grandi aziende di entrare nel nuovo business della mobilità sostenibile e di accendere l'attenzione dell'intera popolazione sugli accordi climatici internazionali.

Negli ultimi anni, questa tecnologia applicata alla mobilità individuale ha avuto una larga diffusione grazie ad una maggiore offerta e diminuzione dei prezzi di vendita; inoltre ha evidenziato nelle persone l'aspetto di piacevolezza nell'utilizzo e di poter dare il proprio contributo alla sostenibilità. Secondo Maroš Šefčovič, il Vicepresidente della Commissione Europea dell'Unione Energetica,

“Batteries are the heart of the ongoing industrial revolution”

Il presente elaborato di Tesi ha lo scopo di fornire una panoramica ed analisi delle infrastrutture per la mobilità elettrica, con l'adeguamento della rete stradale italiana. Come richiede la nuova mobilità, viene analizzato il settore delle ricariche e viene presentata una panoramica sui sistemi di accumulo e recupero dell'energia per la creazione di un'economia circolare.

Il primo capitolo si propone di analizzare le ricadute della pandemia da Covid-19 sulle abitudini di mobilità. Il cambiamento nelle abitudini di trasporto ed anche altri effetti dovuti ai lockdown come l'adozione dello smart working nel lavoro, sono diventati un settore di ricerca e a questo proposito esistono un'ampia varietà di studi per identificare quali saranno i trend di mobilità futuri.

Il capitolo 2 illustra l'andamento del mercato delle autovetture ed il changing mindset che ha portato le persone ad avere una maggiore consapevolezza del proprio impatto ambientale. Successivamente è descritto l'andamento nelle vendite evidenziando l'aumento di immatricolazioni di auto elettrificate nonostante il trend negativo di vendite e la crisi economica.

Nel capitolo successivo si presenta il quadro ad oggi delle infrastrutture di ricarica in Italia e dello scarso avanzamento sulle reti autostradali. Sono presentati i quadri normativi che regolano lo sviluppo dell'infrastruttura. È proposta anche un'analisi del nuovo mercato embrionale per le colonnine di ricarica per capire quale potrebbe essere l'evoluzione del mercato.

Nel capitolo 4 si descrive come la spinta innovativa prodotta da questa nuova tecnologia costringa molte aziende a ripensare l'intero sistema produttivo rivedendolo in un'ottica circolare.

Viene proposta un'indicazione dei volumi di questo innovativo settore a livello europeo e italiano, con uno sguardo alle tecnologie future di smaltimento.

Indice dei contenuti

Premessa e scopo del lavoro	2
Indice dei contenuti	4
Indice delle figure	6
Indice delle tabelle	7
capitolo 1 ANALISI DELLA MOBILITÀ PRE E POST PANDEMIA	8
1.1. Breve cronistoria della pandemia	10
1.2. Analisi sulla mobilità Pre-Covid	12
1.2.1 I trend di mobilità	12
1.2.2 L'anno della nuova strategia europea	14
1.3. Analisi della letteratura	17
1.4. La situazione ad oltre un anno dallo scoppio della pandemia	23
capitolo 2 ANALISI DEL MERCATO DELLE AUTOVETTURE	26
2.1 La domanda - una maggiore consapevolezza ambientale nel consumatore	26
2.2 L'innovazione tecnologica nell'offerta	29
2.2.1 Battery Electric Vehicle (BEV)	30
2.2.2 Plug-in hybrid (PHEV)	32
2.2.3 Full hybrid (HEV)	32
2.2.4 Mild hybrid (MHEV)	33
2.2.5 Fuel cell electric vehicle (FCEV)	34
2.3 Analisi del mercato del nuovo	37
2.3.1 Breve descrizione nel 2020	37
2.3.2 Il mercato nel 2021	37
2.4 Analisi del mercato dell'usato	42
2.5 Le batterie	43
2.5.1 Il ruolo della Cina nel controllo delle materie prime	47
capitolo 3 LE STAZIONI DI RICARICA: L'INFRASTRUTTURA AD OGGI	50
3.1 Introduzione – Le strategie delle case automobilistiche	50
3.2 L'economia di piattaforma: auto elettriche e stazioni di ricarica	52
3.2.1 Le soluzioni emergenti per l'interoperabilità Software	53

3.2.2	Le norme Europee che garantiscono lo standard per l'interoperabilità hardware	56
3.3	I riferimenti normativi in Italia per colonnine di ricarica pubbliche	58
3.3.1	La revisione del AFID – da Direttiva a Regolamento	58
3.3.2	PNIRE – Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli elettrici	60
3.3.3	PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza	61
3.3.4	Il decreto semplificazioni e il dibattuto intervento sulle tariffe per la ricarica pubblica	63
3.4	Analisi del settore	65
3.4.1	La competizione nel settore – applicazione del modello delle 5 forze di Porter	66
3.4.2	Tariffa della ricarica elettrica	69
3.4.3	L'evoluzione del mercato	70
3.5	La diffusione delle stazioni di ricarica in Italia	73
3.5.1	L'infrastruttura pubblica sulla rete autostradale	75
3.5.2	La consultazione pubblica	76
capitolo 4	LA CIRCULAR ECONOMY DELLE BATTERIE A FINE VITA	81
4.1	Introduzione	81
4.2	La dimensione del problema: previsione del numero di batterie esauste	82
4.3	Le 3 R del nuovo business: Ridurre, Riciclare, Riutilizzare	83
4.4	Fattori che influenzano l'applicazione della circular economy	85
4.5	Lo stato attuale e i progetti futuri nel mercato europeo	88
4.6	Opportunità	90
CONCLUSIONI		93

Indice delle figure

FIGURA 1 - LINEA DEL TEMPO RIGUARDO LA PANDEMIA IN ITALIA. FONTE DATI: A.I.FI. RIELABORAZIONE PERSONALE.	11
FIGURA 2 - MEDIA EMISSIONI CO ₂ DELLE NUOVE AUTOVETTURE IMMATRICOLATE (G/KM) PER UE E ITALIA. FONTE DATI: ANFIA SU DATI EEA	13
FIGURA 3 - ANDAMENTO EMISSIONI DI GAS A EFFETTO SERRA E PIL PRESENTATO DA UE. FONTE: "STEPPING UP EUROPE'S 2030 CLIMATE AMBITION", COM(2020), ELABORAZIONE PERSONALE	15
FIGURA 4 - VARIAZIONE DELLA MOBILITÀ TRA L'ENTRATA IN VIGORE DELLE MISURE RESTRITTIVE E LA SETTIMANA SUCCESSIVA. FONTE: OSSERVATORIO CPI SU DATI APPLE, 17/04/2020	18
FIGURA 5 - L'EVOLUZIONE TEMPORALE DELLA CONNETTIVITÀ GIORNALIERA PER LE RETI DI MOBILITÀ NAZIONALE IN FRANCIA, ITALIA E REGNO UNITO. CONFRONTO TRA PRE E POST INTRODUZIONE DELLE MISURE LOCKDOWN. FONTE: GALEAZZI, A., CINELLI, M., BONACCORSI, G. ET AL.	20
FIGURA 6 - DESCRIZIONE DEL MODELLO UTILIZZATO NELLO STUDIO.	21
FIGURA 7 - RISULTATI DELLA REGRESSIONE AD EFFETTI MISTI. STUDIO SECONDO TRE MODELLI (A, B, C) SUL RAGGIO MEDIO DI SPOSTAMENTO.	22
FIGURA 8 - I QUATTRO SCENARI FUTURI STUDIATI DA UE. ELABORAZIONE PERSONALE.	24
FIGURA 9 - MERCATO AUTOVETTURE ITALIANO 2021 - QUOTE PER ALIMENTAZIONE	38
FIGURA 10 - ANDAMENTO DELLE IMMATRICOLAZIONI DI NUOVE AUTOVETTURE - CONFRONTO NEGLI ULTIMI TRE ANNI	40
FIGURA 11 - COSTI DI PRODUZIONE CORRENTI E STIMATI DI UN VEICOLO ELETTRICO. RIELABORAZIONE SU FONTE: OLIVER WYMAN	45
FIGURA 12 - ANDAMENTO DEL PREZZO DELLE BATTERIE E LA STIMA PER IL 2022. FONTE: BLOOMBERGNEF	46
FIGURA 13 - ANDAMENTO DEL PREZZO DELLE BATTERIE AGLI IONI DI LITIO E LA CRESCITA DELLA CAPACITÀ PRODUTTIVA NEL MONDO. FONTE: BLOOMBERGNEF	46
FIGURA 14 - MODALITÀ DI RICARICA E SPECIFICHE TECNICHE. FONTE: AUTOAPPASSIONATI	57
FIGURA 15 - RAPPRESENTAZIONE DELLA SUPPLY CHAIN DEL SERVIZIO DI RICARICA ELETTRICA PUBBLICA. ELABORAZIONE PERSONALE.	66
FIGURA 16 - CONFRONTO CRM 2017 E 2020, L'IMPORTANZA ECONOMICA E IL RISCHIO DI APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI PRESENTI NELLE BATTERIE.	82
FIGURA 17- SCHEMA DELLA VALUE CHAIN CIRCOLARE DELLE BATTERIE PER ELECTRIC VEHICLES	84
FIGURA 18 - OVERVIEW DELLE AZIENDE CON STABILIMENTI PER IL RICICLO DELLE BATTERIE, 2020.	88

Indice delle tabelle

TABELLA 1 - SCHEMA RIASSUNTIVO TIPOLOGIE DI ALIMENTAZIONE _____	36
TABELLA 2 - ANDAMENTO DELLE IMMATRICOLAZIONI DEI VEICOLI ELETTRIFICATI E PERCENTUALE SUL PARCO CIRCOLANTE IN ITALIA _____	40

capitolo 1

ANALISI DELLA MOBILITÀ PRE E POST PANDEMIA

La pandemia sta cambiando profondamente le abitudini e lo stile di vita della popolazione mondiale. Molti governi sono stati obbligati ad intraprendere iniziative restrittive sulla mobilità ed i timori spontanei legati al virus hanno, di fatto, modificato radicalmente la nostra socialità, il lavoro e la vita privata. Molte attività, che prima richiedevano spostamenti quotidiani, oggi si possono svolgere da remoto ed il trasporto merci e delle persone è rallentato da adeguamenti straordinari alle condizioni sanitarie attuali.

Le ripercussioni economiche a lungo termine dei blocchi imposti dai governi hanno portato al rallentamento delle più grandi economie del mondo. È sempre più chiaro che le misure messe in atto per fermare la diffusione del Covid-19 produrranno forti cali del PIL e della crescita economica a causa di interruzioni della produzione internazionale e delle catene di approvvigionamento. Gli investitori, infatti, temono che la diffusione del Coronavirus paralizzi la crescita economica e che l'azione del governo non sia sufficiente per fermare il declino.

Il mondo ha attraversato già nel passato altre pandemie ma questa del 2020 rappresenta una vera sfida per il futuro del pianeta.

Sicuramente una prima causa è il sistema economico globale basato sul capitalismo e sulla filosofia just-in-time. Storicamente, un virus si poteva diffondere soltanto attraverso due tipologie di movimento umano, ovvero i viaggi di lunga percorrenza e le guerre. Con l'evoluzione del sistema economico, i tempi di diffusione si sono drasticamente ridotti.¹

Per capirlo, è sufficiente osservare i tempi di diffusione del Covid, infatti, il coronavirus ha impiegato pochi giorni per diffondersi da Wuhan ad altre città cinesi a centinaia di chilometri di distanza, viaggiando lungo le principali catene di approvvigionamento, rotte commerciali e di trasporto aereo². Nel dicembre 2019 quando sono iniziate le infezioni, le autorità cinesi hanno reagito e l'effetto delle misure di contenimento del virus è ben visibile nei dati sulla produzione industriale

¹ David Kaniewski, Nick Marriner – “Conflicts and the spread of plagues in pre-industrial Europe”, 2020, <https://www.nature.com/articles/s41599-020-00661-1>

² Woody, 2020

in Cina, che è diminuita del 13,5% a gennaio e febbraio, rispetto all'anno precedente³. Questo calo della produzione è grave, in particolare se lo si colloca in una prospettiva più lunga: né l'epidemia di SARS nel 2002/2003 né la crisi finanziaria nel 2008/2009 sono state associate a un tale forte calo della produzione.

La chiusura degli stabilimenti produttivi nella Repubblica Popolare Cinese ha determinato un effetto a domino nel mondo con interruzioni delle supply chain. Questa crisi ha evidenziato la fragilità dell'approccio just-in-time che riduce al minimo l'accumulo sia di materie prime che di prodotti finiti in magazzino. Rappresenta però un'occasione per le imprese di rivedere gli elementi di rischio e di vulnerabilità dell'attuale supply chain, rendendola più resiliente agli shock.

Gli scenari di mobilità immaginati sino allo scorso anno sono stati inevitabilmente stravolti dalle conseguenze economico e sociali derivanti dalla pandemia Covid-19. I maggiori studi di questo periodo si domandano e stanno cercando di quantificare l'effetto della pandemia sull'economia mondiale.⁴

Secondo la Banca Mondiale la pandemia ha generato "il più grande shock economico" che il mondo ha vissuto in decenni. In uno scenario ottimistico, il PIL globale, secondo quanto riferito, è destinato a ridursi del 5,2%, ma la continua circolazione del virus potrebbe ulteriormente peggiorare queste già incerte previsioni.⁵

Si osserva, ad esempio, che il 70% del PIL americano dipende dal consumatore interno e a seguito delle restrizioni imposte sicuramente ci saranno degli effetti. Un esempio semplice riguarda la mobilità, infatti, con una mobilità ridotta, le persone diminuiscono l'acquisto di beni come carburante, abbonamenti ai mezzi e conseguentemente altri consumi risultano costretti dalle restrizioni o si spostano sul lato dell'e-commerce.

L'impatto della pandemia sui trasporti nel 2020 è stato devastante e prosegue anche nel 2021. Diversi studi si sono concentrati sugli effetti del Covid e una prima evidenza è che la pandemia ha messo in crisi le vecchie abitudini e ha aperto la popolazione verso forme più green di mobilità.

³ Seric, A. et al. 2020. 'Managing COVID-19: How the pandemic disrupts global value chains', World Economic Forum, 27 April 2020, <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/covid-19-pandemic-disrupts-global-valuechains/> (accessed 7 December 2020).

⁴ Organization for Economic Co-operation and Development – "COVID-19 and global value chains: Policy options to build more resilient production networks, OECD Policy Responses to COVID-19", 2020, <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-and-global-value-chains-policy-options-to-build-more-resilient-production-networks-04934ef4/> .

⁵ World Bank. 2020. Global Economic Prospects.

Nello studio change lab 2030 di Groupama assicurazioni⁶ è emerso che un italiano su due è disposto a cambiare abitudini nei prossimi 10 anni. Inclini al cambiamento sono soprattutto i giovani da 18-35 anni mentre il 40% degli intervistati è aperto alla soluzione della mobilità multimodale ovvero ad utilizzare mezzi diversi in base alla destinazione.

È evidente allora come quanto la pandemia da Covid-19 abbia fatto emergere con forza la necessità di attuare una riflessione sul sistema di mobilità e le infrastrutture. A questo è dedicato il lavoro di tesi.

1.1. Breve cronistoria della pandemia

È il primo dicembre 2019 quando in Cina viene diagnosticato il primo paziente con un nuovo virus respiratorio da Coronavirus. Molti pazienti vengono ospedalizzati a Wuhan e il 29 dicembre Wuhan Health Committee inizia ad effettuare un'indagine epidemiologica sul nuovo virus.

L'agente eziologico è stato designato come sindrome respiratoria acuta grave da coronavirus (SARS-CoV-2). Il virus ha avuto origine nei pipistrelli e la trasmissione umana avviene principalmente attraverso il contatto diretto, indiretto o ravvicinato con persone infette attraverso secrezioni infette come secrezioni respiratorie, saliva o attraverso goccioline respiratorie che vengono espulse quando una persona infetta tossisce, starnutisce o parla.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha coniato il termine Covid-19 e ha dichiarato questa nuova malattia da coronavirus come una pandemia l'11 marzo 2020.

La malattia si è rapidamente diffusa con casi confermati in quasi tutti i paesi del mondo. Al di fuori dei confini cinesi, la rapida impennata di nuovi casi e decessi correlati a Covid-19 è stata osservata dall'inizio di marzo 2020.

In particolare, la figura 1 presenta in maniera sintetica i numeri e le date fondamentali in Italia, il Paese europeo colpito per primo e più drammaticamente in Europa.

⁶ Groupama Assicurazioni e BVA Doxa – “Change Lab, Italia 2030”, ottobre 2021, articolo: <https://www.bva-doxa.com/mobilita-post-covid19-1-italiano-su-2-pronto-a-cambiare-marcia-nei-prossimi-10-anni/>

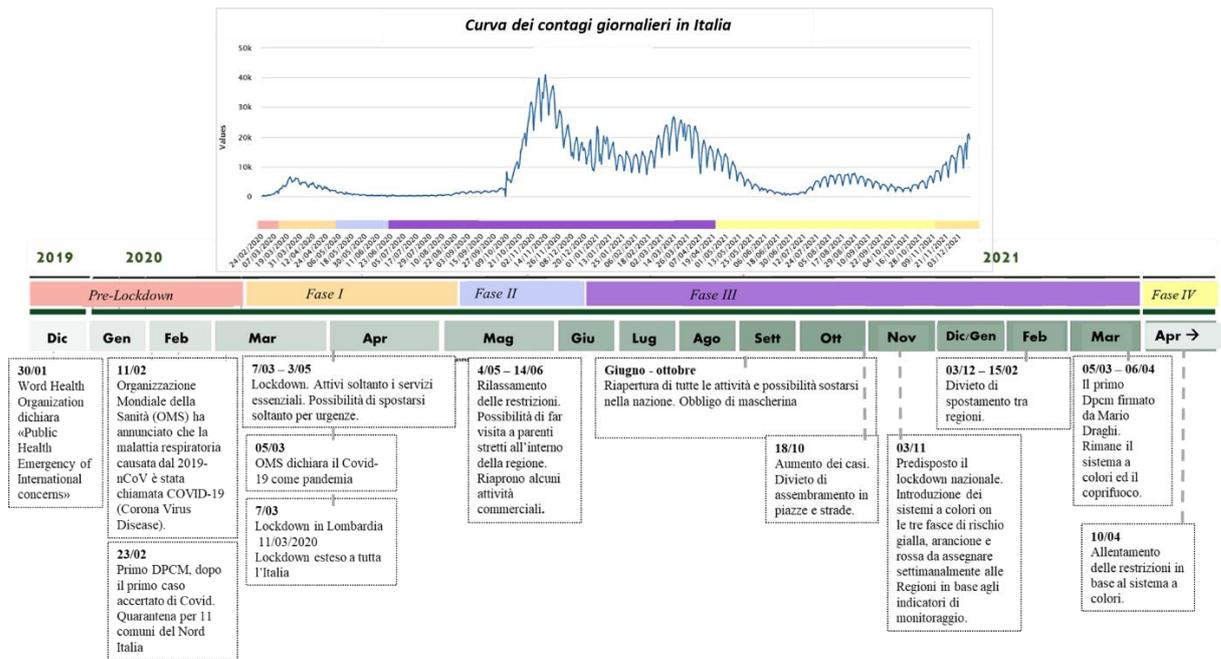


Figura 1 - Linea del tempo riguardo la pandemia in Italia. Fonte dati: A.I.FI. Rielaborazione personale.

Pfizer e BioNtech a novembre del 2020 dichiararono di aver creato il vaccino con più del 90% di efficacia. Tale notizia arrivò a due mesi da quando vennero contati il milione di persone decedute per il virus.

Da quella dichiarazione, gli Stati del mondo iniziarono a stipulare accordi per la fornitura dei vaccini e ad aprile del 2021 più di un miliardo di dosi era già stato inoculato.

Per quanto riguarda la situazione in Italia, ulteriori restrizioni alla mobilità sono proseguite fino a giugno 2021, momento in cui ogni regione è ritornata ad essere bianca ovvero con basso indice di trasmissibilità all'interno del territorio.

La linea del governo e l'efficace campagna vaccinale hanno portato ad un graduale calo dei contagi e il ritorno alla normalità. La dimostrazione è stato il ritorno alla mobilità pre-covid nel periodo estivo, la possibilità di ritornare a lavorare in presenza e la riorganizzazione di grandi eventi e fiere, nel rispetto del distanziamento e obbligo di mascherina.

Da ottobre in Italia e nel mondo si è assistito ad una nuova impennata dei contagi pertanto sono stati reintrodotti lockdown, in particolare in Austria, Germania, Olanda e Regno Unito, i più colpiti dalla nuova ondata. Inoltre, è partita la campagna di vaccinazione per la terza dose che avrà la funzione di evitare il naturale crollo degli anticorpi mantenendo quindi il soggetto vaccinato e al sicuro dal contrarre il virus e di contagiare.

1.2. Analisi sulla mobilità Pre-Covid

1.2.1 I trend di mobilità

Per introdurre l'analisi bibliografica, occorre una breve premessa sul contesto e sulle nuove tendenze di mobilità che si stavano rafforzando prima dello scoppio della pandemia.

Sumatran, Fine e Gonsalves nel report “The future of the car and urban mobility”⁷ hanno individuato una serie di fattori che tutt'ora stanno cambiando la traiettoria della mobilità. Di seguito, se ne citano alcuni.

Per primo, il *rallentamento dell'economia mondiale*, la minor creazione di posti di lavoro ha avuto effetti negativi sia sui redditi che sulle vendite di automobili. All'opposto sono aumentati i costi dell'auto e dei beni correlati, traducendosi in minore mobilità. Inoltre, l'utilizzo dell'auto è diventato sempre più complesso a causa dell'aumento delle zone a traffico limitato e delle crescenti limitazioni per contrastare lo smog.

In cifre, nel 2019 anno preso come benchmark in gran parte dei confronti pre/post-covid, sono stati venduti nel mondo 91,5 milioni di autoveicoli, il 4,5% in meno rispetto al 2018. L'andamento delle vendite è stato contrassegnato soprattutto dalle flessioni del mercato degli autoveicoli in Cina, -8,1%, che segue quella precedente del 3% nel 2018. Tale tendenza è stata causata, secondo una dichiarazione del ministro dell'Industria e delle Tecnologie dell'Informazione della Cina, dalla mancanza di contributi a ricerca e sviluppo di tecnologie fondamentali e ai tagli agli incentivi per l'acquisto di veicoli a basso impatto ambientale.

Un altro fattore importante che sta guidando il cambiamento è la *sostenibilità*. Nell'ultimo decennio, si è presentata, infatti, la necessità di nuove forme di mobilità più green, generando una graduale transizione dal sistema contemporaneo di mobilità incentrato sui veicoli alimentati da combustibili fossili ad quello incentrato su motori completamente elettrici. I dati del 2019 confermano un cambio nel mix di motorizzazione nel mercato. È stato registrato infatti un calo del 13,9% delle vendite di auto diesel, un aumento del 5% delle auto a benzina e un aumento del 41% delle auto ad alimentazione alternativa, che pesano per l'11,2% del mercato totale.⁸

⁷ Venkat Sumantran , Charles Fine e David Gonsalvez — “Faster, Smarter, Greener / The Future of the Car and Urban Mobility”, MIT Press, 2018.

⁸ ANFIA – “Focus UE/EFTA mercato autovetture ad alimentazione alternativa gennaio/dicembre 2020”, 2021, <https://www.anfia.it/it/component/jdownloads/send/13-mercato-autovetture-ad-alimentazione-alternativa/242-fy2020-ue-efta-uk-focus-mercato-auto-ad-alimentazione-alternativa>

Il mercato UE ha registrato una crescita delle auto ad alimentazione alternativa del 43%, mentre l'EFTA del 23,5%. Nel 2017 le auto diesel detenevano il 44% del mercato europeo pari a 6,77 milioni di unità, scese a 4,76 milioni nel 2019, con il 30,3% di quota. Questo forte impatto in Europa è da ricollegare allo scandalo “dieselgate” che ha causato un “danno reputazionale” notevole all’industria dell’auto europea e un’intensa campagna di limitazioni o divieti alla circolazione nei centri urbani. Come si può notare dalla figura di seguito, inoltre, sono stati imposti sempre più limiti severi sulle emissioni.

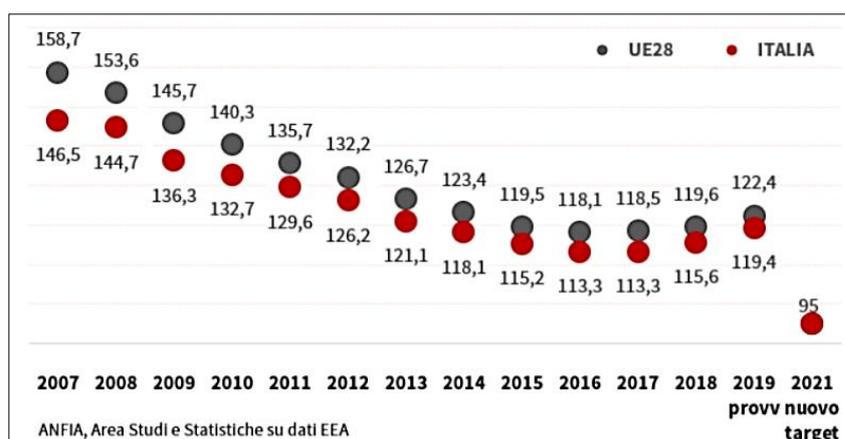


Figura 2 - Media emissioni CO₂ delle nuove autovetture immatricolate (g/km) per UE e Italia. Fonte dati: ANFIA su dati EEA

In conseguenza, le case costruttrici hanno cambiato i piani strategici predisponendo massicci investimenti per l’elettrificazione.

Guardando nel dettaglio nel periodo Pre-Covid in Italia⁹, l’andamento della mobilità stradale motorizzata negli ultimi 30 anni mostra un leggero aumento dagli anni '90 al 2000 e, quindi, una stagnazione fino al 2010, quando si registra un secondo debole incremento.

Il confronto temporale fa emergere complessivamente un incremento delle forme di mobilità più sostenibili, sia in termini di impatto ambientale sia di salute individuale. Nel 2018 gli spostamenti non motorizzati ammontavano al 27,1%, quasi 7 punti percentuali in più rispetto al 2016, a dimostrazione che, anche nel periodo pre-COVID-19, questo tipo di mobilità era già in crescita e attirava sempre più e più utenti sottraendoli alla motorizzazione privata e al trasporto pubblico.

Sul territorio, le scelte di mobilità sostenibile sono più frequenti nei comuni delle aree metropolitane, soprattutto per la maggiore incidenza di persone che si spostano

⁹ Claudia Caballini, Matteo Agostino, Bruno Dalla Chiara – “Physical mobility and virtual communication in Italy: Trends, analytical relationships and policies for the post COVID-19”, giugno 2021, <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.06.007>

a piedi per raggiungere il luogo di studio o di lavoro (24,5%) o che usano esclusivamente i mezzi collettivi (22,8%). Ci si sposta di meno a piedi o in bici nei comuni più piccoli dove i due terzi dei residenti ricorrono al mezzo privato.

Cala in generale la quota di coloro che si spostano con i mezzi privati. Questo rallentamento della crescita della mobilità motorizzata non può essere attribuito solo a condizioni economiche avverse ma anche a un cambiamento comportamentale degli utenti: l'aumento del fenomeno dell'e-commerce e delle esternalità negative, come la congestione, spingono le persone verso mezzi di trasporto più sostenibili.

Un ulteriore trend del mondo dei trasporti presentato nello studio è la *mobilità condivisa*. Si distinguono due fenomeni sempre più in uso ovvero il car pooling, che consiste nel condividere il proprio mezzo con altre persone per diminuire i costi oppure il car sharing, ovvero il noleggio di un'auto di proprietà di terze parti, generalmente per breve termine e in contesti urbani.

Tali servizi si rivolgono principalmente a coloro che non possiedono un veicolo oppure che devono effettuare brevi spostamenti all'interno di una città. Questa fetta di mercato un tempo veniva servita dai taxi. Questa nuova forma di mobilità è diventata sempre più comune soprattutto grazie alla flessibilità offerta infatti si può prenotare l'auto dal cellulare e il costo del tragitto viene addebitato direttamente sulla credit card. Molte grandi case costruttrici sono entrate in questo business, come Daimler e BMW con Car2go-Drivenow, i quali per evitare i problemi della mancanza di parcheggi nelle città, hanno stipulato accordi con le amministrazioni locali per assicurarsi il diritto di parcheggiare i propri veicoli, riducendo gli ostacoli ai clienti quando devono restituire l'auto.

Il grande vantaggio della sharing mobility è che consente di utilizzare un veicolo in maniera simultanea e condivisa, al fine di sfruttare al massimo il suo potenziale. L'utilizzo di veicoli in condivisione consente non solo di eliminare le spese legate a manutenzione, assicurazione e bollo ma anche di ridurre il numero di mezzi di proprietà in circolazione al fine di ridurre le emissioni di CO2 legate al mondo dei trasporti.

Per concludere, E-mobility e sharing mobility sono i due macro-trend che ottimizzano quotidianamente il mondo della mobilità rendendolo connesso, sostenibile e accessibile.

1.2.2 L'anno della nuova strategia europea

L' 11 dicembre 2019, la Commissione ha approvato il Green Deal, un piano finalizzato al raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050 e a ottenere, entro il 2030, una riduzione delle emissioni pari al 55% rispetto al 1990. Il conseguimento di tali riduzioni nel prossimo decennio è fondamentale affinché l'Europa diventi il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050.

La strategia delineata nell'European Green Deal prevede una tabella di marcia composta da azioni volte con due finalità ben definite:

- Ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento;
- Promuovere l'uso efficiente delle risorse per raggiungere un'economia pulita e circolare.

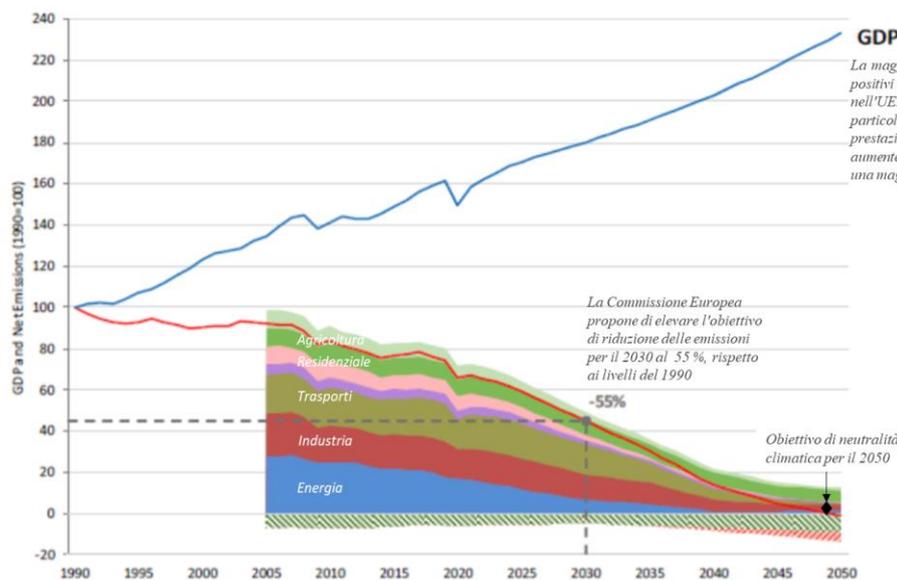


Figura 3 - Andamento emissioni di gas a effetto serra e PIL presentato da UE. Fonte: "Stepping up Europe's 2030 climate ambition"¹⁰, COM(2020), elaborazione personale

Di seguito si presentano gli obiettivi:

- *Energia*: arrivare a produrre il 40% dell'energia richiesta da fonti rinnovabili entro il 2030; decarbonizzazione del sistema energetico, promuovendo tecnologie innovative ed infrastrutture energetiche moderne. Sviluppare il pieno potenziale dell'energia eolica offshore, aumentare l'efficienza energetica e la progettazione ecocompatibile dei prodotti, decarbonizzare il settore del gas e collegare più efficacemente alla rete le fonti di energia rinnovabile.
- *Eliminazione dell'inquinamento*: revisione degli standard di qualità; riduzione dell'inquinamento causato dai grandi impianti industriali; diminuzione del dannoso inquinamento causato da microplastiche e prodotti farmaceutici; preservazione della biodiversità e protezione ai cittadini dalle

¹⁰ European Commission – "Stepping up Europe's 2030 climate ambition Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people", 2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0562>

sostanze chimiche pericolose attraverso un piano di sostenibilità per un ambiente privo di sostanze tossiche.

- *Industria sostenibile*: diminuzione dell'impatto ambientale dovuto all'estrazione delle materie prime; piano di modernizzazione e digitalizzazione delle industrie; Creazione di nuovi mercati per prodotti circolari e climaticamente neutri.
- *Mobilità sostenibile*: entro il 2050, riduzione del 90% delle emissioni di gas a effetto serra prodotti dai trasporti attraverso la digitalizzazione del settore e una condivisione dei dati per progettare città e trasporti più efficienti; diminuzione del 55% di limiti sulle emissioni delle nuove autovetture a partire dal 2030 e del 100 % dal 2035; riduzione dell'inquinamento causato dalla congestione urbana e trasporto pubblico; incremento nell'offerta di carburanti più sostenibili e nel numero di stazioni pubbliche di ricarica.
- *Biodiversità*: strategie a protezione; rendere le città europee più verdi; aumentare la biodiversità negli spazi urbani; ripristino delle foreste, predisponendo un piano per piantare tre miliardi di alberi in tutta Europa entro il 2030; promozione di fonti alternative alle proteine.

Tale strategia si realizzerà tramite atti europei vincolanti (e non) e strumenti di finanziamento.

Il piano "European Green Deal Investment Plan (EGDIP)", indicato anche come Sustainable Europe Investment Plan (SEIP), prevede la mobilitazione di oltre 1000 mld€ nei prossimi 10 anni, attraverso una stretta sinergia tra investimenti pubblici e privati. L'UE inoltre fornirà strumenti utili agli investitori ed agevolerà gli investimenti sostenibili delle autorità pubbliche, semplificando la procedura di approvazione dei finanziamenti nelle regioni interessate alla transizione.

La commissione UE, infine, fornirà sostegno pratico alle autorità in fase di pianificazione ed attuazione dei progetti sostenibili.

Uno degli elementi cardine dell'intera strategia è rappresentato dalla Legge europea sul clima: si tratta di una proposta di regolamento che vede come principale elemento di innovazione la previsione dell'obbligo per l'UE di inserire gli obiettivi ambientali (carbon free) in tutti i futuri atti di diritto derivato. Il fine è di avviare il processo di riconversione volto al raggiungimento dell'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, da realizzarsi esclusivamente con misure collettive all'interno dell'Unione. A tal fine, l'esecutivo europeo ha suggerito di destinare il 25% del prossimo bilancio a lungo termine 2021-2027 ai finanziamenti per il clima.

Tra le novità introdotte dal Green Deal, l'applicazione di "disincentivi" quali tasse e aggravii fiscali (ad es. la tassa europea sulla plastica non riciclata) o l'aumento delle accise su carbone, petrolio ed altre fonti fossili utilizzate per produrre energia.

1.3. Analisi della letteratura

Partendo da queste considerazioni, di seguito saranno presentati studi sulle diverse reazioni della mobilità cittadina a partire dal livello europeo fino al dettaglio italiano.

Un primo studio che merita un'analisi particolare è "Human mobility in response to Covid-19 in France, Italy and UK"¹¹ che analizza la risposta ai divieti di mobilità in tre stati europei: Francia, Italia ed Inghilterra. In particolare, questo studio risulta importante poiché non analizza soltanto le scelte di mobilità ma anche l'infrastruttura presente nelle nazioni. Ai fini della tesi, questo report è rilevante poiché analizzare l'efficienza delle infrastrutture per la mobilità è la base su cui si baserà la transizione ecologica.

Per effettuare lo studio sono stati utilizzati i dati forniti da Facebook attraverso il suo programma "Data for Good", la piattaforma che fornisce mappe di movimento basate su informazioni anonime e aggregate degli utenti di Facebook che hanno abilitato la geo-posizione. In particolare, è stata posta particolare attenzione alle due settimane prima e due settimane dopo il giorno del lockdown nazionale, rispettivamente il 17 marzo per la Francia, il 9 marzo per l'Italia e il 24 marzo per il Regno Unito.

I tre paesi mostrano modelli di mobilità che riflettono la diversità nella loro infrastruttura sottostante: più centralizzati attorno alle loro capitali nel caso di Francia e Regno Unito, e più raggruppati nel caso dell'Italia.

Rappresentando i dati sotto forma di archi che collegano i comuni, pesati secondo il traffico tra la coppia di nodi, è stato osservato che le restrizioni alla mobilità hanno avuto un impatto maggiore sulla connettività della Francia, mentre producono effetti più limitati negli altri due paesi.

L'Italia presenta quattro cluster connessi lungo le linee ferroviarie ad alta velocità di Napoli, Roma, Milano e Torino, che rimangono interconnessi nel tempo dimostrando così un'elevata persistenza e resilienza. Infine, il Regno Unito, con un unico cluster centrato a Londra ma la maggior parte dell'Inghilterra mostra una

¹¹ Alessandro Galeazzi, Matteo Cinelli, Giovanni Bonaccorsi, Francesco Pierri, Ana Lucia Schmidt, Antonio Scala, Fabio Pammolli, Walter Quattrociochi – "Human mobility in response to COVID-19 in France, Italy and UK", Scientific Reports, 2021, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92399-2>

persistenza maggiore nella mobilità rispetto a Francia e Italia, suggerendo quindi la presenza di infrastrutture più capillari.

In tutti i casi, osserviamo una diminuzione delle dimensioni della rete di collegamento alle grandi città a favore di un aumento del numero di nodi singoli: segnale della diminuzione dei viaggi di lungo raggio a favore di tratti più brevi nei singoli Comuni.

Al fine di studiare ulteriormente le riduzioni rilevate e descritte dal report, citiamo l'analisi condotta dall'Osservatorio CPI¹² sul database fornito da Google¹³ ed Apple¹⁴ che mette in evidenza la variazione nella mobilità tra il giorno prima dell'entrata in vigore delle misure e lo stesso giorno della settimana successiva.

Classifica	Paese	Entrata in vigore delle misure - Settimana successiva	Differenze negli spostamenti		
			Auto	Trasporto pubblico	A piedi
1.	Francia	14 marzo - 21 marzo	-61%	-63%	-63%
2.	Italia	22 febbraio - 29 febbraio	-39%	-50%	-82%
3.	Spagna	13 marzo - 20 marzo	-54%	-38%	-56%
4.	Stati Uniti	14 marzo - 21 marzo	-41%	-35%	-53%
5.	Paesi Bassi	14 marzo - 21 marzo	-19%	-41%	-50%
6.	Germania	15 marzo - 22 marzo	-33%	-34%	-33%
7.	Belgio	17 marzo - 24 marzo	-18%	-15%	-9%
8.	Regno Unito	23 marzo - 30 marzo	-19%	-11%	-11%

Figura 4 - Variazione della mobilità tra l'entrata in vigore delle misure restrittive e la settimana successiva. Fonte: Osservatorio CPI su dati Apple, 17/04/2020

Il riferimento al giorno prima dell'entrata in vigore delle misure ha lo scopo di eliminare eventuali distorsioni nei comportamenti dovuti all'annuncio delle misure, mentre il confronto con lo stesso giorno della settimana successiva ha lo scopo di eliminare l'effetto connesso ai diversi giorni della settimana.

In generale comunque occorre considerare che risulta complesso separare l'effetto sulla mobilità generato dall'introduzione di misure, da altri fattori che hanno portato al calo in quanto vi è un effetto sulla mobilità che prescinde dalle misure adottate dai governi e dipende principalmente dal cambiamento dei comportamenti dei cittadini al diffondersi della pandemia.

Le persone, infatti, ancor prima del DPCM del 09 marzo avevano iniziato a mostrare un atteggiamento di cautela, preferendo stare a casa e diminuendo gli spostamenti. Caso particolare quanto è successo nella notte del 7 ed 8 marzo, quando, dopo la

¹² Osservatorio dei Conti Pubblici Italiani - Galli, Palomba e Paudice - "Effetti del lockdown sulla mobilità delle persone nei diversi paesi", 2020.

¹³ Google LLC, "Google COVID-19 Community Mobility Reports", <https://www.google.com/covid19/mobility/>.

¹⁴ <https://www.apple.com/covid19/mobility>.

dichiarazione di chiusura totale in Lombardia in altre 14 province del Centro-Nord, si è verificato un “esodo” dal nord al sud.

Ad ogni modo, la figura 4 mostra che il calo della mobilità a seguito del lockdown è stato brusco nel caso di Francia, Italia e Spagna, medio nel caso degli Stati Uniti, Paesi Bassi e Germania e più blando nel caso di Belgio e Regno Unito. Chiaramente tale calo dipende in parte dal fatto che, come già sottolineato, i paesi hanno adottato misure restrittive di intensità diversa. Oltre a questo, bisogna tenere conto che nei paesi in cui i provvedimenti sono stati adottati tardivamente come Germania e Regno Unito, il contesto era caratterizzato da un trend della mobilità già decrescente, probabilmente dovuto al fatto che i cittadini avevano già adottato comportamenti prudenti al fine di limitare il contagio; pertanto, l’impatto dell’introduzione delle misure è risultato inferiore.

L’analisi proposta da Galeazzi, A., Cinelli, M., Bonaccorsi, G. *et al.*¹¹, però, è stata molto utile per evidenziare la differente struttura dei tre paesi. Tale report continua, eseguendo una percolazione sui grafi ottenuti, eliminando iterativamente i contorni della rete secondo peso crescente.

Da questo si è osservato che la Francia, dopo le misure restrittive, ha mantenuto il centro a Parigi tramite collegamenti a lungo raggio a formare una stella con alcuni grossi centri cittadini dello Stato.

Nel caso dell’Italia, il lockdown ha esaltato l’importanza della mobilità locale. Si noti che, mentre al Centro e al Sud la mobilità resta definita prevalentemente a livello regionale (in Fig.5 si possono distinguere Sicilia, Campania, Lazio e Toscana), il lockdown svela che il nord Italia è più interconnesso, mostrando una mobilità principalmente distribuita per le principali regioni industriali, ovvero Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna.

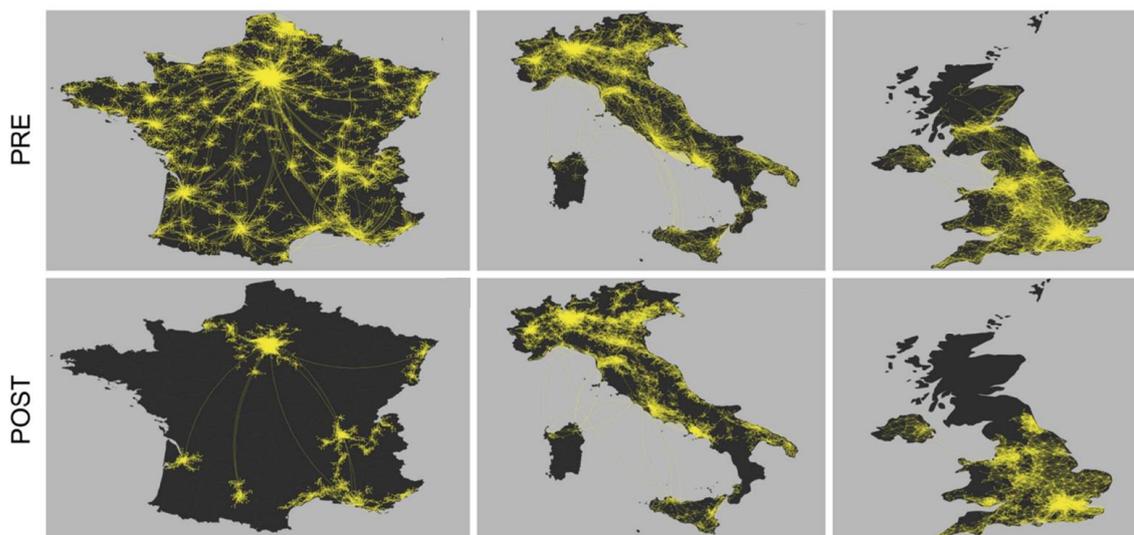


Figura 5 - L'evoluzione temporale della connettività giornaliera per le reti di mobilità nazionale in Francia, Italia e Regno Unito. Confronto tra pre e post introduzione delle misure lockdown. Fonte: Galeazzi, A., Cinelli, M., Bonaccorsi, G. et al.

Per quanto riguarda il Regno Unito invece si evince chiaramente che è Londra-centrico, la cui rete di mobilità rimane pervasiva anche dopo il lockdown.

La ricerca prosegue ulteriormente cercando di spiegare la resilienza dei Comuni con il rapporto tra Prodotto Interno Lordo (PIL) Pro capite nel 2016 e la densità di popolazione.

Per eliminare l'effetto degli outlier sono state rimosse le osservazioni dell'1% superiore per PIL ed è stata calcolata una correlazione positiva e significativa tra le due variabili, indice R di Pearson di 0,37, pertanto si può concludere che la resilienza dei nodi in Italia è fortemente correlata con la ricchezza delle province (sia misurata dal Valore Aggiunto Pro capite, sia, con un effetto minore, dal PIL pro capite) e con la densità e la dimensione della popolazione sul territorio.

Per ampliare lo studio, si presenta la ricerca di Gauvin, Bajardi *and oth.*¹⁵ che correlano la risposta alla mobilità durante la prima e la seconda fase del Covid con ulteriori determinanti socioeconomiche.

La ricerca si è basata sul database di Cuebiq Inc.¹⁶ su un panel di circa 41.000 utenti anonimi che hanno fornito l'accesso alla loro posizione sul dispositivo mobile.

¹⁵ Gauvin Laetitia, Bajardi Paolo, Pepe Emanuele, Lake Brennan, Privitera Filippo, Tizzoni Michele – “Socioeconomic determinants of mobility responses during the first wave of COVID-19 in Italy: from provinces to neighbourhoods.”, The Royal Society Publishing, 2021, <https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0092>

¹⁶ Cuebiq Inc. ®, <https://www.cuebiq.com/visitation-insights-covid19/>

Per individuare quali fattori socioeconomici spiegano le diverse risposte di mobilità, è stato utilizzato un modello di regressione a effetti misti definito dalla seguente equazione:

$$\Delta x_{i,d} = \beta_0 + \sum_j \beta_j s_{ij} + \beta_{0d} + \epsilon_r$$

Descrizione:

$\Delta x_{i,d}$:riduzione di mobilità nel giorno d per la provincia i

s_{ij} :elementi della matrice S , contenente le variabili esplicative standardizzate

β_{0d} :effetto casuale giornaliero

β_0 :effetti fissi associati

ϵ_r :termine di errore

Figura 6 - Descrizione del modello utilizzato nello studio.

In particolare, è stata valutata l'associazione tra le riduzioni della mobilità sia effettuando un'analisi dedicata esclusivamente alle variabili sociodemografiche (modello A), una solo a quelle economiche (B) ed infine insieme(C). La figura 6 mostra le specifiche del modello mentre in seguito si riporta la tavola con le stime dei coefficienti e il confronto tra le alternative. Nella seconda e terza fase, il modello migliore in termini di robustezza è quello che include tutte le variabili mentre il modello A dovrebbe essere preferito nel periodo pre-lockdown.

independent variables [estimates (s.e.)]	(A)	(B)	(C)
dependent variable: relative reduction of $\langle k \rangle$ in pre-lockdown			
population density	3.33*** (0.89)	2.85*** (0.85)	3.29** (0.89)
old age index	2.43* (1.04)	—	0.74 (1.29)
high education	3.17*** (0.99)	—	3.36** (1.14)
female	-1.93 (1.11)	—	-3.21* (1.26)
commuters	—	-0.49 (0.89)	0.24 (1.08)
residential buildings	—	2.26** (0.87)	2.38* (1.08)
intercept	16.74*** (3.01)	16.74*** (3.08)	16.74*** (3.08)
no. of days	16	16	16
AIC	5429.47	5439.31	5428.65
dependent variable: relative reduction of $\langle k \rangle$ in lockdown			
population density	0.001 (0.45)	0.75 (0.47)	0.08 (0.45)
old age index	-0.10 (0.52)	—	-0.80 (0.65)
high education	9.79*** (0.5)	—	10.88*** (0.57)
female	-4.32*** (0.56)	—	-4.66*** (0.63)
commuters	—	-2.88*** (0.49)	1.98*** (0.54)
residential buildings	—	0.15 (0.48)	1.01 (0.54)
intercept	62.21*** (0.87)	62.21*** (0.87)	62.21*** (0.87)
no. of days	38	38	38
AIC	12094.05	12399.40	12082.48
dependent variable: relative reduction of $\langle k \rangle$ in phase 2			
population density	0.39 (0.83)	0.48 (0.84)	0.27 (0.82)
old age index	0.63 (0.96)	—	-1.37 (1.19)
high education	10.31*** (0.92)	—	9.8*** (1.05)
female	-5.32*** (1.03)	—	-6.98*** (1.16)
commuters	—	-4.68*** (0.88)	-1.09 (0.99)
residential buildings	—	1.34 (0.86)	2.8** (0.99)
intercept	39.34*** (1.68)	39.34*** (1.68)	39.34*** (1.68)
no. of days	14	14	14
AIC	4584.88	4665.17	4579.13

Significance levels: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Figura 7 - Risultati della regressione ad effetti misti. Studio secondo tre modelli (A, B, C) sul raggio medio di spostamento.

Studiando i risultati mostrati in figura 7, prima del blocco nazionale, alcune variabili erano significativamente associate alla riduzione della mobilità: una è la densità di popolazione ($\beta = 1,04$, 95% CI [0,03, 2,04] - modello A) ed è rimasta associata a maggiori riduzioni della mobilità, sia durante il blocco e nella fase 2 ($\beta = 2,96$, [2,53, 3,39] e $\beta = 3,00$, [2,11, 3,90], rispettivamente - modello C). Ciò significa che le aree più densamente popolate (cioè urbane) sono state in grado di ridurre la mobilità più delle aree rurali. Da un punto di vista demografico abbiamo scoperto che una popolazione più anziana e più istruita era costantemente associata positivamente a maggiori riduzioni della mobilità durante tutte e tre le fasi.

Per quanto riguarda le variabili economiche, esse sono risultate significativamente associate alle risposte alla mobilità, come anche già evidenziato negli studi citati in precedenza. Inoltre, a livelli più alti di disoccupazione è stata associata a una maggiore riduzione del raggio di spostamento durante il lockdown ($\beta = 2.5$, [1.71, 3.3]) e dopo l'allentamento delle restrizioni ($\beta = 4.68$, [2.97, 6.39]).

Le province con una quota maggiore dei loro lavoratori occupati nel settore industriale hanno sperimentato una riduzione della mobilità maggiore durante il blocco, al contrario di quelle caratterizzate da una maggiore forza lavoro agricola. Ciò era prevedibile poiché l'intero settore agricolo è rimasto pienamente attivo per garantire l'approvvigionamento alimentare, anche durante il periodo di lockdown più rigoroso.

Infine, poiché la diffusione di SARS-CoV-2 in Italia non era uniforme tra le province, è stato studiato l'“attack rate” ovvero la frazione cumulativa di infezioni segnalate in una provincia fino a una determinata data. È risultata una correlazione positiva con il raggio di spostamento in ogni fase, indicando come un rischio percepito maggiore può aver portato all'adozione di comportamenti protettivi auto-imposti da parte della popolazione.

Utilizzando, invece, come metrica l'indicatore rete di co-localizzazione ioK , costruito considerando la compresenza di persone in un dato quartiere ogni ora, è stato dimostrato che i quartieri più centrali delle città sono stati quelli che hanno registrato la maggiore riduzione dell'indicatore ed una volta revocate le restrizioni, la mobilità è aumentata più rapidamente nella periferia, lasciando vuoti i centri storici delle città per un periodo di tempo più lungo.

In particolare, l'analisi ha dimostrato l'avvenimento del fenomeno della desertificazione dei centri storici: dati gli interventi maggiormente restrittivi nei centri urbani, i più gravemente colpiti dalla pandemia, i residenti sono stati indotti a spostarsi nelle seconde case in campagna.

Infine, all'inizio della fase due, alcune province sono tornate più rapidamente ai livelli di mobilità di base mentre altre hanno mantenuto livelli di mobilità inferiori per giorni e settimane aggiuntivi.

1.4. La situazione ad oltre un anno dallo scoppio della pandemia

Nel settembre 2020, ovvero a sei mesi dalla dichiarazione dell'OMS, l'Unione Europea ha presentato lo studio “COVID-19 and urban mobility: impacts and perspectives”¹⁷ con l'intento di spiegare l'impatto a breve e a lungo termine sui trasporti.

In particolare, nel report venivano presentati quattro scenari futuri, riassunti nella seguente figura.

¹⁷ European Parliament's Committee on Transport and Tourism, Giacomo Lozzi, Edoardo Marcucci, Valerio Gatta, Valerio Pacelli, Maria Rodrigues, Tharsis Teoh, Balázs MELLÁR, Davide PERNICE, Mariana VÁCLAVOVÁ – “COVID-19 and urban mobility: impacts and Perspectives”, settembre 2020, <https://bit.ly/2F7TFBq>

<p>IL SISTEMA DI TRASPORTO URBANO TORNA ALLA SITUAZIONE PRE-COVID-19</p> <p>È più probabile che questo scenario si verifichi se il virus scompare presto o se la sua carica virale diminuisce.</p> <p>In questo caso, senza un intervento significativo da parte delle autorità, le persone torneranno al loro precedente abitudine di trasporto. Alcuni saranno resistenti all'uso del trasporto pubblico (PT), ma altri saranno costretti dalla crisi economica.</p>	<p>PREVALE LA DOMANDA DI TRASPORTO PRIVATO</p> <p>Se invece la situazione rimane incerta, la domanda di trasporto privato continuerà ad aumentare nel breve-medio termine.</p> <p>La sua tipologia e portata dipenderanno delle politiche a sostegno di modalità alternative morbide, sia per passeggeri e merci.</p>
<p>LA DOMANDA DI TRASPORTO È COMPLESSIVAMENTE RIDOTTA</p> <p>Questo approccio sarebbe adatto nel caso in cui sia necessario reintrodurre misure restrittive alla circolazione delle persone.</p> <p>Camminare, la modalità meno impattante di trasporto, è predominante in questo contesto.</p>	<p>MOBILITÀ MULTIMODALE INTEGRATA CON MODALITÀ ATTIVE E PT</p> <p>Questo scenario corrisponde alla visione di mobilità sostenibile .</p> <p>Si sfrutta il sistema di trasporto multimodale, in cui viene data priorità alle modalità più efficienti e sostenibili, e l'offerta di trasporto è integrata sia dal punto di vista della pianificazione che della user experience.</p>

Figura 8 - I quattro scenari futuri studiati da UE. Elaborazione personale.

Ad un anno dalla pubblicazione di tale report, si può affermare che la situazione è migliorata grazie soprattutto alla forte campagna di vaccinazione Anti-Covid che ha permesso al governo, sia italiano che quello degli altri stati europei, di introdurre nuovamente soluzioni di limitazione alla circolazione e chiusure solamente in situazioni estremamente gravi.

Nel terzo trimestre del 2021, il 18esimo rapporto Audimob¹⁸ sulla mobilità nel post Covid, gli italiani scelgono sempre di più la bici, per lo più elettrica, altri mezzi di mobilità elettrici e l'uso dei mezzi pubblici sta ulteriormente diminuendo.

A confermare, interviene il gruppo Telepass¹⁹ che afferma che il traffico autostradale in Italia sulle tratte gestite è in costante ripresa rispetto al 2020 infatti da gennaio a ottobre c'è stata una forte ripresa del traffico (quasi il 30 per cento) e l'incremento più vistoso ha riguardato i veicoli leggeri, che avevano subito le restrizioni maggiori durante il primo lockdown. Il periodo in cui si è registrato un vero boom di presenze automobilistiche sono i mesi di aprile (+362,93%) e maggio (+143,63%). L'aumento è proseguito nei mesi di giugno e luglio, pur se in misura minore (+ 54,07% e +9,78%) ed è risultato in crescita anche settembre (+ 6,66%). Da notare però che il

¹⁸ Isfort, Mims – “18° Rapporto “Audimob” sulla Mobilità degli Italiani”, novembre 2021, https://d1sjfc1jc23kt3.cloudfront.net/wp-content/uploads/2021/11/Audimob_Abstract.pdf

¹⁹ Infoblue mobility trend, articolo: https://www.repubblica.it/cronaca/2021/10/06/news/1_italia_riparte_dal_traffico_superati_ilivelli_pre_covid_sulle_principali_arterie_del_paese_-321021932/

dato per il mese di aprile e maggio risulta sfalsato poiché confrontato con la primavera del 2020 in cui era ancora attivo il lockdown nazionale.

La visione più ampia è stata presentata da MIMS²⁰ analizzando l'intero tessuto stradale italiano. Per il traffico dei veicoli leggeri e pesanti su rete Anas è stato recuperato il livello di domanda del 2019 e sulla rete delle Autostrade in concessione è stato raggiunto un +3% per entrambe le categorie veicolari rispetto agli stessi livelli di domanda pre-covid.

Gli ultimi report pongono quindi una visione nel mezzo tra il ritorno alla mobilità pre-pandemico e l'aumento di domanda per il mezzo privato, presentati dall'Unione Europea. Sempre lo studio di Audimob evidenzia come nel progressivo ritorno alla normalità, gli italiani sono innanzitutto più attenti all'ambiente come dimostra il forte aumento di veicoli elettrici in circolazione. Un approfondimento sarà dedicato nel capitolo successivo.

²⁰ Missione del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (Mims) - Osservatorio sulle tendenze di mobilità durante l'emergenza sanitaria del COVID-19 (III trimestre 2021), novembre 2021, <https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2021-11/Report%20Osservatorio%20TPL.pdf>.

capitolo 2

ANALISI DEL MERCATO DELLE AUTOVETTURE

2.1 La domanda - una maggiore consapevolezza ambientale nel consumatore

Il lockdown ha sconvolto le abitudini di milioni di persone, obbligandole a rimanere a casa e a limitare gli spostamenti. Tuttavia, da un altro punto di vista, si è trattato di una opportunità: infatti, durante il blocco, il livello di smog è diminuito precipitosamente poiché i veicoli sono rimasti fermi e le restrizioni negli spostamenti hanno ridotto il numero di voli a livello globale. In questo modo, la popolazione ha avuto modo di osservare la diminuzione delle conseguenze del comportamento consumistico.

Legambiente²¹ ha però evidenziato un passaggio importante legato al lasso di tempo intercorso tra le misure più restrittive (metà marzo) e la diminuzione delle concentrazioni (avvenute verso la fine di marzo). Ci sono voluti infatti circa una decina di giorni per vedere gli effetti apportati dalla diminuzione delle emissioni veicolari. Questo mostra come blocchi alla circolazione o divieti imposti nelle città per diminuire i livelli di PM10 siano solamente soluzioni emergenziali a sfioramento di più giorni dei livelli di guardia. Occorre l'adozione da parte di cittadini e amministrazioni di misure più continuative e strutturali.

Studi scientifici²², inoltre, hanno evidenziato delle correlazioni tra la propagazione della pandemia ed il livello di inquinamento. Queste discussioni hanno innescato il cambiamento di mentalità nei consumatori e gli effetti saranno dirompenti nel prossimo futuro.

Il cambiamento climatico è quindi una emergenza che riguarda tutti e che richiede sforzi straordinari per essere contrastato ma che, a differenza della pandemia, ha effetti meno visibili nell'immediato. Negli ultimi anni si è assistito sempre più

²¹ Legambiente – Mal'Aria di città, Gennaio 2021, https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/01/Rapporto_Malaria_2021.pdf

²² Ospedale San Raffaele, A. Frontera, L. Cianfanelli, K. Vlachos, G. Landoni, G. Cremona – “Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients: The “double-hit” hypothesis.”, Maggio 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.05.031> ; La Stampa – articolo “Lo smog aiuta il coronavirus. Gli studi confermano ma la scienza s'interroga ancora”, 17 marzo 2021

frequentemente ad alluvioni, frane, temperature anomale e siccità. Fenomeni che hanno portato le persone a porre sempre più attenzione all'ambiente e alle proprie scelte di consumo.

Il sondaggio²³ della commissione Europea nel periodo di marzo-aprile 2021 mostra che i cittadini europei credono che il cambiamento climatico sia il problema più grave che il mondo deve affrontare. Più di nove intervistati su dieci considerano il cambiamento climatico un problema serio (93%) e quasi otto su dieci che lo considerano molto grave.

In un confronto tra i risultati ottenuti in anni precedenti, dal 2015 al 2021 evidenzia come in 26 Stati membri dell'UE la quota di intervistati, che affermano di aver preso personalmente provvedimenti per lotta al cambiamento climatico negli ultimi sei mesi è aumentato, anche di 20 punti percentuali come in Slovacchia e Portogallo.

Gli intervistati hanno sottolineato l'esigenza di riforme strutturali per accompagnare le azioni individuali, indicando i governi nazionali (63 %), il settore commerciale e industriale (58 %) e l'UE (57 %) come soggetti attivi nella campagna ambientale.

Tra le azioni individuali intraprese dagli europei compare la maggiore attenzione nella raccolta differenziata e riduzione di beni usa e getta. Inoltre, circa un terzo degli europei utilizzano regolarmente delle alternative alla propria auto privata.

Tra coloro che hanno dichiarato di aver acquistato un nuovo veicolo, soltanto l'8% ha affermato di aver posto attenzione alle emissioni e al minor consumo di carburante come fattore chiave per l'acquisto. Infine, solo il 2% dichiara di aver acquistato un'auto elettrica. In Italia, tale percentuale risulta essere invece doppia rispetto alla media europea (4% contro la media UE del 2%).

Per altre evidenze, si guarda alla ricerca promossa da Ipsos nell'indagine "L'economia circolare in Italia"²⁴: Il livello di conoscenza della sostenibilità, sta aumentando significativamente passando da 7 % nel 2011 a 37% nel 2020. Anche la relazione tra relazione tra cittadini ed imprese si sta evolvendo, infatti, due su tre intervistati ritengono che le aziende abbiano delle responsabilità nei confronti della società e che quindi debbano intraprendere azioni rilevanti rispetto alle tematiche ecologiche.

I cittadini pongono inoltre molta aspettativa sul piano del recovery fund, chiedendo che i fondi vengano investiti all'insegna della circolarità, sostenibilità al fine di

²³ Indagine Eurobarometro – Report “Eurobarometer Survey: Europeans consider climate change to be the most serious problem facing the world”, Luglio 2021, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3156

²⁴ Ipsos – “L'economia circolare in Italia”, Ottobre 2020, <https://www.ipsos.com/it-it/leconomia-circolare-italia>

combattere la crisi climatica in atto. Questo evidenzia un grande cambio del punto di vista delle persone. Un tempo, l'attenzione all'ambiente veniva visto come un freno all'economia mentre ora invece nasce l'idea di una crescita economica sostenibile.

Ipsos ha anche chiesto quanto dello sviluppo post covid deve essere legato alla sostenibilità: due su tre degli interpellati, dicono che è l'unica soluzione.

Quali sono i driver di questa maggiore attenzione all'ambiente? Aspetto etico, la paura di lasciare un pianeta degradato ai nostri figli. Un prodotto sostenibile ora è giudicato qualitativamente migliore e quindi più desiderabile perché dietro ci sono innovazioni ed investimento.

Ben 82% delle persone coinvolte nella ricerca ritengono che i cambiamenti climatici dipendano largamente dalla attività umana e 4 su 5 dicono che se non si cambiano abitudini allora ci saranno dei disastri ambientali. A fronte di un elevato livello di preoccupazione (il 92% degli intervistati), gli stessi confermano che sono le attività umane la principale causa dei cambiamenti climatici (86%). Affiora fortemente anche la consapevolezza che le nostre abitudini di consumo non siano più sostenibili (per l'86%) e che il riscaldamento globale avrà un grosso impatto sulla vita delle persone (82%).

Riguardo la mobilità sostenibile ed il processo di elettrificazione, sono rilevanti i risultati ottenuti da due distinte ricerche promosse da Accenture e AlixPartners.

Nel report "Busting automotive sustainability myths"²⁵, condotto su un campione di 8.500 consumatori provenienti da Stati Uniti, Cina e otto Paesi Europei, è stato rilevato che la sostenibilità per chi acquista un'auto non è più una preoccupazione secondaria. Il 64% del panel, in particolare, è interessato a questa tematica e la maggior parte del campione desidererebbe acquistare un veicolo a nuova propulsione. I conducenti attenti alla sostenibilità sono anche disposti ad accettare alcuni altri compromessi per un veicolo sostenibile, più di sei su 10 sono disposti ad accettare un'auto con un design meno attraente e più funzionale (63%) o un'auto con prestazioni ridotte (62 per cento). In altre parole, i conducenti orientati alla sostenibilità sono disposti ad accettare compromessi su fattori che molti nell'industria automobilistica ritengono siano criteri di acquisto critici e non negoziabili.

Nel dettaglio, il rapporto di AlixPartners²⁶ rivela che la percentuale di soggetti intenzionati ad acquistare un elettrico a batteria pura, è più che raddoppiata rispetto

²⁵ Accenture – "Busting automotive sustainability myths", 2021, <https://www.accenture.com/us-en/insights/automotive/busting-automotive-sustainability-myths>

²⁶ AlixPartners - Global Automotive Outlook 2021, <https://www.alixpartners.com/media-center/press-releases/global-automotive-outlook-di-alixpartners/> ;

al 2019, passando da 11 al 25% a livello globale. In Italia, tale valore raggiunge il 38% del panel.

In ogni articolo o report, è sempre stato dichiarato il prezzo come barriera all'acquisto di auto sostenibili sostenendo che la maggior parte dei conducenti è molto sensibile al prezzo e non pagherà di più per una maggiore sostenibilità. Secondo una prima lettura di AlixPartners, a livello mondiale, l'11% dei campione a livello mondiale si dice disposto a spendere il 25% in più per comprare una Bev, percentuale che sale al 27% con un costo aggiuntivo contenuto al 10% e al 73% con prezzi alla pari tra un'elettrica e una termica della stessa classe e ancora, il 73% delle persone intervistate comprerebbe un'auto elettrica se avesse un prezzo di listino pari ai veicoli a combustione tradizionale e la percentuale scenderebbe al 27% con un prezzo superiore non oltre il 20%. Conclusione più drastica nella ricerca di Accenture, dove solamente il 4% sarebbe disposto a spendere fino al 25% in più.

Anche la ricerca di casa Continental Italia dove, nel terzo Osservatorio Mobilità e Sicurezza²⁷, riporta come due italiani su tre, ovvero il 66,1% degli intervistati, si dichiarano potenzialmente interessati all'acquisto di un'auto elettrica (il 55,5%) mostra comunque come il fattore economico risulti essere il primo punto debole delle BEV: il 62,8% dei consumatori afferma di non avere un budget adeguato ad acquistarne una.

Questi sondaggi hanno dato una istantanea del nostro paese e della propensione di acquisto maturata nel 2021 ma tra le consapevolezze dei cittadini ed il comportamento è sempre stato presente un divario. Si osserva tuttavia che la domanda sta andando verso una maggiore sostenibilità. Nei prossimi paragrafi si vuole verificare se tale tendenza si presenta anche al momento dell'acquisto delle vetture.

2.2 L'innovazione tecnologica nell'offerta

L'innovazione tecnologica ha da sempre un ruolo fondamentale nel rafforzamento dell'efficienza dei veicoli privati e commerciali. Il primo impulso è partito nel 1970, con l'emanazione della Direttiva 70/220/CEE con norme e regole via via diventate nel tempo sempre più severe sulla riduzione delle emissioni di CO₂ e degli agenti inquinanti. Nell'offerta delle case produttrici, si distinguono quattro tipi di veicoli spinti da elettricità: a batteria elettrica (BEV), i veicoli ibridi (HEV), gli ibridi plug-in (PHEV), i mild hybrid ed infine i fuel-cell.

Rivista Quattroruote – articolo “Sorpresa: agli italiani piace l'auto elettrica, anche se con tanti “ma””, 27 ottobre 2021.

²⁷ Continental – 3° osservatorio Continental mobilità e sicurezza, Ottobre 2021, <https://www.continental-pneumatici.it/auto/chi-siamo/press/news/osservatorio-continental-mobilita-e-sicurezza>

L'elettrificazione del veicolo migliora il risparmio di carburante e/o elimina l'uso di combustibili a base di petrolio (ad esempio, nei BEV). Se si considerano le emissioni per miglio del ciclo completo del carburante, le ipotesi sono più complesse e dipendono dalle emissioni a monte della fonte di energia elettrica di ricarica. In seguito, una descrizione delle varie tecnologie.

2.2.1 Battery Electric Vehicle (BEV)

Secondo gli storici, la prima autovettura elettrica venne messa su strada da uno scozzese nel 1830. Nei successivi decenni, la capacità delle batterie aumentò e nel 1900 divennero popolari come quelli a motore a combustione. Nel 1900, il vapore aveva il 40% delle vendite, l'elettrico il 38% ed i motori a benzina solo il 22%. I motori elettrici erano preferiti perché erano meno rumorosi, producevano meno esalazioni sgradevoli ed inoltre erano più facili da avviare (i motori a combustione interna invece dovevano essere avviati con una manovella).

Vennero però abbandonati a causa della poca autonomia, della dimensione e peso delle batterie, nonché dell'elevato costo. Inoltre, la scoperta di giacimenti di petrolio e le nuove tecnologie resero più facile l'estrazione del carburante e la diffusione delle macchine a combustione.

Nel 1990 le industrie automobilistiche furono nuovamente interessate alle alimentazioni elettriche, mossi anche dalla norma Zero-emission-vehicle introdotta nello stato della California, nel quale veniva richiesto a tutti i fornitori di auto di inserire tra la propria offerta, i veicoli elettrici, pena il blocco della vendita di auto a benzina nello stato. Il progetto di legge venne successivamente ritirato a causa di pressioni da parte dei costruttori e delle compagnie petrolifere preoccupate di vedere ridurre i loro ricavi. Inoltre, i consumatori erano poco predisposti all'acquisto di automobili a batteria sempre a causa del prezzo di vendita elevato e della scarsa autonomia chilometrica.

Nelle auto full electric moderne l'elemento chiave è la batteria a ioni di litio²⁸, da cui dipendono l'autonomia, le prestazioni e il costo della vettura. Tali veicoli sono spinti da una trazione elettrica attraverso uno o più motori ad induzione o a magneti permanenti. La batteria serve per accumulare l'energia e la ricarica è possibile sia attraverso una fonte esterna che da quella recuperata in fase di rallentamento del veicolo; il suo peso può superare i 300 Kg e viene posizionato sotto il pianale per abbassare il baricentro dell'auto e migliorare la guida. Nel dettaglio, l'accumulatore è formato da celle ovvero da molte piccole batterie, collegate in serie ed in parallelo per produrre il giusto voltaggio ed amperaggio. Durante l'utilizzo delle batterie, la loro temperatura aumenta ma un circuito di refrigerazione collegato ad un radiatore

²⁸ Durante il 21 secolo, la domanda di smartphone e pc ha favorito le batterie ricaricabili, in particolar modo quelle a ioni di litio in grado di accumulare il triplo della carica in tempo minore rispetto alle batterie al piombo utilizzate nei primi esemplari.

mantiene la temperatura degli accumulatori nel range ideale, impedendone il danneggiamento e aumentandone l'efficienza.

Le batterie cedono corrente continua che viene trasformata in alternata grazie all'inverter poiché il motore elettrico a corrente alternata è più efficiente del corrispettivo a corrente continua. L'inverter può variare la frequenza della corrente alternata regolando la velocità del motore elettrico.

Il vantaggio rispetto ai motori a combustione interna sono i diversi indici di coppia e gli alti regimi di rotazione. Un motore elettrico ha una coppia disponibile da subito che rimane costante al crescere della velocità e questo permette di utilizzare una trasmissione a singola velocità piuttosto che a vari rapporti.

Per la retromarcia, l'inverter inverte le fasi di alimentazione del motore che girerà al contrario e tramite il differenziale e i semiassi il movimento verrà trasmesso alle ruote.

Queste automobili sono convenienti soprattutto per chi le usa in città e dispone di una struttura adatta alla ricarica domestica, dato che i costi dei rifornimenti alle colonnine elettriche pubbliche sono più alti. Possono essere utilizzate anche per viaggi lunghi pianificando le soste e per questo sono state sviluppate molte applicazioni smartphone che indicano i punti di ricarica.

In base all'analisi condotta da Jato Dynamics²⁹, il prezzo medio di vendita, dal 2011 al 2021, è aumentato del 28%. Inoltre, in tutti gli Stati Europei il prezzo dei veicoli elettrici risulta essere ancora alto rispetto al prezzo delle vetture tradizionali ad eccezione della Norvegia, l'unico paese in cui un veicolo elettrico medio costa 8500 euro in meno rispetto alla media di un'auto a benzina o diesel.

Si può affermare comunque che nei paesi in cui i veicoli elettrici non sono ancora competitivi in termini di costi rispetto alle auto termiche, il divario di prezzo si è notevolmente ridotto e si prevede che i veicoli elettrici saranno competitivi in termini di Total Cost of Ownership entro il 2030³⁰

Alcuni svantaggi che presentano tutt'ora le auto full-electric sono la limitata autonomia di percorrenza (anche se i progressi sulla capienza degli accumulatori sta migliorando) la lunga durata di ricarica delle batterie ed il loro deterioramento e smaltimento nel tempo.

²⁹ Jato Dynamics – report “EV prices have been growing during the last 8 years”, December 2019, <https://www.jato.com/ev-prices-have-been-growing-during-the-last-8-years/>

³⁰ BloombergNEF –“ EV Global Outlook 2021”, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

2.2.2 *Plug-in hybrid (PHEV)*

Si tratta di una soluzione intermedia tra le auto completamente elettriche e quelle a motore a combustione. Rispetto alle full electric, presenta un motore elettrico ed uno endotermico che insieme o singolarmente permettono alla vettura di muoversi. Il motore termico ha una cilindrata e potenza non proporzionato alla vettura visto che quando si chiedono le massime prestazioni viene sempre affiancato da quello elettrico. Solitamente il motore a corrente si trova tra quello meccanico e il cambio automatico. La batteria, posizionata sotto il pianale, è più grande di quella dei veicoli hybrid electric convenzionali e hanno una energia variabile tra i 10 e 25 kWh. Può essere ricaricata da un fonte esterna, collegando la vettura alla rete elettrica con un apposito cavo e la capacità permette di viaggiare in solo elettrico in media per 50-60 chilometri con velocità fino ai 100 km/h. Inoltre, grazie all'unità di conversione dell'energia CNG può essere ricaricata sfruttando il carburante presente nel serbatoio, oltre alla frenata rigenerativa, presente in tutte le tipologie di hybrid.

L'ibrido plug-in costituisce una tecnologia di transizione verso le full electric e si adatta a chi usa l'automobile principalmente in città ed ha la possibilità di ricaricare la batteria a casa o attraverso le colonnine pubbliche. Permette inoltre di compiere tragitti più lunghi senza avere l'ansia da autonomia, visto che può contare su un serbatoio del carburante tradizionale. Come conseguenza, aumentano le emissioni rispetto ad una elettrica pura ma i moderni sistemi elettronici permettono di ottimizzare l'utilizzo della batteria in base alla tipologia di percorso impostata sul navigatore, in modo da garantire una maggiore autonomia dell'accumulatore nei lunghi tragitti.

2.2.3 *Full hybrid (HEV)*

Le HEV sono le ibride più diffuse e conosciute, sviluppate dalla Toyota alla fine degli anni 90. Anche in questo caso vennero fatti dei tentativi in epoca precedente. Nel '800 Ferdinand Porsche, con la Semper Vuvus costruì una carrozza dotata di due motori a benzina da 3,5 CV accoppiati a due generatori per creare un'unità di ricarica che alimentava le batterie e quindi i motori elettrici collocati nei mozzi delle ruote.

La prima ibrida che venne prodotta in serie fu la Prius realizzata dalla casa Toyota nel 1997 accompagnata dallo slogan "Appena in tempo per il 21° secolo". Il nome Prius derivava dal latino "andare prima", adatta alla situazione, considerando che si trattava di un'auto molto in anticipo sui tempi. Quel primo modello di produzione combinava un motore a benzina da 57 CV con un motore elettrico da 40 CV. Le case automobilistiche rivali si affrettarono a creare i propri ibridi gas-elettrici.

Nelle full hybrid moderne, il propulsore termico a benzina a ciclo Atkinson³¹ viene abbinato ad un motore elettrico. Nella fase di accelerazione, la corrente della batteria

³¹ Ciclo dei motori a benzina, sfruttato soprattutto dalla Toyota per ottimizzare la propulsione ibrida.

viene inviata all'unità elettrica alleggerendo lo sforzo del motore a combustione, diminuendo così i consumi e le emissioni di CO₂. Rispetto alle tipologie elencate in precedenza, in queste automobili si utilizzano principalmente le batterie nickel-metallo idruro, meno costose di quelle a litio poiché si limitano ad accettare l'energia recuperata per cederla subito dopo. Le full hybrid possono funzionare in serie o in parallelo. Nel primo caso il propulsore termico non agisce mai sulle ruote ma aziona solamente un generatore che produce corrente per la batteria e il motore elettrico che agisce da propulsore.

Nel secondo caso invece il motore elettrico e quello endotermico possono agire sulle ruote separatamente o insieme.

Lo schema ibrido di Lexus/Toyota combina entrambi i sistemi per sfruttarli al meglio e per questo motivo prevede la presenza di due motogeneratori elettrici collegati da un ruotismo epicicloidale³² che consente di fare a meno del cambio. Nel 2020 Renault ha semplificato questo schema lanciando il suo sistema ibrido E-tech. L'architettura è caratterizzata da un motore endotermico e due elettrici ed inoltre per il cambio non utilizza il complicato ingranaggio epicicloidale ma una innovativa trasmissione automatica, senza sincronizzatori, e le cambiate avvengono grazie all'azione del motore elettrico. L'assenza dei sincronizzatori comporta un minor peso e compattezza della trasmissione.

Le auto ibride sono perfette per i cosiddetti city user poiché nel circuito cittadino od extraurbano sono presenti molti rallentamenti permettendo l'uso efficace della batteria che si ricarica in fase di decelerazione, recuperando l'energia. Il vantaggio che offrono le full-hybrid sono l'architettura consolidata ed affidabile e la riduzione di consumi ed emissioni con una soluzione dai costi abbastanza limitati. Nel futuro, la sua quota di mercato potrebbe venire ridotta a causa dell'ascesa di due rivali, le mild-hybrid, le cui prestazioni potrebbero migliorare, e le plug-in che permettono di percorrere più chilometri in elettrico.

2.2.4 Mild hybrid (MHEV)

Nelle mild Hybrid, il motore termico a benzina o gasolio rimane il propulsore principale e riceve solo un lieve supporto da una piccola batteria la cui funzione è immagazzinare l'energia recuperata durante i rallentamenti per cederla subito dopo nelle accelerazioni. Questo avviene grazie ad un motogeneratore che è in grado di produrre energia ricavandola da quella altrimenti dissipata in frenata ed invece di

³² Per ruotismo si intende un sistema di ruote dentate ingranate fra loro in modo che il movimento di una provochi un movimento per altre. I vantaggi dell'uso di rotismi epicicloidali, in particolare come riduttori, sono un rapporto di trasmissione che può raggiungere valori anche molto elevati; potenze trasmissibili grandi con ingombri e masse ridotti, rispetto ad una soluzione di trasmissione con rotismi ordinari. Per contro ci sono alcuni svantaggi: in particolare i rendimenti sono bassi per alti rapporti di trasmissione.

fornire coppia meccanica al motore endotermico nelle ripartenze, così da ridurre il consumo di carburante.

Le mild hybrid costituiscono una soluzione per le case automobilistiche poiché a fronte di discreti benefici in termini di consumi e quindi di emissioni di CO₂, si evitano complicazioni costruttive e sforzi economici eccessivi. Nella carta di circolazione sono considerate delle ibride a tutti gli effetti pertanto godono degli stessi benefici dei full (ed esempio, accesso nelle Ztl e riduzione della tassa di possesso) nonostante il leggero miglioramento del pacchetto propulsivo rispetto alle classiche vetture a combustione.

Le MHEV si propongono come il primo passo per i consumatori che intendono convertirsi all'ibrido ed è adatto soprattutto per chi utilizza l'automobile in città.

2.2.5 Fuel cell electric vehicle (FCEV)

La tecnologia si basa sul principio delle fuel cell scoperto dal fisico Sir William Grove nel 1839. Cento anni dopo, nel 1950 la NASA iniziò a sviluppare la tecnologia per costruire i mezzi per spingere i veicoli di esplorazione nello spazio. Le celle a combustibili vennero poi utilizzate nel progetto Gemini a metà del 1960.

In tali veicoli si utilizza l'idrogeno per alimentare il motore elettrico attraverso le celle a combustibile (fuel cell). Le celle coinvolgono una reazione chimica di ossidazione che liberano elettricità.

L'idrogeno è il combustibile di base mentre l'ossigeno l'ossidante. Il vantaggio delle celle a combustibile è che generano elettricità con pochissimo inquinamento: infatti gran parte dell'idrogeno e dell'ossigeno utilizzati per generare elettricità alla fine si combinano per formare come sottoprodotto, l'acqua.

Le batterie, in genere, hanno una durata limitata e devono essere smaltite in discariche per rifiuti pericolosi. Molte alternative ecocompatibili (energia solare, eolica, idroelettrica e geotermica) possono essere utilizzate solo in ambienti particolari. Al contrario, le celle a combustibile possono avere emissioni prossime allo zero, sono silenziose ed efficienti e possono funzionare in qualsiasi ambiente in cui la temperatura è inferiore alla temperatura operativa della cella.

Sono inoltre caratterizzati da un tempo di ricarica breve, visto che il serbatoio dell'idrogeno di un'auto a celle a combustibile si riempie in meno di cinque minuti, e da una maggiore autonomia rispetto ai veicoli elettrici puri: un serbatoio pieno di idrogeno è sufficiente per coprire una distanza di circa 500 chilometri.

Le celle a combustibile possono utilizzare direttamente l'idrogeno, oppure possono ottenere idrogeno da un altro combustibile, come il metanolo liquido (alcol di legno), che è rinnovabile e può essere trasportato più facilmente dell'idrogeno.

Molti dei costruttori che hanno sviluppato auto elettriche hanno anche programmi paralleli di fuel cell ma al momento è difficile prevedere una adozione di massa.

Nonostante tale tecnologia sia più efficiente di un motore a combustione interna e l'idrogeno costituisca un eccellente combustibile, esso è difficile da fornire ed immagazzinare a bordo della vettura.

Al momento, non si riescono a fare previsioni su quando potremmo disporre di più di una infrastruttura per l'idrogeno anche a causa dei costi molto elevati. Si stima, infatti, che il costo di una stazione di servizio con le attuali tecnologie, sia di un milione di dollari. Una seconda motivazione nella tecnologia non ancora matura e negli alti costi di manutenzione a carico del cliente (ex. controllo serbatoio idrogeno).

Di seguito si presenta la tabella n.1, per evidenziare le differenze principali tra i veicoli.

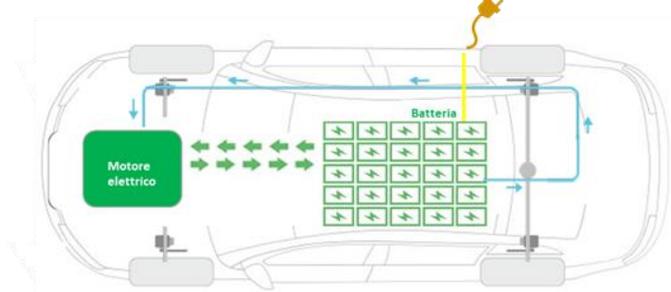
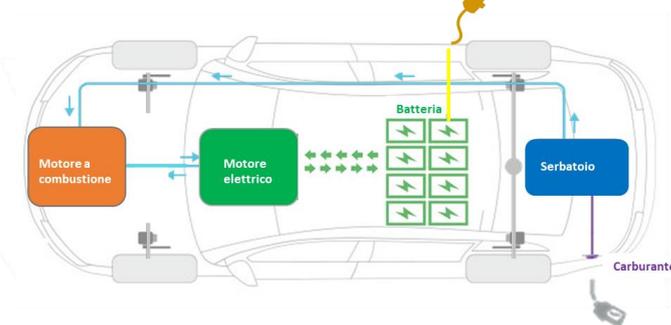
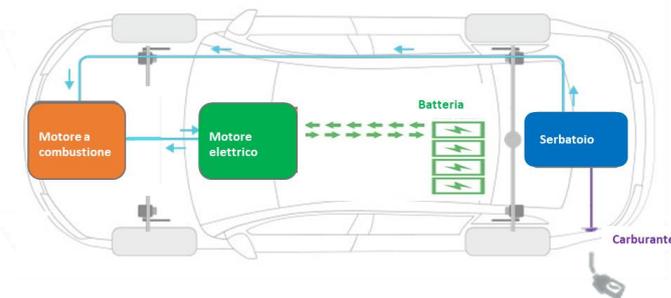
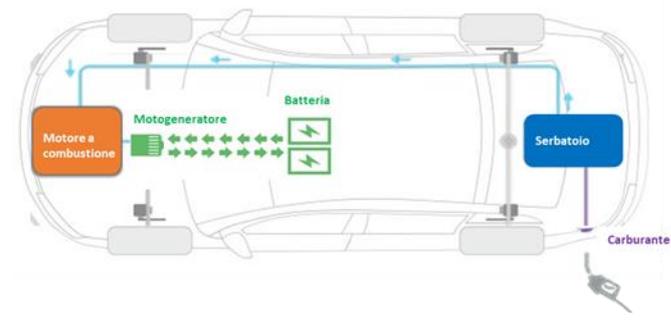
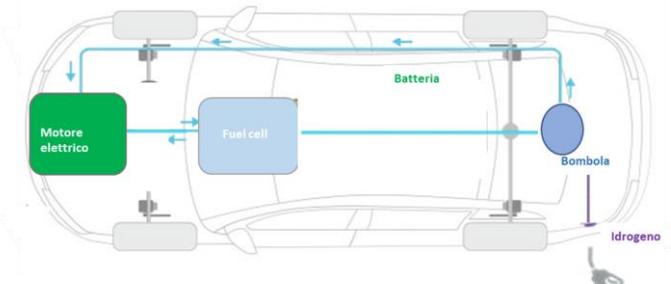
Tipologia di alimentazione	Schema	Km in elettrico	Prezzo medio a listino [2021, EUR]	Range emissioni [g/km di CO ₂]
Battery electric vehicle		200-400	37.000,00	0-20
Plug-in hybrid		30-70	30.000,00	21-60
Full-hybrid		Fino a 2	25.000,00	21-60
Mild-hybrid		-	20.000,00	61-135
Fuel cell electric vehicle		700	70.000,00	-

Tabella 1 - Schema riassuntivo tipologie di alimentazione

2.3 Analisi del mercato del nuovo

2.3.1 Breve descrizione nel 2020

Da inizio pandemia, il mercato è stato affetto dall'incertezza. Nel 2020, anno per lo più caratterizzato da restrizioni e lockdown, il mercato europeo ha chiuso con 11.961.182 vetture immatricolate, 3,8 milioni in meno rispetto al 2019, con un calo complessivo del -24,3%. Per l'intero anno, tutti i mercati dell'Ue hanno registrato cali, tra cui il peggior risultato negativo in Spagna (-32,3%), seguita dall'Italia (-27,9%) e Francia (-25,5%).³³

In Italia, i dati risultano positivi soltanto nel mese di settembre, con 156.132 vetture immatricolate, il 9,5% in più rispetto allo stesso mese del 2019. Secondo l'associazione Unrae, tale valore conferma l'efficacia degli incentivi che hanno contribuito a trainare la domanda dei privati.

Osservando le quote di mercato, a settembre 2020, quella delle vetture benzina è diminuita per il quarto mese consecutivo, insieme alle diesel. Al contrario, sono state targate il 209,8% di auto ibride in più rispetto al 2019 ed il 224% di elettriche. Successivamente, nel mese di ottobre si è assistito ad un nuovo calo delle immatricolazioni (-0,2% sul 2019), risultato su cui ha inciso l'esaurimento dei fondi per gli incentivi che interessavano la fascia di veicoli tra il 91 e 110g/km di CO₂. Nonostante la diminuzione di veicoli targati, è continuata a crescere la quota di mercato dei veicoli ibridi, pari al 24,79% ad ottobre. Con la presenza di regioni in zona rossa ed arancione e la fine di una parte dei fondi per gli incentivi, il mercato del 2020 italiano si è chiuso con un segno negativo rispetto all'anno precedente.

2.3.2 Il mercato nel 2021

Le immatricolazioni di auto ibride ed elettriche nel 2020, nonostante il covid-19, sono aumentate nei principali mercati. Di seguito si analizza il mercato italiano del 2021³⁴, prevedendo un risultato ancora migliore, visto il rinnovo del piano di ecoincentivi e la riduzione dei vincoli alla mobilità.

³³ Anfia – comunicato stampa “3,8 milioni di immatricolazioni perse nel 2020 per il mercato auto europeo (ue+efta+uk), che chiude l'anno della pandemia a -24,3%”, 2021, https://www.anfia.it/data/portale-anfia/comunicazione_eventi/comunicati_stampa/2021/CS_EU_DIC_2020_DEF.pdf

³⁴ Fonte dei dati utilizzati:

- Ministero delle infrastrutture e delle mobilità sostenibili - bollettino mensile delle immatricolazioni, <https://www.mit.gov.it/documentazione>
- Autorità Nazionale Rappresentate Autoveicoli Esteri (UNRAE) - Struttura del mercato mensile, <https://www.unrae.it/dati-statistici/immatricolazioni>

- Analisi per alimentazione

Il mercato dell'auto ha chiuso il 2021 con 1.475.393 immatricolazioni, in calo del 24% rispetto al 2019. Osservando l'andamento mensilmente, nei primi due mesi dell'anno, la bassa propensione all'acquisto e le restrizioni agli spostamenti, sono state le principali causa della flessione. A febbraio, secondo i dati del Ministero dei Trasporti, sono state immatricolate il 12,3% di vetture in meno rispetto allo stesso mese del 2020. Tuttavia, è stata registrata una nuova forte impennata delle auto ibride, che hanno superato come quota di mercato le vetture esclusivamente a gasolio. In soli dodici mesi, le cifre del mercato sono totalmente cambiate, infatti, in numeri assoluti, sono state targate 26.279 automobili a benzina in meno mentre sono aumentate di 28.274 quelle ibride, con un confronto di +156,6% dell'analogo periodo dell'anno 2020.

Nel mese di marzo, sono ulteriormente calate le immatricolazioni delle vetture a benzina e diesel mentre le vetture ibride hanno conquistato la leadership in termini di quota di mercato (come si può notare in figura 9). Sono inoltre quasi raddoppiate, rispetto al mese di febbraio, le richieste di veicoli elettrici. A marzo, il mercato si presentava suddiviso in due macrogruppi di cui il 55,74% detenuto dalle alimentazioni benzina-diesel e per la restante parte, in ordine decrescente di quota, ibride, gpl, elettriche e metano.

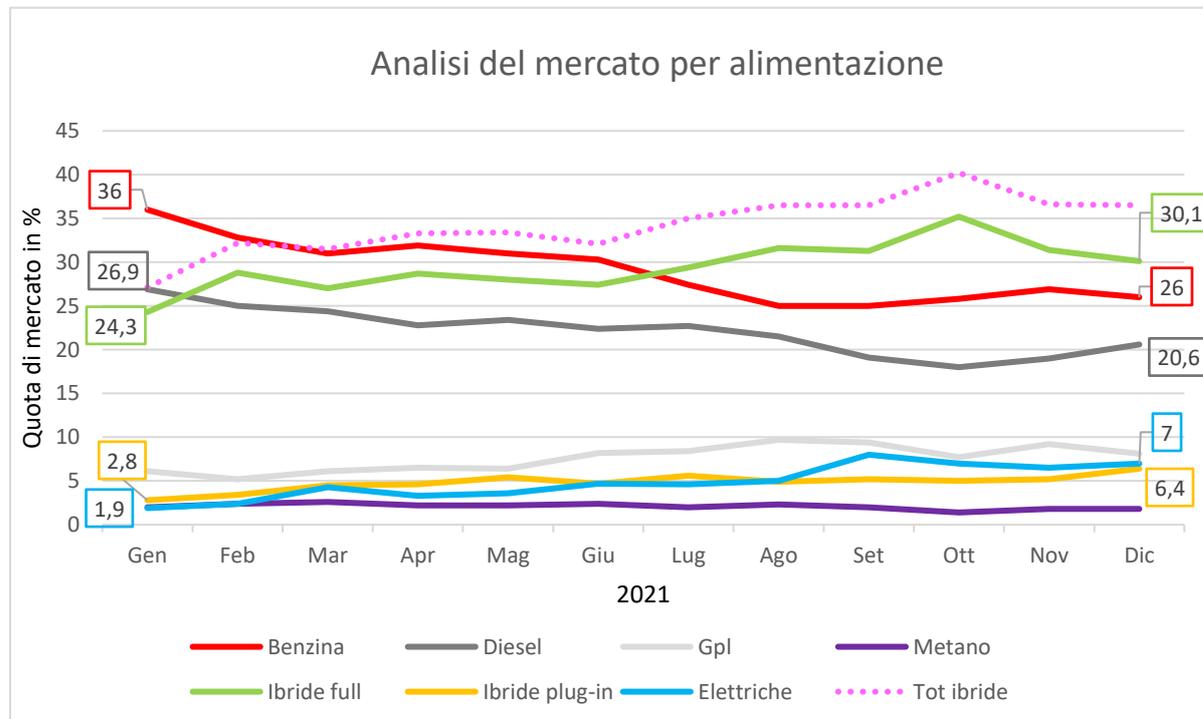


Figura 9 - Mercato autovetture italiano 2021 - quote per alimentazione

In aprile, si è assistito ad una leggera crescita dalla benzina e ad un incremento del divario in termini di quota di mercato tra questa tipologia di alimentazione e le

ibride. Dopo 14 settimane dall'inizio dell'anno, sono terminati i fondi destinati a incentivare l'acquisto di auto con emissioni CO₂ comprese tra 61 e 135g/km, fascia in cui rientrano buona parte delle vetture a benzina, diesel ed ibride di piccole dimensioni. In maggio il governo italiano ha rifinanziato i fondi destinati all'intera platea di auto incentivate (0-135g/km) ma sono stati esauriti in pochi minuti dopo l'apertura delle prenotazioni sul sito del ministero. Al contrario, erano ancora disponibili i fondi per le auto elettriche ed ibride plug-in.

A maggio, si è registrato un calo dei veicoli immatricolati, a causa, principalmente, dell'esaurimento degli incentivi. Nel mercato, la quota di ibride costituisce il 33,44% e se si tiene conto anche delle elettrificate, la quota raggiunge il 37%, ai massimi storici, ovvero un'auto su 3 vendite risulta essere ibrida o elettrica.

Nel mese successivo, si è assistito ad un leggero aumento delle immatricolazioni complessive ma si è registrato un calo della richiesta di vetture ibride, a favore invece di quelle plug-in e full electric, che raggiungono il 9,4% di quota di mercato.

A luglio ed agosto, la crisi globale dei microchip ha pesato sulle vendite di auto in tutti i mercati. In Italia, lo Stato ha rifinanziato i fondi per incentivare la sostituzione del parco veicolo circolante, con vetture ibride, benzina e diesel a basse emissioni (fascia tra 61-135 g/km). A seguito della forte domanda, gli ecobonus per elettrici e plug-in sono quasi esauriti. Alla fine di luglio, i dati forniti dal Ministero, evidenziano una nuova impennata di acquisto di ibride, grazie il rinnovo degli incentivi, rendendo le vetture a doppia propulsione più scelte dagli italiani. Seguono il trend, i veicoli elettrici e plug-in che raggiungono un nuovo picco, con oltre il 10% di quota di mercato. Il sorpasso delle vetture ibride su quelle a benzina si è mantenuto anche nei mesi successivi.

Molto interessante è la quota delle auto elettriche che è più che triplicata in un anno (sett. 2020: 2,62% - sett. 2021: 8,06%) ed anche ibride plug-in (sett. 2020: 1,85% - sett. 2021: 5,22%). Nei mesi finali dell'anno, si è osservata una forte volatilità del mercato, sia a causa dei grossi allungamenti nella consegna dei veicoli che nell'esaurimento degli incentivi, rendendo difficile l'individuazione di tendenze sulla base delle immatricolazioni per singoli mesi.

Per concludere, nonostante, la chiusura in negativo rispetto al mercato del 2019 pre-covid, le vendite di auto elettriche sono raddoppiate rispetto al 2020 e sestuplicate rispetto al 2019, spinte anche dagli incentivi governativi. Nel 2019 sono state immatricolate 10.577 auto a batteria, il triplo nel 2020 e 36.742 nel 2021, raggiungendo una quota di mercato per l'anno pari a 4,6%. Risultato ancora più forte per le ibride plug-in passate da 6.515 vetture vendite nel 2019 a 69.312 immatricolazioni.

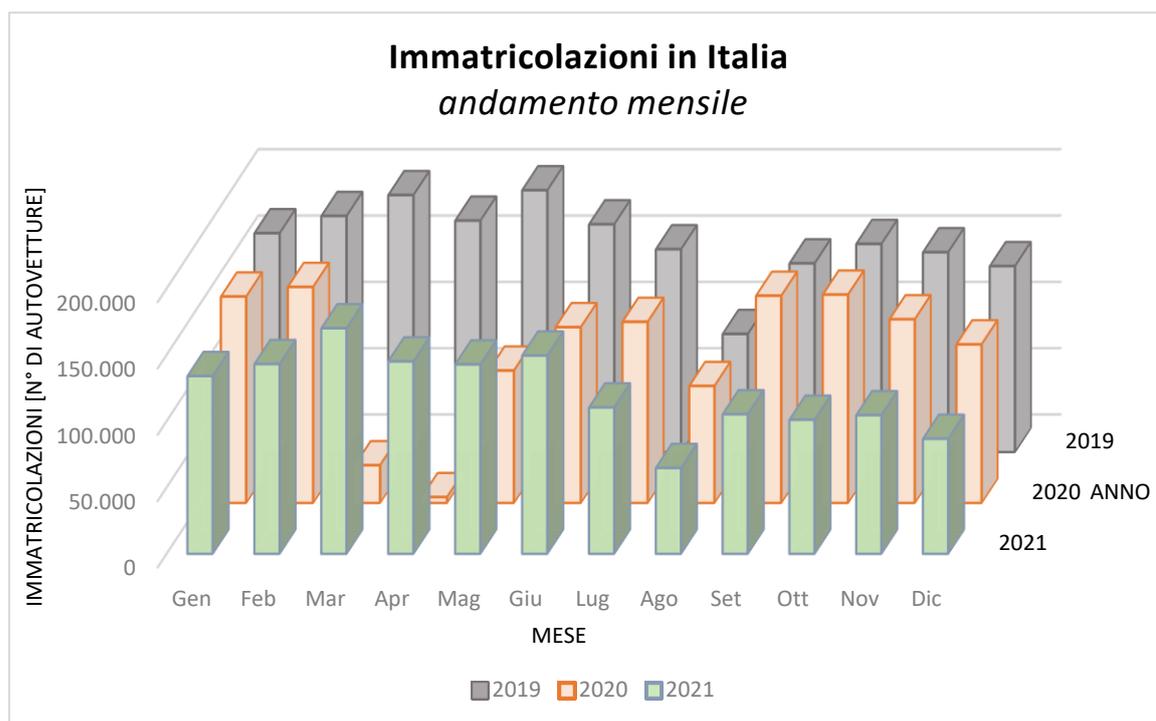


Figura 10 - Andamento delle immatricolazioni di nuove autovetture - confronto negli ultimi tre anni

	Immatricolazione di veicoli ibridi	% immatricolazioni veicoli ibridi su immatricolazioni totali	Immatricolazioni di veicoli elettrici	% immatricolazioni veicoli elettrici su immatricolazioni totali	veicoli ibridi+elettrici circolanti ³⁵	parco veicoli circolante in Italia ³³	% di veicoli elettrificati sul parco circolante
2019	93.322	4,88%	10.919	0,57%	357.296	39.545.232	0,90%
2020	250.796	18,19%	32.540	2,36%	595.807	39.717.874	1,50%
2021	497.236	34,14%	67.542	4,64%	-	-	-

Tabella 2 - Andamento delle immatricolazioni dei veicoli elettrificati e percentuale sul parco circolante in Italia

- Analisi per utilizzatori

Per quanto riguarda l'acquisto del nuovo da parte dei privati, rispetto al 2019 si è registrata una flessione del 15,7% mentre tra il 2020 e il 2021 risulta in aumento del +4,2% (quota di mercato 2021 al 62,5%).

Durante l'anno, la quota ha subito delle oscillazioni positive e negative, principalmente dovute all'esaurimento dei fondi di incentivi ed allo stato di

³⁵ Fonte dati utilizzati: ANFIA - Annuario statistico, parco circolante, <https://www.anfia.it/it/automobile-in-cifre/statistiche-italia/parco-circolante>

incertezza economica. Un esempio è nel mese di giugno ed ottobre quando il governo discuteva sullo sblocco dei licenziamenti.

Interessante è l'analisi delle immatricolazioni del segmento business del noleggio, poiché tali valori dimostrano le previsioni e la fiducia che essi ripongono per il futuro della mobilità green, senza subire influenze da parte degli incentivi.

La formula del noleggio a lungo termine ha riscosso sempre più successo grazie alle facilitazioni che offre tale servizio. Alcune sono il risparmio di tempo poiché la gestione delle pratiche amministrative del veicolo sono a carico della società di noleggio ed inoltre il canone mensile comprende la manutenzione ordinaria e straordinaria, la Rc auto e altri servizi, personalizzabili in base al cliente. In generale, ad essere escluse sono le sole spese per il carburante. Le società di noleggio offrono inoltre la possibilità ai clienti, sia di aziende che privati, di provare una vettura elettrica o ibrida ma che non hanno ancora intenzione di acquistare a causa dell'incertezza sul valore residuo futuro del veicolo e pertanto si rivolgono al noleggio per evitare di imbattersi nelle variabili delle future tecnologie.

Analizzando la quota di mercato di tali società, rispetto all'anno precedente, a fronte di un calo delle immatricolazioni totali nei primi mesi del 2021, risultano in sofferenza il noleggio a breve termine con il -75,1% rispetto allo stesso periodo del 2020. Un calo contenuto al 16% per i noleggi a lungo termine. Sotto il profilo delle alimentazioni, il boom di ibride plug-in e la crescita delle ibride ed elettriche dimostra come anche le flotte si stiano orientando verso modelli sostenibili. A marzo ed aprile, le immatricolazioni delle società di noleggio hanno superato le 10 mila unità, segnale che le società di rent osservano fiduciosi nella ripresa della mobilità e domanda. Nel mese di maggio, sono state targate dalle società che propongono questa formula, ben 25.799 vetture il 55,5% in più rispetto a maggio 2020. Un anno fa, tuttavia, l'Italia stava lentamente uscendo dal primo lockdown e la situazione era ancora densa d'incertezze. A certificare tale feeling è la quota di mercato del 18,07% raggiunta dal long term, valore che non si vedeva da febbraio dell'anno scorso, l'ultimo mese prima dello scoppio dell'epidemia di Covid-19.

Nel secondo trimestre, la quota di mercato delle auto immatricolate da Nlt per conto di imprese e privati è cresciuta ulteriormente attestandosi al 19,4% nel mese di giugno. La domanda è trainata principalmente dalle "captive" (noleggio a lungo termine proposta per lo più da società di emanazione diretta di una Casa Costruttrice): in questo caso, il privato, ad esempio, ha la possibilità di usufruire di un'automobile nuova accedendo ad un finanziamento e può richiedere un canone mensile fisso per un certo periodo di tempo, che include anche servizi aggiuntivi come assicurazione o manutenzione nella rete ufficiale della casa. Si tratta di una formula interessante poiché i privati hanno la possibilità di avvicinarsi al mondo della mobilità elettrica affidandosi ad un veicolo di nuova immatricolazione ma senza preoccuparsi del valore residuo dell'auto nel momento della rivendita.

Per quanto riguarda la tipologia di alimentazioni, nei primi sei mesi dell'anno gli operatori del noleggio hanno immatricolato vetture elettrificate con una quota di che raggiunge il 42% delle ibride plug-in e il 35% delle elettriche. Questo significa che quasi quattro auto elettrificate su dieci vendute in Italia sono immatricolate da società di rent, una percentuale che ha ancora ampi margini di crescita. Dal terzo semestre, il crollo dell'offerta di auto nuove ha provocato una drastica riduzione di tutti i comparti del noleggio.

Per concludere l'analisi, considerando i primi nove mesi del 2021 ovvero prima che il mercato risentisse della carenza dei semiconduttori che ha costretto le case automobilistiche a bloccare o ridurre la produzione, i ricavi del noleggio breve sono risultati in aumento del 34% sul 2020 ma in calo del 37% rispetto ai primi nove mesi del 2019. Tali operatori hanno risentito soprattutto delle restrizioni sui viaggi internazionali, ridotti con la diffusione del virus.

Le flotte rappresentano anche lo specchio delle tendenze, infatti, esse investono sulle full electric molto più del resto del mercato. Tra lungo, breve termine e car sharing, nei primi nove mesi sono stati immatricolati più di 11.000 veicoli full-electric, rispetto al 2019. I dati dei nove mesi del 2021 confermano la valenza ambientale nel settore, dimostrando che 1 vettura elettrificata su 3 vendute nel nostro Paese è immatricolata da società di rent. Nel dettaglio, la quota di immatricolazioni raggiunta è stata pari al 47% delle ibride plug-in e al 30% delle elettriche.³⁶

Il servizio di noleggio rappresenta, quindi, una opportunità per la transizione verso la mobilità e grazie al continuo turnover dei veicoli, si rendono più accessibili anche dal punto di vista economico per veicoli usati garantiti e a basse emissioni, permettendo così di accelerare la sostituzione del parco veicoli circolante italiano.

2.4 Analisi del mercato dell'usato

Nel 2021 si è registrato un fenomeno particolare anche nel mercato dell'usato. Gli effetti del Covid-19 hanno influito infatti sulla diminuzione di veicoli usati e garantiti immessi sul mercato dalle società di noleggio. Si è notata anche una carenza di veicoli a Km0 proposti dai concessionari.

Nel dettaglio, l'offerta di auto usate recenti è diminuita drasticamente, infatti il principale fornitore ovvero il rent-a-car, a causa del fermo totale del turismo business e leisure nell'anno passato, ha bloccato l'acquisto di vetture nuove fino al 50% in meno rispetto la 2019. Al tempo stesso, il lockdown e il ricorso allo smart working hanno indotto molte imprese ad allungare i contratti in corso con i noleggi a lungo termine invece che aggiornare le flotte con nuovi veicoli. Pertanto, si è

³⁶ AffariItaliani – articolo sull'evento “NEXT Mobility – Pay-per-use: il motore della transizione ecologica”, promosso da ANIASA, dicembre 2021, <https://www.affaritaliani.it/motori/la-crisi-dei-chip-auto-le-incaute-scelte-della-politica-771344.html>

verificata una contrazione del flusso di auto con una anzianità compresa tra i 24 e 60 mesi.

Con la scarsità di chip e la conseguente dilatazione dei tempi di consegna delle nuove autovetture, è venuta meno la necessità da parte delle concessionarie di immatricolare vetture a Km0 per smaltire forzatamente le vetture prodotte ma che non venivano assorbite spontaneamente dalla domanda.

Come conseguenza alla diminuzione nell'offerta si è verificato un progressivo aumento delle quotazioni e dei prezzi reali di vendita. Infatti, tutte le auto usate hanno mantenuto se non aumentato il loro valore in euro nonostante i veicoli fossero più vecchi e superati dai nuovi modelli.

Un esempio riguarda le auto a benzina, che hanno subito una rivalutazione media, negli ultimi dodici mesi, del 4%.

Per quanto riguarda il tipo di alimentazione il mercato dell'usato non segue le stesse dinamiche del nuovo e le vetture a combustione tradizionali, ossia diesel e benzina, sono risultate le più richieste nell'anno concluso. È stato registrato anche un interesse della domanda per le mild hybrid in quanto rappresentano un compromesso tra economicità ed emissioni. Per quanto riguarda le vetture full electric, il discorso è più particolare poiché sul mercato principalmente sono disponibili modelli di 7 o 8 anni fa, poco appetibili soprattutto per il fatto che scade la garanzia sul pacco batterie che è il componente più costoso. Le autonomie chilometriche erano ancora ridotte e velocità di ricarica minore.

A consuntivo, secondo i dati diffusi dall'ACI, il 2021³⁷ ha chiuso il mercato dell'usato con una crescita del 13,2% rispetto al 2020 (in calo del 2,3% se si prende in considerazione il 2019, ossia l'anno pre-Covid). Per ogni 100 autovetture nuove ne sono state vendute 200 nel corso dell'intero anno.³⁸ La quota dell'ibrido a benzina continua a crescere di consistenza (3,4% a dicembre 2021 e 2,3% nell'intero anno). Le auto diesel, secondo lo studio Aci, primeggiano nettamente nelle mini-vetture (54,5% di quota a dicembre 2021 e 56,3% nel 2021), nonostante si evidenzia un calo dell'incidenza sul totale in confronto a dicembre 2020 (era il 56,7%). La quota di auto ibride a benzina ha raggiunto il 3,7% a dicembre 2021 e a livello annuale è stata pari al 2,5%.³⁹

2.5 Le batterie

L'aumento della richiesta di auto elettrificate ha effetti importanti anche sul mercato delle batterie. La domanda, infatti, sta crescendo rapidamente e nel 2020 le vendite

³⁷ Automobile Club d'Italia (ACI) – Bilancio mensile e annuale, <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/auto-trend.html>

³⁸ Alvolante – articolo “Mercato dell'usato in crescita nel 2021”, gennaio 2022, <https://www.alvolante.it/news/mercato-usato-italia-crescita-nel-2021-376436>

sono aumentate del 45% rispetto al 2019. Secondo Adamas Intelligence⁴⁰, nel 2020 sono stati registrati tre milioni di nuovi veicoli elettrici in tutto il mondo, che rappresentano complessivamente una capacità da 134,5 gigawattora (GWh) che rappresentano il 40% di capacità in più rispetto al 2019.

Per quanto riguarda il 2021, a settembre, sono state impiegate in tutto il mondo batterie per una capacità pari a 31,7 GWh e rispetto allo stesso periodo del 2020 (si tratta di un aumento del 105%). Il mercato delle batterie per veicoli elettrici è stato valutato a 37,72 miliardi di dollari nel 2021 e dovrebbe espandersi a un CAGR⁴¹ del 33,68% dal 2022 al 2030, raggiungendo 192 miliardi di dollari entro la fine delle previsioni del periodo in esame.⁴²

A differenza della Tesla che ha investito direttamente e le produce insieme alla Panasonic, le altre case costruttrici acquistano direttamente le batterie già confezionate o si limitano a raggruppare le celle. Le società asiatiche sono le maggiori fornitrici di batterie impiegate nei veicoli elettrici. Il più grande costruttore che copre un terzo della produzione mondiale nel 2021 è Contemporary Amperex Technology (CATL), seguita dalla coreana LG (22%) e dalla Panasonic.

Il costo della produzione delle batterie è da sempre considerato un limite allo sviluppo massivo delle auto elettriche poiché incide sul listino di vendita, incrementandone il prezzo. Un calo significativo del costo della batteria potrebbe quindi avere effetti positivi sul mercato consentendo una più ampia diffusione di veicoli elettrici. Come si può notare nella figura 11, nel 2020, il 39,4% del costo totale della vettura è da attribuire alle batterie ma i dati della società di consulenza Oliver Wyman per il Financial Times⁴³ hanno rilevato che il costo di una batteria da 50 kWh scenderà dall'attuale media di € 8.000 a circa € 4.300 entro la fine del decennio, grazie all'aumento della scala di produzione e al completamento delle nuove gigafactory in Europa e in Asia.

⁴⁰ InsideEVs – articolo “Exactly Who Are The Major Players In The EV Battery Market?”, settembre 2021. <https://insideevs.com/news/533576/major-players-electric-car-batteries/>

⁴¹ CAGR sta per il tasso di crescita annuale composto. È la misura del tasso di crescita annuale di un investimento in un periodo di tempo specifico.

⁴² Market Research Future (MRFR) – Report “Electric Vehicle Battery Market Information Report - Forecast To 2030”, febbraio 2021, <https://www.marketresearchfuture.com/reports/electric-vehicles-battery-market-4810>;

Articolo “Electric Vehicle Battery Market worth USD 192.29 Billion by 2030, registering a CAGR of 33.68% - Report by Market Research Future (MRFR)”, novembre 2021, <https://www.globenewswire.com/fr/news-release/2021/11/12/2333118/0/en/Electric-Vehicle-Battery-Market-worth-USD-192-29-Billion-by-2030-registering-a-CAGR-of-33-68-Report-by-Market-Research-Future-MRFR.html>

⁴³ Financial Times – articolo “Electric car costs to remain higher than traditional engines”, Agosto 2021, <https://www.ft.com/content/a7e58ce7-4fab-424a-b1fa-f833ce948cb7>

Costi di produzione correnti e stimati di un veicolo elettrico
[migliaia di €]

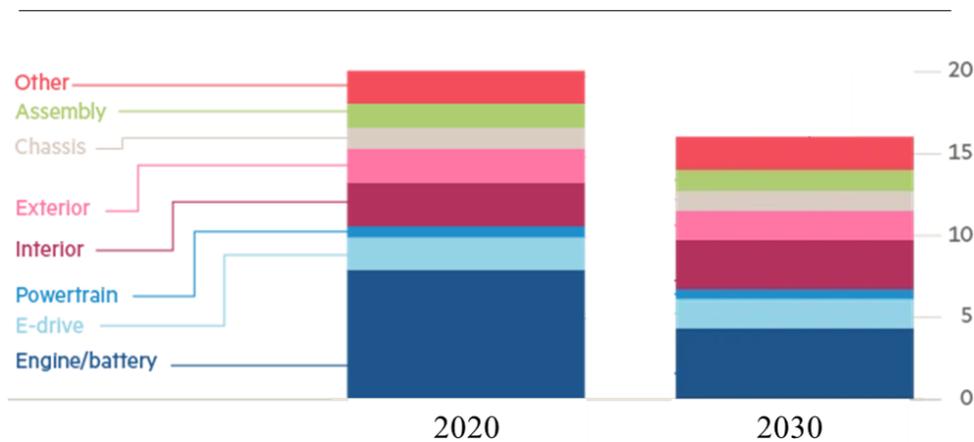


Figura 11 - Costi di produzione correnti e stimati di un veicolo elettrico. Rielaborazione su fonte: Oliver Wyman

Osservando nel dettaglio, l'andamento del prezzo medio del pacco batterie agli ioni di litio (in figura 12), dal report di Bloomberg NEF⁴⁴, si osserva che il prezzo delle batterie dal 2010 al 2019, sono scese da \$ 1.100 per kilowattora a \$ 161 / kWh. Una riduzione dell'86%, di cui il 13% registrato tra l'anno 2018 e 2019. Allargando il periodo fino al 2020, i prezzi sono ulteriormente scesi rispetto al 2010 dell'87%, con una media ponderata in termini di volume che ha raggiunto \$ 140/kWh. Nel periodo pandemico, il livello globale dei prezzi medi delle batterie sono diminuiti del 6% e nel 2021 gli accumulatori agli ioni di litio sono stati in media venduti a 132 dollari per kilowattora, in calo rispetto ai 140 dollari dell'anno precedente.

Attualmente, il costo medio della batteria per un tipico veicolo elettrico è di circa \$ 6.300 e Bloomberg NEF, prevede che il prezzo scenderà a \$ 92 per kWh entro il 2024 e \$ 58 per kWh entro il 2030. Dibattuto è il valore del reale punto di pareggio economico per i veicoli elettrici rispetto a quelli a combustione interna, che per Bloomberg vale 100\$ per kWh e secondo Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti, 60\$ per kilowattora.

⁴⁴ Bloomberg NEF – “Electric Vehicle Outlook 2021”, novembre 2021, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.

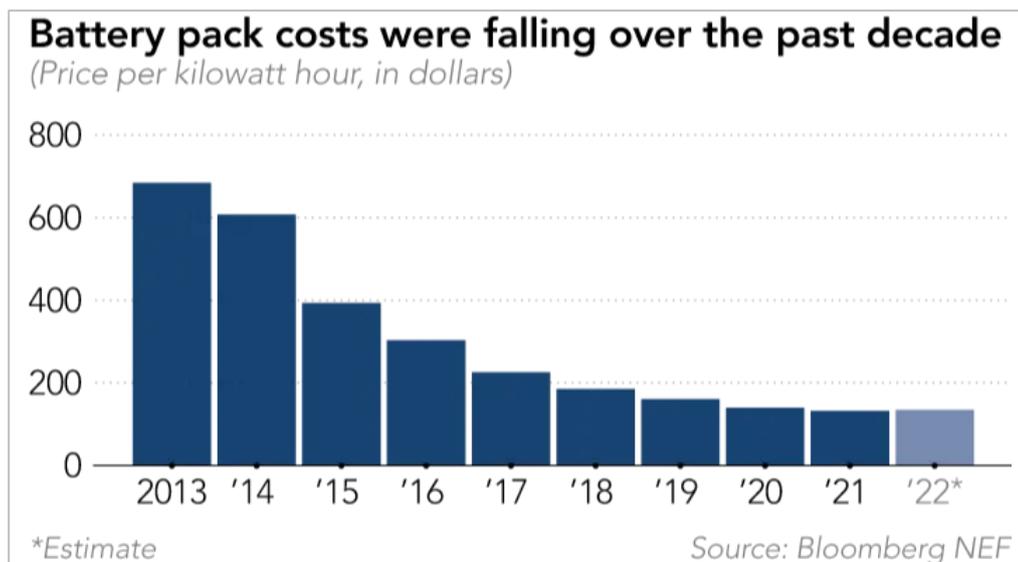


Figura 12 - Andamento del prezzo delle batterie e la stima per il 2022. Fonte: BloombergNEF

Una spiegazione del calo dei prezzi delle batterie è la crescente capacità di produzione globale nel soddisfare la domanda del mercato dei veicoli elettrici, rappresentata in figura 13. Attualmente la capacità di produzione di batterie agli ioni di litio a livello globale è di 586 GWh/anno, quasi il doppio della capacità che esisteva due anni fa. Sebbene la Cina domini ancora a livello globale, negli ultimi anni l'Europa ha triplicato la capacità di produzione delle batterie. Si prevede che entro il 2025, la capacità totale sarà quasi triplicata a 2.539 GWh/anno e la quota di produzione in Europa aumenterà dal 6% del 2021 al 18%.⁴⁵ Inoltre, la curva sempre in figura 13 mostra chiaramente l'effetto dell'economia di apprendimento che collega il tasso di diminuzione dei prezzi al cumulativo volume di pacchi batteria immessi sul mercato.

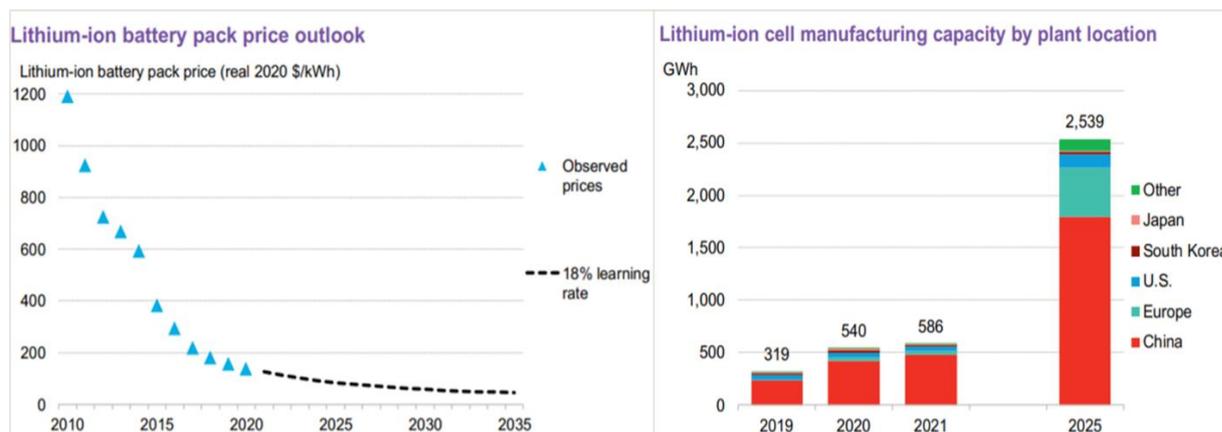


Figura 13 - Andamento del prezzo delle batterie agli ioni di litio e la crescita della capacità produttiva nel mondo. Fonte: BloombergNEF

⁴⁵ Bloomberg NEF – “Zero-Emission Vehicles Factbook _ A BloombergNEF special report prepared for COP26”, novembre 2021, https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Zero-Emission-Vehicles-Factbook_FINAL.pdf

Tuttavia, si prevede per il 2022 uno stallo nella riduzione dei prezzi anzi, potrebbero aumentare, poiché le forniture di litio e altre materie prime non riescono a soddisfare la domanda in aumento⁴⁶.

2.5.1 Il ruolo della Cina nel controllo delle materie prime

La Cina ha il controllo della maggior parte delle materie prime indispensabili per la produzione dei veicoli protagonisti nella transizione ecologica come il litio, il cobalto e il nichel, fondamentali per la costruzione delle batterie. Il controllo avviene sia direttamente poiché riserve e risorse sono localizzate all'interno dello stato oppure in altri territori ma comunque di proprietà delle compagnie cinesi, come avvenuto in Africa, dove le società hanno acquisito il controllo delle materie prime in cambio della costruzione di infrastrutture. Infine, esiste il controllo indiretto, se si considera l'attività di raffinazione.

Controllare alla fonte la componente primaria delle batterie sta diventando sempre più importante per le Case automobilistiche, sia per contare su una continuità degli approvvigionamenti che su una riduzione dei costi. Lo studio di Wyman intitolato "Battery manufacturing in Europe"⁴⁷ ha infatti evidenziato che le case potrebbero beneficiare di una riduzione del 20% dei costi, grazie alla logistica più corta e sfruttando le fonti locali di materie prime.

Ne è consapevole anche l'Unione Europea che nel 2017 ha promosso la European Battery Alliance⁴⁸ (EBA) con l'obiettivo di ridurre la dipendenza dai fornitori asiatici. Il piano prevede la costruzione da 20 a 30 stabilimenti per la produzione delle celle grazie all'investimento di oltre un miliardo di euro/anno promosso dalla Banca Europea degli investimenti. Il 12 marzo 2021, si è tenuta la quinta riunione ad alto livello con le principali parti interessate dell'industria che rappresentano tutti i segmenti della catena del valore della batteria. In quell'occasione, il vicepresidente della Commissione Maroš Šefčovič⁴⁹ ha dichiarato che entro il 2025 l'Europa diventerà il secondo produttore di batterie al mondo, dietro la Cina.

⁴⁶ Bloomberg NEF – articolo "Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh, But Rising Commodity Prices Start to Bite", novembre 2021, <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/>

⁴⁷ Oliver Wyman – "BATTERY MANUFACTURING IN EUROPE, Is there a second chance?", novembre 2019, <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2019/nov/perspectives-on-manufacturing-industries-vol-14/new-tech-new-strategies/battery-manufacturing-in-europe.html>

⁴⁸ Commissione Europea – Europe Battery Alliance - https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-battery-alliance_it

⁴⁹ Commissione Europea, servizio audiovisivo – Conferenza stampa di Maroš Šefčovič, vicepresidente della Commissione europea, e Thierry Breton, Commissione europea, a seguito della riunione ministeriale dell'European Battery Alliance, marzo 2021, <https://audiovisual.ec.europa.eu/en/video/I-203016>

Ha inoltre ribadito la priorità per l'Europa di rafforzare l'approvvigionamento e le lavorazioni sostenibili locali delle materie prime utilizzate nelle batterie, nonché la produzione locale dei componenti chiave che determinano le prestazioni delle batterie agli ioni di litio.

Una terza ragione ma non meno importante che sta portando i produttori di veicoli europei ad investire direttamente alla fonte è la volontà di assicurarsi una stabilità dei prezzi delle materie prime.

Il prezzo del litio in Cina, ad esempio, a fine 2021 ha raggiunto i 261.500 Rmb (41.027 dollari) per tonnellata, più di cinque volte superiore rispetto allo scorso gennaio⁵⁰. Anche altri prodotti utilizzati nei catodi, la parte più costosa di una batteria, sono in aumento. Il prezzo del cobalto, che impedisce il surriscaldamento delle celle ad alte prestazioni è raddoppiato dallo scorso gennaio a 70.208 dollari la tonnellata. In Cina ne viene estratto meno di 3 mila tonnellate all'anno rispetto alle 95 mila estratte nella Repubblica Democratica del Congo ma ne raffina più della metà delle 160 mila tonnellate prodotte a livello globale. Mentre il nichel, che permette di accumulare più energia nella batteria, è aumentato del 15% e ha raggiunto il prezzo di 20.045 dollari.

I materiali catodici di solito costituiscono circa il 30% del costo totale dei pacchi batteria, pertanto, Bloomberg stima che i prezzi medi dei pacchi batterie potrebbero salire a \$ 135 per kilowattora nel 2022, rendendo così più lontana la previsione dell'anno in cui i veicoli elettrici raggiungeranno la parità di costo con le auto convenzionali.

Altre materie prime in cui la Cina primeggia tra i produttori è la grafite che trasformata in grafene potrebbe permettere la riduzione del tempo di ricarica delle batterie: il 70% viene prodotta in Cina e da questo stato arriva il 47% del quantitativo utilizzato dalle case produttrici europee.

L'approvvigionamento di materie prime per batterie potrebbe presto rivelarsi problematico per molte case automobilistiche come lo è stato per l'approvvigionamento di semiconduttori.

L'aumento dei prezzi, oltre alla domanda che supera l'offerta, è stato causato anche dai recenti tagli alla produzione cinese a causa dei problemi ambientali durante l'estrazione e la raffinazione.

Per questo e per affrontare i problemi legati al costo e alla disponibilità dei materiali, la società CATL ha presentato a luglio 2021 il suo ultimo prodotto ovvero la batteria

⁵⁰ Quattroruote – articolo “La gara vinta in partenza”, rivista di novembre 2021

agli ioni di sodio⁵¹. I materiali necessari per realizzarla sono ampiamente disponibili, infatti, il contenuto di sodio nelle riserve terrestri è compreso tra il 2,5% e il 3%, 300 volte più del litio, secondo gli analisti del Jefferies Group LLC. Ciò significa che ha un notevole vantaggio in termini di costi: questi alimentatori potrebbero costare dal 30% al 50% in meno rispetto alle opzioni di batteria per auto elettriche più economiche attualmente disponibili. Inoltre, il prezzo del sodio è meno sensibile alle oscillazioni del mercato rispetto al litio.

Oltre ai produttori di batterie, anche le case automobilistiche e gli investitori stanno esplorando tecnologie che potrebbero migliorare o sostituire i prodotti esistenti. L'attenzione viene posta nella batteria allo stato solido, che elimina l'elettrolita liquido in cui sono immersi gli elettrodi. Al momento sono ancora sperimentali ma potrebbero offrire vantaggi come un rendimento meno influenzato dalla temperatura esterna, tempi di ricarica più rapidi e sicuri perché non infiammabili. Un'altra soluzione presa sempre più in considerazione dalle case automobilistiche è la batteria LFP (litio-ferro-fosfato), a basso costo e che permetterebbero di semplificare la progettazione del pacco batteria permettendo di utilizzare un prodotto standard per una gamma di veicoli, piuttosto che un pacco su misura per ciascun modello. Nonostante abbia una autonomia minore e sia più lenta a ricaricarsi, essa potrebbe essere utilizzata nei veicoli ibridi, supportata dal motore a combustione.

In definitiva, le fluttuazioni dei prezzi delle materie prime, nel breve periodo, rallenteranno il calo dei prezzi delle batterie ma a lungo termine la tendenza al calo dei costi delle batterie proseguirà e consentirà la diffusione dei veicoli elettrici.

⁵¹ Bloomberg – articolo “The Next Best Electric Car Battery Is Here, Cheaper Than Ever”, settembre 2021, <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-09-13/the-next-best-electric-car-battery-is-here-and-it-s-sodium-ion-based>

capitolo 3

LE STAZIONI DI RICARICA: L'INFRASTRUTTURA AD OGGI

3.1 Introduzione – Le strategie delle case automobilistiche

Il mercato delle auto elettriche è strettamente correlato a quello delle infrastrutture di ricarica. La difficoltà dell'utente nel fare la ricarica ha una diretta ripercussione anche sulla domanda di vetture elettrificate: infatti essa è fortemente correlata al numero di colonnine presenti sul territorio e alla loro accessibilità.

Vi sono da una parte aziende che producono e vendono veicoli elettrici, demandando le necessità di ricarica alle strutture esistenti nei vari paesi e dall'altra costruttori che creano una rete proprietaria di ricarica alle quali si possono allacciare le autovetture che vendono, come ad esempio Tesla.

Esiste poi un caso, in cui un produttore di auto elettriche ricevendo lamentele sulla non disponibilità di punti di ricarica per la propria "supercar" decide in autonomia di andare a verificare come siano davvero le condizioni delle postazioni di ricarica al fine di comprendere le problematiche di utilizzo e di mantenimento in efficienza.

Negli Stati Uniti, la casa automobilistica Ford ha raccolto nel tempo, recensioni positive e negative sulla fruibilità della ricarica. In generale, infatti, in qualsiasi Stato può capitare di recarsi alla colonnina più vicina per la ricarica, parcheggiare e poi scoprire che la stazione è guasta.

I conducenti delle auto elettriche caratteristiche di questo marchio, la Mustang Mach-E, hanno espresso malcontento per la rete di ricarica, in particolare per quelle veloci e ad alta tensione che dovrebbero emulare l'esperienza di una stazione di servizio tradizionale.

Per un'azienda come Ford, soddisfare le aspettative di ricarica dei suoi clienti è diventato complesso poiché non è proprietario della rete. Il principale concorrente elettrico, Tesla Inc., ha invece da subito realizzato che una comoda ricarica era essenziale per la diffusione dei suoi veicoli e così nel 2012 ha iniziato a costruire la sua rete denominata Supercharger esclusivamente per i conducenti di Tesla, fornendo un'esperienza che altri fornitori di servizi di ricarica faticano a eguagliare.

Per prevenire questo malcontento, Ford ha pensato di avviare un progetto per verificare se le colonnine possiedono la qualità e l'affidabilità che la casa automobilistica desidera e che i clienti richiedono. L'iniziativa consiste nello stilare un elenco di stazioni problematiche analizzando i dati del veicolo o le cattive recensioni pubblicate sui siti. Successivamente, un team specializzato alla guida di vetture dotate di apparecchiature di test, controlla lo stato delle stazioni e comunica le informazioni che verranno raccolte da un team di ingegneri Ford che analizza le problematiche delle colonnine e condivide tali informazioni con il proprietario e l'operatore della stazione di ricarica. Se, la società non dovesse intervenire nel ripristino, la stazione di ricarica viene inserita in un "elenco di esclusione" e non sarà visibile ai conducenti che utilizzano l'app di ricarica Ford fino a quando il problema non verrà risolto. Il nome del progetto, "Charge Angel" ha l'obiettivo di garantire che i proprietari dei propri veicoli elettrici possano trovare una ricarica affidabile quando ne hanno bisogno, grazie a degli "angeli custodi che vegliano su di loro".

Le colonnine supercharger sotto inchiesta sono principalmente quelle della Electrify America con cui, la casa automobilistica possiede un rapporto "principale-agente"⁵². Ford, infatti, invece di investire e gestire una propria rete di ricarica, ha deciso di stipulare nel 2019 un contratto⁵³ per garantire ai futuri possessori del SUV elettrico l'accesso alle colonnine di ricarica rapida pubblica attraverso la rete di ricarica in crescita di Electrify America. I clienti possono gestire il proprio piano di ricarica tramite le funzionalità dell'app FordPass supportato da un feed di dati completo di Electrify America con indicazioni sulla posizione e sullo stato delle stazioni di ricarica.

L'iniziativa di Ford mette in luce le problematiche che tutt'ora affronta il possessore di un veicolo elettrico: infatti le colonnine, soprattutto quelle di ricarica veloci, sono ancora poco diffuse ed inoltre può anche capitare di trovarle guaste. Il progetto "Charge Angel" costituisce quindi un costo per Ford in quanto si tratta di costi necessari per controllare l'agente, ovvero la società proprietaria della rete di ricarica, ma costituisce un incentivo per tutte le società poiché si tratta di un esempio di iniziativa che potrebbe, nel futuro, essere seguita anche da altre case automobilistiche in tutto il mondo.

⁵² Da Jensen e Meckling (1976): la relazione di agenzia è "contratto in base al quale uno o più persone (principale), obbliga un'altra persona (agente) a ricoprire per suo conto una data mansione, che implica una delega di potere all'agente". È un rapporto conflittuale poiché entrambi le parti hanno differenti interessi e per evitare comportamenti opportunistici, il principale deve attuare strumenti di monitoring e sistemi di incentivi che implicano dei costi monetari e non, definiti "costi di agenzia".

⁵³ PR newswire – articolo "Electrify America Announces Agreement with Ford Motor Company to Provide Future All-Electric Vehicle Owners with Access to Ultra-Fast Public Charging Network", ottobre 2019, <https://www.prnewswire.com/news-releases/electrify-america-announces-agreement-with-ford-motor-company-to-provide-future-all-electric-vehicle-owners-with-access-to-ultra-fast-public-charging-network-300940269.html>

3.2 L'economia di piattaforma: auto elettriche e stazioni di ricarica

L'iniziativa di Ford dimostra chiaramente come la domanda di auto elettriche si sviluppa se è presente sul territorio una rete di ricarica sufficientemente estesa ed accessibile e di conseguenza anche la domanda e l'offerta di stazioni di ricarica cresce insieme al numero di vetture in circolazione.

L'esempio dell'applicazione "FordPass", citata precedentemente, rappresenta un esempio del cosiddetto "2 sided network", tipicamente, un mercato bilaterale caratterizzato da due distinti insiemi di agenti (o parti) che interagiscono attraverso un intermediario, la piattaforma e dove il comportamento di ciascun insieme di agenti incide direttamente sull'utilità o sul profitto dell'altro insieme di agenti.

Il mercato delle ricariche, infatti, si basa su piattaforme che consentono ai possessori di veicoli elettrici di localizzare ed accedere alle colonnine di ricarica. Tali applicazioni, che rappresentano l'intermediario nel mercato, sono principalmente offerte dagli operatori del mercato della ricarica pertanto maggiore sarà il numero di colonnine che installeranno e renderanno fruibili attraverso l'applicazione, maggiore sarà il numero di persone che scaricheranno l'applicazione e viceversa.

Al momento esistono diverse applicazioni disponibili, poiché ogni fornitore di stazione di ricarica ne crea una propria generando così il fenomeno del multihoming ovvero la presenza di più piattaforme di interazione in competizione tra loro. Questo però genera un costo di homing per l'utilizzatore, costretto ad utilizzare più piattaforme.

In Italia, un esempio sono le app, Juice app e Be Charge: la prima, app di Enel X, tra le più scaricate, dà accesso a una rete di 13mila punti di ricarica mentre la seconda è stata sviluppata da Eni e consente l'accesso a una rete di 5mila colonnine in Italia.

Al momento Be Charge non opera in roaming sulle colonnine di Enel X ma utilizza un suo network e, proprio per questo, il proprietario dell'auto elettrica necessita di scaricare entrambe le applicazioni per una maggior flessibilità nelle opzioni di ricarica.

In tale contesto, essendo presenti sul mercato diverse piattaforme, ci si attende una competizione sempre più feroce sul numero di utenti raggiungibili. Tendenzialmente vi è una generale propensione all'incompatibilità: infatti per i player del mercato delle colonnine di ricarica, costituisce una opportunità di fidelizzazione dei clienti mentre per i concorrenti, o potenzialmente tali, si crea un freno alla competizione.

In questo quadro, la chiave di successo di una piattaforma, per acquisire maggiore valore e quindi spingere gli utenti a focalizzarsi su di essa, è rappresentata dalla caratteristica dell'interoperabilità. Per aumentare l'experience degli EV driver è importante che le società fornitrici delle piattaforme stringano partnership tra loro e

cooperino affinché il consumatore abbia la possibilità di ricaricare il proprio veicolo presso colonnine appartenenti a reti diverse.

In Italia, ad esempio, un possessore di auto elettrica deve scaricare più applicazioni o possedere più card RFID (che possono avere un costo di emissione che varia a seconda dell'azienda) poiché ogni gestore della colonnina richiede la propria tessera. Tali vincoli costituiscono un freno allo sviluppo di una infrastruttura nazionale di ricarica efficiente.

L'ultimo recente esempio di interoperabilità è l'accordo siglato il 19 gennaio 2022⁵⁴ che permette agli utenti che utilizzano l'app E-moving di A2A ed Enel Juice Pass, di fare il pieno di energia alla propria auto elettrica indistintamente presso le infrastrutture pubbliche di ricarica delle due società.

3.2.1 Le soluzioni emergenti per l'interoperabilità Software

Oltre a specifiche partnership, si stanno affermando due nuove tendenze tecnologiche che garantiscono l'interoperabilità software tra gli operatori del mercato delle stazioni di ricarica. Queste soluzioni aiuterebbero a semplificare gli aspetti dell'esperienza di ricarica garantendo una user experience positiva come fare il pieno di benzina o diesel.

Tap and charge

La prima è chiamata «ricarica ad hoc» o «tap and charge» e consiste nel pagamento direttamente presso la colonnina di ricarica attraverso una comune carta di credito o debito. In questo caso, non occorre più possedere una carta con tecnologia RFID specifica oppure scaricare l'applicazione.

In Inghilterra, il governo ha incentivato questo metodo di pagamento stipulando nel 2019 un accordo con gli operatori dei punti di ricarica per consentire ai conducenti di alimentare la propria auto senza sottoscrivere abbonamenti. Il segretario dei trasporti inglesi ha successivamente dichiarato che per sostenere la rivoluzione elettrica è essenziale garantire metodi di pagamento semplici e standardizzati presso le colonnine dando così maggiore sicurezza alle persone che vogliono intraprendere viaggi lunghi senza il timore di non trovare sul tragitto una colonnina convenzionata per la ricarica.⁵⁵

⁵⁴ INSIDEEVs – articolo “Enel e A2A uniscono le forze: c'è l'interoperabilità delle colonnine”, gennaio 2022, <https://insideevs.it/news/561788/enel-a2a-colonnine-interoperabilita/>

⁵⁵ The TIMES – articolo “Car charger deal paves way for electric revolution”, settembre 2019, <https://www.thetimes.co.uk/article/car-charger-deal-paves-way-for-electric-revolution-cg38w6x33>

In Italia, solo una società, Neogy consente di ricaricare con carta di credito o PayPal ma soltanto per “*chi è solo di passaggio e non utilizza quindi abitualmente le stazioni...*”⁵⁶. La tecnologia di ricarica ad hoc in Italia non è ancora diffusa a causa di problemi burocratici: infatti per legge, l’energia elettrica non è un bene ma un servizio, pertanto, deve essere erogato da un distributore e fatturato al cliente di cui si conosce il nominativo ed il codice fiscale. Pagando con carta elettronica l’operatore dovrebbe registrare il cliente pertanto non sarebbe comodo e veloce come siamo abituati ai distributori di carburante fossile. Inoltre, anche gli operatori di ricarica si oppongono lamentando che gli importi medi delle ricariche sono inferiori in genere ai 15 euro e quindi le sole commissioni POS annullerebbero i guadagni.⁵⁷

Plug&Charge

Una seconda rivoluzione tecnologica consiste nel Plug&Charge. In questo caso, non è necessario che il conducente disponga di una app per scansionare un codice QR o la carta RFID. L’unica azione richiesta è collegare il cavo di ricarica alla stazione. Una volta collegato, il veicolo elettrico si identificherà automaticamente alla stazione di ricarica per conto del conducente e sarà autorizzato a ricevere energia per ricaricare la batteria.

Questo metodo è supportato dalla normativa ISO 15118⁵⁸, che individua le norme affinché il veicolo elettrico e la stazione di ricarica stabiliscano e condividano una modalità di comunicazione sicura grazie ad algoritmi crittografici affinché nessun attore di terze parti o malintenzionato sia in grado di intercettare la comunicazione. Il motivo consiste nel fatto che la rete elettrica è un’infrastruttura critica e ogni dispositivo che si connette alla rete deve fornire misure per proteggerla da potenziali attacchi. Ad esempio, si potrebbero riscontrare problemi se informazioni relative alla ricarica e dati di fatturazione provenienti da un processo di ricarica potessero essere manipolate da terze parti.

Il processo si basa sulla infrastruttura a chiave pubblica PKI ovvero che verifica l’identità consentendo comunicazioni riservate e garantendo un accesso controllato. Un esempio pratico applicato alla realtà è il PKI per l’accesso ad un edificio

⁵⁶ NEOGY – Direct payment, <https://www.neogy.it/rete-di-ricarica/direct-payment.html#:~:text=A%20chi%20%C3%A8%20solo%20di,di%20credito%20o%20tramite%20paypal>.

⁵⁷ Vaielettrico – articolo “Pagare la ricarica è un rebus. Il Bancomat? “No, colonnine interoperabili”, agosto 2020, <https://www.vaielettrico.it/pagare-la-ricarica-e-un-rebus-il-bancomat-no-colonnine-interoperabili/>

⁵⁸ Politecnico di Milano - SMART MOBILITY REPORT 2021, ottobre 2021, <https://www.missionline.it/wp-content/uploads/2021/10/Smart-Mobility-Report-2021.pdf> ; Secure technology alliance – report “Electric Vehicle Charging Open Payment Framework with ISO 15118”, febbraio 2021, <https://www.securetechalliance.org/wp-content/uploads/EV-Charging-Open-Pmt-Framework-WP-FINAL2-Feb-2021.pdf> ; SWITCH – “What is ISO 15118?”, febbraio 2019, <https://www.switch-ev.com/knowledgebase/what-is-iso-15118>

lavorativo, in cui in cui si presenta una carta d'identità a un lettore di carte alla porta di ingresso. Nel caso del Plug&Charge i certificati vengono rilasciati da una autorità di certificazione CA ai veicoli elettrici, alle stazioni di ricarica e agli altri operatori di mercato essenziali per il processo di ricarica e pagamento.

Per quanto riguarda la stazione di ricarica, invece deve disporre di un certificato digitale «LEAF» firmato da un «PKI».

Questi certificati CPO vengono utilizzati all'inizio di una sessione di comunicazione Plug & Charge. Il sistema Communication Controller, che è l'unità di controllo che esegue il protocollo di comunicazione ISO 15118, identificato con la sigla SECC (supply equipment cc) e con EVCC (electric vehicle cc) stabiliscono una sessione di comunicazione crittografata, chiamata TLS. Durante questa connessione TLS, la stazione di ricarica presenterà la sua serie di certificati digitali al veicolo elettrico per identificarsi come una stazione di ricarica affidabile. La vettura dovrà quindi controllare la firma digitale di tutti i certificati e se tutto viene verificato senza problemi, deve presentare un certificato di contratto valido che gli consentirà di essere autorizzato alla ricarica. Questo certificato di contratto è collegato a un account di fatturazione tramite un identificatore univoco, noto anche come E-Mobility Account Identifier (EMAID).

La rete Supercharger ideata da Tesla è un esempio di tecnologia Plug and Charge già attiva dal 2012. In Europa, soltanto nove anni dopo, ovvero nel 2021, la società IONITY⁵⁹ ha annunciato che sarà la prima in Europa ad offrire una rete di ricarica rapida Plug & Charge in conformità con lo standard ISO 15118.

Per quanto riguarda invece le case automobilistiche, soltanto tra il 2021 e il 2022, si inizierà ad implementare questa tecnologia grazie alla spinta promossa dal progetto europeo “Plug and Charge Europe”⁶⁰ che riunisce i principali player come BMW AG, Stellantis e Volkswagen AG. Il progetto prevede la creazione di una struttura PKI comune e gestita dall'operatore charIN che si occuperà di rilasciare i certificati utilizzati per l'autenticazione alla colonnina.

⁵⁹ INSIDEVs – articolo “IONITY Is First In Europe To Offer Plug & Charge At All Stations”, ottobre 2021, https://ionity.eu/Resources/Persistent/e/6/2/7/e62730454b1e3bec130c46be80cb5eaf3d38116b/20211012_IONITY_Plug-and-Charge_EN3.pdf

⁶⁰ CharIN – “Plug and Charge Europe enabled by CharIN is soon to be rolled out.”, aprile 2021, <https://www.charin.global/news/plug-and-charge-europe-enabled-by-charin-is-soon-to-be-rolled-out/#:~:text=The%20goal%20of%20the%20project,and%20provider%20of%20required%20services>

3.2.2 Le norme Europee che garantiscono lo standard per l'interoperabilità hardware

Una seconda tipologia di interoperabilità riguarda l'hardware ovvero la connessione fisica tra il veicolo elettrico e la colonnina attraverso le diverse tipologie di connettori.

Per quanto riguarda le auto tradizionali è sufficiente recarsi al distributore e fare il pieno con la pistola erogatrice standardizzata. Nelle vetture elettriche la modalità si complica poiché esistono diverse tipologie di cavi elettrici/prese. Chi possiede l'auto deve quindi disporre almeno di due tipologie di cavi/prese, con un prezzo che varia dai 150 euro agli oltre 200 e solitamente anche ingombranti e difficili da maneggiare.

Gli Stati appartenenti all'Unione Europea aderiscono al Comitato Europeo di Normalizzazione di elettronica ed elettrotecnica che ha lo scopo di preparare norme internazionali IEC relative agli impianti elettrici.

Nell'ambito dell'infrastruttura di ricarica, il riferimento tecnico sono le norme CEI. Attualmente la norma CEI IEC 61851-1⁶¹ regolarizza quattro sistemi di ricarica, in base al regime in AC o CC ed alla corrente massima:

Modo 1. Collegamento diretto del veicolo elettrico alle normali prese di corrente senza particolari sistemi di sicurezza. Tipicamente la modalità 1 (uno) viene utilizzata per la ricarica di biciclette elettriche e scooter. Si tratta di una ricarica slow in AC con connettori fino a 16A. È vietata o limitata in molti paesi.

Modo 2. Il collegare un veicolo elettrico alla presa può aumentare il rischio di scosse elettriche allora per risolvere questo problema, gli specialisti hanno sviluppato la modalità di ricarica 2 che utilizza un tipo speciale di cavo di ricarica dotato di un dispositivo di controllo e protezione, chiamato Control box (Sistema di sicurezza PWM). Si tratta sempre di una ricarica slow in AC con connettori domestici fino a 16A o industriali fino a 32A.

Modo 3. Questa modalità prevede la ricarica del veicolo tramite un sistema di alimentazione collegato permanentemente alla rete elettrica. È obbligatorio per gli ambienti pubblici e permette una ricarica lenta o veloce. La Control Box è integrata direttamente nel punto di ricarica dedicato. Esempi sono le wallbox o le colonnine pubbliche e consentono di caricare fino a 32A.

Modo 4. A differenza della modalità 3 è presente un terminale che permette la ricarica utilizzando corrente continua consentendo così una ricarica ultra-fast grazie ad una potenza massima erogata di 400V. Il veicolo elettrico è collegato alla stazione di ricarica che ha il compito di convertire la corrente alternata in continua e il sistema di controllo e protezione è svolto dalla stazione di ricarica. Al momento però le batterie non sono ancora sufficientemente tecnologicamente avanzate infatti alcuni

⁶¹ CEI - articolo "LA RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI: INTEROPERABILITÀ E SICUREZZA 13/04/2017", Aprile 2017, <https://ceimagazine.ceinorme.it/ceifocus/la-ricarica-dei-veicoli-elettrici-interoperabilita-sicurezza/>

veicoli non sono ancora predisposti per questo tipo di ricarica mentre per altri non è raccomandato per l'uso quotidiano in quanto potremmo danneggiarne la batteria. In sintesi, sono punti di ricarica studiati per strade a scorrimento veloce poiché consente di caricare fino all'80% della batteria di un'auto elettrica in un tempo medio di 30 minuti.

La norma europea recepita in Italia CEI EN 61851-1⁶² indica la ricarica in modalità 3 e 4 come gli unici permessi nei luoghi pubblici o privati aperti a terzi mentre per i luoghi strettamente “privati non aperti a terzi” in Italia è consentito utilizzare il Modo 1 di ricarica con una corrente limitata max di 16 A che permette di assimilare il veicolo elettrico ad un carico domestico. Per quanto riguarda il modo di carica 2 si assoggetta alle stesse limitazioni del Modo 1 poiché il box di controllo protegge il cavo ed il veicolo ma non la spina, più soggetto ad usura e quindi a rischio scossa.

Per quanto riguarda le prese, per la modalità 1 e 2, si tratta di una presa industriale CEE o Schuko, non specifica per i veicoli elettrici e normata dalla IEC 60309.

La norma europea EN IEC 61296 pubblicata nel 2015 e successivi aggiornamenti, specifica, invece, i requisiti delle spine, prese e connettori descritti nella norma IEC 61851-1 per i modi di ricarica 3 e 4. La figura 14, è utile per riassumere quanto descritto in precedenza.

	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4
Layout				
Presenza stazione	• Domestica	• Domestica • Industriale	• Tipo 2	• CCS Combo 2
Connettore	• Asportabile	• Asportabile	• Asportabile • Integrato nella colonnina	• Asportabile • Integrato nella colonnina
Presenza veicolo	• Tipo 1 • Tipo 2	• Tipo 1 • Tipo 2	• Tipo 1 • Tipo 2	• CCS Combo 2, • CHAdeMO
Sistema di regolazione	• Non presente	• Nel cavo di collegamento	• Nella colonnina	• Nella colonnina
Tipo corrente	• Alternata	• Alternata	• Alternata	• Continua
Ambito di applicazione	• Solo Privato	• Solo Privato	• Pubblico • Privato	• Pubblico
Velocità ricarica	• Lenta	• Lenta • Accelerata	• Lenta • Accelerata	• Veloce

Figura 14 - Modalità di ricarica e specifiche tecniche. Fonte: Autoappassionati

⁶² ENEA – report “La ricarica di veicoli elettrici: studio preliminare alla modellazione delle distanze di sicurezza”, settembre 2017, https://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/adp-mise-enea-2015-2017/mobilita-elettrica/rds_par2016_241.pdf

Al fine di garantire l'interoperabilità hardware tra le stazioni di ricarica e i veicoli, l'Unione europea ha emanato la Direttiva 2014/94/UE, del 2014, nota anche come AFID (Alternative Fuels Infrastructure Directive) con l'obiettivo di stabilire le opzioni sui combustibili alternativi e individuava, nell'assenza di infrastrutture adeguate, l'ostacolo all'attenuazione dell'impatto ambientale nel settore dei trasporti.

Entro ottobre 2016 tutti gli Stati Membri dovevano recepire tale direttiva che, ai fini dell'interoperabilità, prevedeva che tutti i punti di ricarica a corrente alternata e di potenza standard, introdotti o rinnovati dal 2017, dovessero essere dotati almeno di prese di Tipo 2. Nella normativa italiana è inoltre obbligatoria la presenza di protezioni (shutter), che impediscono alla persona di entrare in contatto con le parti in tensione della presa: l'apertura dello shutter è possibile solo tramite l'inserimento di una spina compatibile.

Sempre a decorrere dal 2017 le ricariche ad alta potenza in corrente continua devono essere dotate del sistema di ricarica CCS/Combo 2.

Secondo questi standard, il possessore di auto elettriche deve essere dotato di due cavi elettrici uno per la ricarica dalla presa di corrente a casa ed un altro per la ricarica pubblica. Per semplificare ulteriormente il processo di ricarica, l'azienda Bosch⁶³ ha presentato a settembre 2021, il cavo di ricarica intelligente. Esso pesa meno di tre kg e viene fornito con adattatori per la ricarica di tipo 2 e la modalità 3 di ricarica CA fino a 22 kW. Il minor peso è dovuto allo sforzo di ridurre i componenti elettronici di controllo, presenti nella spina di testa intercambiabile.

3.3 I riferimenti normativi in Italia per colonnine di ricarica pubbliche

3.3.1 La revisione del AFID – da Direttiva a Regolamento

La commissione Europea, nel mese di luglio 2021, ha proposto di revisionare la Direttiva AFID⁶⁴, descritta nel paragrafo precedente, trasformandola in regolamento che fissa obiettivi vincolanti per gli Stati Membri. Al fine di stabilire le iniziative da proporre nella revisione, nel mese di giugno 2020 è stata aperta una consultazione in cui la Commissione europea invitava il pubblico e le parti interessate a esprimere la propria opinione sull'impatto della direttiva esistente, con particolare attenzione alla non uniformità nell'UE riguardo l'infrastruttura dei combustibili alternativi ed

⁶³ Colloquio effettuato con Berger Rainer a gennaio 2022, dipendente di Robert Bosch GmbH; BOSCH Press – “Bosch does away with the “charging brick”, settembre 2021

⁶⁴ Commissione Europea - “Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council” , Luglio 2021, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision_of_the_directive_on_deployment_of_the_alternative_fuels_infrastructure_with_annex_o.pdf

alla difficoltà per la ricarica e il rifornimento di veicoli. Le informazioni ricevute in questa consultazione sono state utilizzate per valutare la necessità di una revisione.

Ribadendo la priorità per una mobilità sostenibile, viene rivisto il suggerimento presentato nella direttiva AFID che indicava che il rapporto ottimale una colonnina di ricarica per ogni dieci auto elettriche in circolazione. Al fine di spingere ulteriormente l'espansione della struttura di ricarica, Art.3, la proposta prevede che gli Stati Membri:

- ◆ Si dotino di stazioni di ricarica accessibili al pubblico in base al numero di veicoli elettrificati in circolazione. In particolare, ogni anno essi devono rispettare i seguenti obiettivi di produzione di potenza:
 - a) per ciascun veicolo leggero elettrico a batteria immatricolato nel loro territorio, in totale la potenza di almeno 1 kW è fornita tramite accesso pubblico stazioni di ricarica;
 - b) per ciascun veicolo leggero ibrido plug-in immatricolato nel loro territorio, in totale la potenza di almeno 0,66 kW è fornita tramite accesso pubblico stazioni di ricarica.
- ◆ Fissare un numero minimo di colonnine che devono essere accessibili in tutti i parcheggi pubblici
- ◆ Investire anche nelle infrastrutture di ricarica elettrica per i veicoli leggeri e pesanti lungo la rete centrale TEN-T: saranno presenti colonnine pubbliche posizionate in ogni senso di marcia con una distanza massima di 60 km tra essi. Diverse saranno invece le potenze erogate ed indicate nell'Art.3 per i veicoli leggeri e nel successivo per i mezzi pesanti.

Per raggiungere invece l'obiettivo di interoperabilità tra gli operatori, si prevede l'adozione di standard e condivisione dati al fine di promuovere un ambiente di mercato competitivo e migliorare l'esperienza dell'utente.
- ◆ Modalità di pagamento: Gli operatori dei punti di ricarica, con potenza inferiore a 50 kW, devono accettare il pagamento elettronico attraverso lettori o dispositivi contactless per leggere le carte di pagamento; dispositivi che utilizzano una connessione Internet che ad esempio possano generare un codice specifico per il pagamento (Quick Response Code). Per quanto riguarda le colonnine con potenza pari o superiore a 50 kW, dal 2027, dovranno essere tutti dotati di dispositivi contactless.
- ◆ Prezzi: prezzi praticati devono essere accessibili, trasparenti e non discriminatori (articolo 5. 4)

Per i Charger Point Operator non deve esserci una discriminazione di prezzi tra l'utilizzatore del veicolo elettrico e gli operatori dei servizi di mobilità: a questi ultimi sono permessi sconti proporzionati.

In base all'articolo 5.5, il prezzo deve essere esposto chiaramente in tutte le stazioni di ricarica accessibili in modo tale siano noti agli utenti finali prima che inizino una sessione di ricarica. Se applicati, devono essere mostrati anche i seguenti componenti di prezzo:

- prezzo per sessione,
- prezzo al minuto,
- prezzo per kWh.

Devono essere anche indicati tramite mezzi elettronici ampiamente supportati, le componenti di prezzo addebitato dall'operatore del punto di ricarica, costi di e-roaming applicabili e tasse o oneri applicati dal fornitore di servizi di mobilità. Non verranno applicati costi aggiuntivi per l'e-roaming transfrontaliero.

Relativamente alla raccolta data, gli operatori dei punti di ricarica pubblici devono garantire l'accessibilità dei dati a titolo gratuito. In particolare, tra i dati statici indicati, si elencano la posizione geografica del punto di ricarica o rifornimento, il numero di connettori presenti, il numero di parcheggi per persone con disabilità, i recapiti del titolare e gestore della ricarica e stazione di rifornimento. I dati dinamici, invece, che devono essere disponibili per tutti i punti di ricarica, sono lo stato operativo (operativo/fuori servizio), la disponibilità (in uso/non in uso) ed il prezzo.

Gli Stati membri inoltre dovranno nominare un'organizzazione di "ID Registration Office" ("IDRO"). Tale iniziativa si collega all'interno del progetto Europeo IDACS che ha l'obiettivo di costruire un database unificato dei dati sui punti di rifornimento delle infrastrutture dei combustibili alternativi e sviluppare una proposta congiunta per un sistema per l'identificazione univoca degli attori dell'elettromobilità. In questo quadro, IDRO consentire un'identificazione unica e univoca per gli operatori di servizi/stazioni di ricarica assegnando un codice identificativo.

3.3.2 PNIRE – Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli elettrici

L'avvio dell'istruttoria per la redazione del piano PNIRE avvenuto nel 2012 a seguito della legge numero 134, ed è stato infine approvato due anni dopo. L'obiettivo promosso è quello di avere 90.000 punti di ricarica pubblici nel 2016, 110.000 nel 2018 e raggiungere i 130.000 nel 2020. Il piano individua una strategia a periodi: la prima fase, dal 2013 al 2016, è di "definizione e sviluppo". Prevede la definizione dei criteri per lo sviluppo di una rete di ricarica elettrica nazionale, lo

sviluppo di Policy che incentivino lo sviluppo della mobilità elettrica e l'individuazione di standard tecnologici.

La seconda fase viene invece definita di “consolidamento” e si basa sugli elementi individuati nella fase precedente. Si prevede inoltre l’emanazione di norme comuni e standard condivisi in grado di fornire una base produttiva per le case automobilistiche e quindi la loro produzione di massa dei veicoli ad alimentazione elettrica. Inoltre, sulla base degli studi sulle reali esigenze degli utenti verrà consolidata la rete di ricarica elettrica presente sul territorio nazionale.

Il PNIRE prevedeva anche la realizzazione di una piattaforma unica nazionale che racchiude tutte le informazioni relative alle infrastrutture pubbliche presenti nella nazione.

Il D.Lgs. 257/2016 ha ulteriormente aggiornato il Piano recependo la direttiva AFID ed attuando alcune disposizioni sullo sviluppo della rete di ricarica e definendo gli standard tecnologici per le prese di cui sono dotate le colonnine. Tra le ulteriori iniziative inserite, si presenta l’obbligo a partire dal 31 dicembre 2017, di predisporre l'allaccio per la possibile installazione di infrastrutture elettriche per la ricarica dei veicoli⁶⁵, ai fini del conseguimento del titolo abitativo per gli edifici di nuova costruzione e per i relativi interventi di ristrutturazione edilizia. È richiesto inoltre di dedicare almeno il 5% dei parcheggi ed autorimesse di nuova costruzione, alla ricarica delle vetture elettriche. Infine, è anche indicato che la ricarica pubblica è da considerare un servizio e non una fornitura di energia elettrica.

3.3.3 PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il piano rispetta i regolamenti dell’Unione Europea e propone investimenti strategici con l’obiettivo di avviare il paese verso una transizione energetica con la finalità di sfruttare energie alternative e più rispettoso nell’ambiente. Tale obiettivo sarà perseguito attraverso sei mission ed in particolare, rilevante è quella dedicata all’infrastruttura per la mobilità sostenibile ed i 741,3 milioni riservati al nostro paese per le infrastrutture di ricarica. Per supportare i 6 milioni di veicoli elettrici previsti nel 2030 in Italia dal piano PNIEC, si prevede la necessità di 31.500 punti pubblici. Il piano inoltre prevede l’installazione di 21.400 colonnine di ricarica ultra veloce da realizzare di cui 7.500 in autostrada (da almeno 175 kW) e 13.755 nei centri urbani (da almeno 90 kW), secondo il seguente calendario:

⁶⁵ SelfEnergySystem – articolo “Italia, le regole per la mobilità elettrica”, <http://www.selfenergysystem.it/news.php?id=244>

Anno	Fondi stanziati	Deadline principali
2023	400 milioni di euro	Entro giugno definizione dei contratti per 2.500 stazioni di ricarica in autostrada e 4.000 nelle aree urbane
2024	150 milioni di euro	Entro giugno: Installazione delle prime infrastrutture in autostrada e città
		Entro dicembre: definizione dei contratti per le restanti 5.000 stazioni di ricarica in autostrada, 9.755 nelle aree urbane, comprese 100 stazioni innovative e sperimentali di stoccaggio dell'energia
2025	141,3 milioni di euro	Entro dicembre: installazione di almeno 7.500 infrastrutture in autostrada da 175 kW e di 13.000 da 90 kW in città
2026	50 milioni di euro	Raggiungimento dell'obiettivo di realizzare un sistema infrastrutturale moderno, digitalizzato e sostenibile
Investimento complessivo		741,3 milioni di euro

Grazie ai fondi stanziati, si prevede quindi una impennata nella crescita delle colonnine pubbliche di ricarica e per il 2026 si prevede la presenza di 46.049 punti di ricarica grazie alle oltre 20.000 colonnine disponibili.

Rilevante è inoltre che il 56% totale del piano è destinato alle regioni del sud così da ridurre le disuguaglianze infrastrutturali del paese, sviluppare interconnessioni ferroviarie e potenziare i punti di ricarica elettrica.

Nei prossimi tre anni l'Italia cercherà anche di ritagliarsi un ruolo significativo nella produzione di batterie e per giugno 2022 è previsto un decreto con maggiori dettagli della manovra e fondi stanziati.

Il PNRR prevede, inoltre, criteri trasparenti e non discriminatori per l'assegnazione di spazi e/o la selezione degli operatori per l'installazione di colonnine di ricarica delle auto elettriche e il superamento degli ostacoli regolatori al libero svolgimento dell'attività di fornitura dell'energia elettrica per la ricarica dei veicoli.

Sarà quindi necessario che i target del piano siano raggiunti nei tempi previsti altrimenti si rischierebbe di non arrivare preparati al 2030, correndo anche il rischio di fare la coda per ricaricare il proprio veicolo, a causa del numero inadeguato di colonnine pubbliche.

3.3.4 Il decreto semplificazioni e il dibattito intervento sulle tariffe per la ricarica pubblica

Il decreto semplificazioni⁶⁶, 16 luglio 2020, n.76, pubblicato in legge sulla gazzetta di settembre 2020 prevede una serie di semplificazioni per la realizzazione di punti di ricarica dei veicoli elettrici. Il comma 11 prevede le semplificazioni per la realizzazione di infrastrutture di ricarica in apposite aree di sosta, pubbliche o private. È sufficiente una dichiarazione firmata dai soggetti interessati e comunicarlo all'Ispektorato del Ministero competente per territorio, previo il conseguimento del nulla osta del Ministero sul progetto di costruzione, modifica o spostamento di condutture di energia elettrica. Nel comma 12 invece si affida all'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) il ruolo di definire entro 180 dall'entrata in vigore del decreto, le tariffe per la fornitura dell'energia elettrica destinata alla ricarica dei veicoli, pubblici e privati, in modo da incoraggiare l'adozione dei veicoli elettrici e secondo quanto previsto dall'articolo 4, comma 9, del D.Lgs. n. 257/2016, così da incoraggiare l'impiego di veicoli alimentati ad energia elettrica e da assicurare un costo dell'energia elettrica non superiore a quello previsto per i clienti domestici residenti. Infine, tra le novità introdotte, il comma 13, che dispone che le aree di servizio vengano dotate delle colonnine di ricarica per i veicoli elettrici.

La richiesta di eguagliare i prezzi della ricarica pubblica a quella privata ha scatenato discussioni sin dall'approvazione del decreto. L'authority ARERA ha infatti dichiarato infattibile tale intervento⁶⁷. Il motivo è che, secondo la Direttiva Europea 2014/94/UE e il D.Lgs. 257/16, il servizio di ricarica pubblica si deve svolgere in regime di concorrenza e di conseguenza la determinazione dei prezzi finali all'utente è a carico degli operatori del servizio e non della Autorità. Inoltre, non è detto che eventuali agevolazioni sul costo dell'input energetico si riflettano pienamente poi sul prezzo finale applicato al cliente.

La tariffa del servizio di ricarica pubblica è anche più elevata rispetto a quella privata poiché esso richiede l'attivazione dei punti di prelievo ed inoltre la ricarica avviene in tempi minori grazie alla più alta potenza impegnata. Tali oneri di connessione contribuiscono quindi a un aumento del prezzo finale della ricarica. In media, il

⁶⁶ Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana -

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2020/09/14/228/so/33/sg/pdf> ;

MOTUS-E e PwC Consulting – report “Il futuro della mobilità elettrica: l'infrastruttura di ricarica in Italia @2030”, ottobre 2020, <https://www.motus-e.org/wp-content/uploads/2020/10/Il-futuro-della-mobilit%C3%A0-elettrica-linfrastuttura-di-ricarica-in-Italia-2030-2.pdf> ;

ALTALEX – articolo “Le novità per la mobilità elettrica del decreto Semplificazioni”, dicembre 2020, <https://www.altalex.com/documents/news/2020/12/04/le-novita-per-la-mobilita-elettrica-del-decreto-semplificazioni>

⁶⁷ INSIDEEVs – articolo “Auto elettriche, ecco perché la ricarica a casa rimarrà più conveniente”, febbraio 2020, <https://insideevs.it/news/400022/ricarica-auto-elettriche-casa-colonnine/>

costo ricarica⁶⁸ pubblica varia tra 0,40-0,79 €/kWh mentre quella domestica sui 0,25 €/kWh. Una differenza evidente anche se occorre comunque considerare, come indicato in precedenza che la ricarica a casa è più lenta a causa delle limitazioni dei contatori ed occorre anche fare attenzione a non sovraccaricare la rete domestica quando l'auto è in ricarica insieme agli elettrodomestici di uso comune.

L'obiettivo di rendere uguali il costo della ricarica pubblica e privata ha comunque una forte giustificazione che non deve essere trascurata. Al momento, infatti, si crea una disparità tra chi possiede un garage di pertinenza dell'abitazione in cui può ricaricare l'auto ed invece chi non gode di questa possibilità e posteggia nei parcheggi pubblici.

Il 15 dicembre 2021 è entrato in vigore il Decreto Legislativo n. 199/2021⁶⁹ che recepisce le direttive dell'Unione Europea RED II e IEM sulla promozione delle energie rinnovabili. Nel nuovo decreto è stato inserito nuovamente il compito ad ARERA di rivedere al ribasso i prezzi della ricarica pubblica, cercando di avvicinarli a quelli della ricarica domestica. La misura, però, diversamente da quella dell'anno precedente non obbliga più ad eguagliare i due prezzi ma richiede una generica riduzione delle tariffe pubbliche. Nel testo, articolo 45 comma 12, non sono però date indicazioni quantitative sulla riduzione richiesta ed il valore economico dell'iniziativa ma il comma 12-bis chiarisce che con tale decreto sono valutati le modalità di copertura. Infine, il comma 12-ter dichiara che gli operatori dei punti di ricarica in luoghi accessibili al pubblico sono tenuti a trasferire il beneficio agli utilizzatori finali del servizio di ricarica. Precisazione che accoglie la dichiarazione di ARERA l'anno precedente con cui aveva espresso dubbi riguardo la possibilità che il beneficio sulle tariffe fosse trattenuto dall'operatore e quindi influente sul prezzo finale all'utilizzatore.

Il decreto, entrato in vigore a dicembre 2021, introduce un nuovo stimolo allo sviluppo dell'infrastruttura. Il precedente decreto "Semplificazioni" che all'articolo 57 comma 6 prevedeva, "al fine di garantire un numero adeguato di stalli in funzione della domanda e degli obiettivi di progressivo rinnovo del parco dei veicoli circolanti, prevedendo, ove possibile, l'installazione di almeno un punto di ricarica ogni 1.000 abitanti".

Il nuovo Decreto Legislativo n. 199/2021, sostituisce quest'ultimo comma citato ed introduce un nuovo stimolo allo sviluppo dell'infrastruttura, infatti, come indicato al capo III art. 45, i Comuni dovrebbero installare almeno un punto di ricarica ogni sei veicoli elettrici immatricolati. In particolare, è indicato che i soggetti che acquistano, noleggiano o posseggono un veicolo elettrico possono inserirne i dati sulla Piattaforma Unica Nazionale con particolare riguardo alla zona e all'indirizzo

⁶⁸ INSIDEEVs – articolo "La ricarica pubblica potrà costare come quella a casa: parola di Enel X", luglio 2020, <https://insideevs.it/news/432920/costi-ricarica-pubblica-domestica-enel-x/>

⁶⁹ Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana - DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/30/21G00214/sg>

di residenza e di parcheggio abituale. Nel caso in cui non risultino presenti punti di ricarica disponibili nella zona indicata o il proprietario abbia dichiarato di non disporre di accesso a punti di ricarica privata, si applica la norma.

3.4 Analisi del settore

Il quadro normativo per la mobilità elettrica è stato sviluppato a partire dal 2010, anno cui l'Autorità ARERA con la delibera ARG/ELT 242/10⁷⁰ decretò la selezione e l'avvio di progetti dimostrativi al fine di sviluppare infrastrutture per colonnine di ricarica negli spazi pubblici.

L'obiettivo era quello di controllare i possibili diversi modelli di business delle stazioni di ricarica per poi trovare la soluzione ottimale e basarsi su questa per il quadro normativo.

I progetti pilota erano basati su tre diversi modelli di business legati alle ricariche nei luoghi pubblici:

- Il modello del gestore del sistema di distribuzione (DSO) integrato: il DSO sviluppa e gestisce le infrastrutture di ricarica pubbliche
- Il modello del service provider in esclusiva: in questo modello compare solo un fornitore di servizi di ricarica distinto dall'impresa di distribuzione che opera con una licenza di servizio pubblico locale ricevuta a seguito della vittoria di una gara.
- Un modello di service provider in concorrenza: il servizio è fornito da una varietà di attori industriali diversi da DSO e in competizione tra loro (come avviene attualmente per le aree di servizio per carburanti)

Durante i cinque anni di prova, si è discusso particolarmente sul modello DSO integrato che si basava su contratti a lungo termine e accesso alle stazioni di ricarica attraverso specifiche tessere RFID. Ciò causava una bassa interoperabilità e complicava ulteriormente l'accesso alla ricarica da parte dell'utente finale.

In seguito, con l'analisi dei risultati ottenuti nei progetti pilota e con il recepimento della direttiva AFID, venne stabilito che i gestori del sistema di distribuzione devono garantire una cooperazione non discriminatoria con chiunque operatore di ricarica, soprattutto in termini di permessi richiesti con i fornitori di energia elettrica locali. È inoltre indicato che il DSO non può agire direttamente come Charging Point Operator ma, se vuole entrare nel business, può farlo solo attraverso un'impresa integrata verticalmente, ovvero un'impresa che fa parte del gruppo del DSO ma legalmente separata.

⁷⁰ ARERA - Deliberazione 15 dicembre 2010 - ARG/elt 242/10, <https://www.arera.it/allegati/docs/10/242-10arg.pdf>

Si identifica pertanto la seguente supply chain, in figura 15.

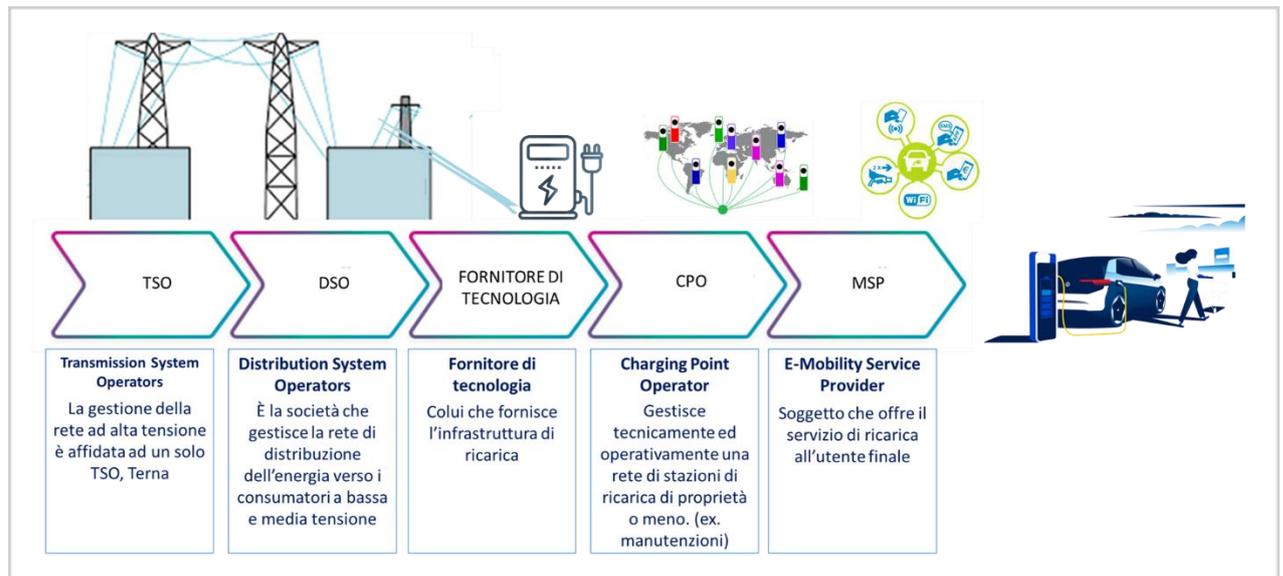


Figura 15 - Rappresentazione della supply chain del servizio di ricarica elettrica pubblica. Elaborazione personale.

Il modello business più diffuso in Italia vede il CPO (Charging Point Operator) che si comporta da fornitore di tecnologia ovvero colui che finanzia il progetto di costruzione delle colonnine e si occupa anche della sua gestione come gli accessi e le manutenzioni. Inoltre, il CPO svolge anche il ruolo di MSP (Mobility Service Provider) ovvero di soggetto che offre il servizio della ricarica all'utente finale e che quindi gestisce i contratti e i metodi di pagamento.

Solitamente tale ruolo è svolto da imprese collegate alla società intestataria della concessione di distribuzione elettrica. Per capire il motivo della prevalenza dell'integrazione verticale a monte relativamente alla materia prima ovvero l'energia, si rimanda all'analisi svolta di seguito.

3.4.1 La competizione nel settore – applicazione del modello delle 5 forze di Porter

Per poter analizzare il mercato, si utilizza l'analisi di Porter, strumento che permette di determinare l'intensità della concorrenza in un settore e la sua redditività dal punto di vista di cinque variabili.

La prospettiva utilizzata è quella di un generico CPO operante nel settore, caratterizzata dall'integrazione a monte.

Il modello è costituito da cinque forze, competitive, che interagiscono tra loro:

✓ Il potere contrattuale dei fornitori

Trattandosi di una società integrata verticalmente con le società di distribuzione della corrente elettrica, i fornitori sono assenti. Da notare che per i CPO non integrati, la potenza dei fornitori dipende dalle dimensioni delle società e dal contratto che hanno stipulato. Inoltre, i fornitori che offrono una maggiore infrastruttura territoriale hanno maggiore potere contrattuale.

✓ Il potere contrattuale dei clienti

Il potere contrattuale degli utilizzatori è alto poiché grazie al mercato in regime di concorrenza, hanno la possibilità di scegliere a quale fornitore finale rivolgersi.

✓ La minaccia di prodotti sostitutivi

Il prodotto a cui si fa riferimento è la ricarica elettrica ovvero una commodity non reperibile in natura. La differenziazione in quest'ambito riguarderà:

- la capacità di offrire la ricarica da energia elettrica 100% da fonte rinnovabile
- prezzo della ricarica e dei servizi offerti

✓ Concorrenti diretti nel settore

Attualmente trattandosi di un mercato ancora allo stato “embrionale”, si può comunque affermare che la competitività è media e lo si vede dal numero di società che sono entrate nel business della ricarica. Con il progredire dell'avanzamento del mercato ci si aspetta un aumento della competitività soprattutto orientata ai servizi aggiuntivi volti a soddisfare e rendere più facile la ricarica all'utente finale.

✓ La minaccia di nuovi entranti

Si rilevano tre tipologie di barriere all'entrata di medio livello che rendono più difficile l'ingresso nel settore ad altri concorrenti. Si tratta in particolare di vantaggi di cui gode una società integrata a monte rispetto ad una nuova entrante non legata a società di distribuzione della corrente. Vediamo di seguito le barriere individuate:

◆ *Accesso alle informazioni del fornitore*

Per poter installare la colonnina, il CPO deve ottenere la concessione da parte dei soggetti pubblici quali Comuni o soggetti privati come dispongono di un'area di sosta pubblica.

Per valutare l'investimento complessivo, il CPO deve studiare se il punto scelto ha una funzionalità per l'utente finale ovvero se si trova nei pressi di zone molto trafficate o vicino ad aree turistiche o ricreative. Occorre inoltre prestare attenzione alla distanza che intercorre tra il punto di connessione alla rete elettrica e il punto di installazione della colonnina. Se tale distanza fosse troppo alta, occorrerebbero dei costi molto alti per coprirli e quindi il progetto verrebbe scartato.

Si tratta quindi di un processo molto inefficiente poiché il CPO partecipa a diverse pratiche ma solamente dopo il sopralluogo del DSO, che viene coinvolto nella fase successiva all'individuazione del luogo, capisce se è presente o no la rete con una potenza necessaria alla tipologia di colonnina che si vuole installare.

Il CPO integrato verticalmente ha di conseguenza la possibilità di conoscere in anticipo lo stato della rete e quindi di scegliere in accordo con i proprietari delle aree, il luogo di installazione più adatto. Si tratta di un vantaggio rispetto ai competitor, che invece investe forza lavoro per effettuare lo studio di un progetto ma con il grosso rischio che a seguito del sopralluogo del DSO, il progetto venga abbandonato per indisponibilità di potenza o economicamente insostenibile.

◆ *Costo del capitale*

Un secondo vantaggio, che spiega come mai la maggior parte dell'infrastruttura di ricarica è sviluppata dalle società collegate ai distributori di energia elettrica è la disponibilità di effettuare ingenti investimenti. Attualmente, infatti, colui che vuole entrare nel mercato rischia di avere perdite poiché mancano i volumi di auto elettriche che permetterebbero di avere un margine di guadagno e quindi di ripagare l'investimento.

◆ *Concorrenza*

È difficile che gli utenti finali sottoscrivano contratti con piccoli e nuovi player del mercato a meno che questi non garantiscano l'interoperabilità con le colonnine di altri player.

Dall'analisi si evince quindi che i CPO integrati a monte possono esercitare una pressione competitiva sugli incumbent.

Per questi motivi il mercato delle colonnine è prevalentemente dominato dalle società integrate con i servizi energetici che diventano anche MSP e si occupano di tutti gli aspetti dei servizi di ricarica. Attualmente il maggior player è Enel X, società

controllata da Enel fondata nel 2018 che offre i servizi annessi alla rete elettrica come sviluppare una rete di ricarica per l'e-mobility.

Al momento in Italia risultano installati da Enel X oltre 14.200 i punti di ricarica ad uso pubblico. La rete sarà poi ulteriormente ampliata a 40 mila per la fine dell'anno 2022 e a 150 mila per il 2024, grazie anche agli accordi di interoperabilità.⁷¹

Gli altri operatori che operano su un territorio meno vasto ma che sono sempre caratterizzati da integrazione a monte sono Be Charge, Duferco, A2A, Alperia ed Engie.

3.4.2 Tariffa della ricarica elettrica

L'installazione e la gestione di punti di ricarica accessibili al pubblico rappresentano quindi una nuova linea di business per gli operatori del mercato elettrico.

La vendita di energia elettrica è accompagnata infatti da un servizio di ricarica e per i fornitori di energia elettrica esiste di conseguenza una doppia possibilità di ottenere un margine sia sull'energia elettrica venduta sia sul servizio di ricarica, che comprende l'installazione e la gestione dei punti di ricarica.

Quando invece non vi è relazione tra il fornitore di energia elettrica e il gestore della stazione di ricarica ma solamente un contratto potrebbero insorgere problematiche. Inoltre, all'aumentare del numero di attori nella supply chain, aumenta anche il prezzo finale al cliente.

Esistono diverse offerte sul mercato per la ricarica pubblica e si distingue principalmente tra ricariche per abbonamento oppure con pagamento a consumo e/o contratto.

Il secondo metodo è il più diffuso tra gli operatori e il sistema viene attivato tramite l'iscrizione al portale del singolo operatore.

A2A consente ad esempio sia di ricaricare pagando, a consumo, 0,37 €/kWh per le colonnine AC e 0,47 €/kWh per quelle a corrente continua. Offre inoltre abbonamenti a 30€ al mese e con cariche illimitate.

La ricarica invece alle colonnine AC di Enel X costa 0,40 €/kWh mentre si spendono tra i 0,50 e i 0,79€/kWh per le stazioni a potenza più elevata.

Per capire le voci che compongono il prezzo della ricarica pubblica, si rimanda al documento redatto dall'autorità di regolazione ARERA nel quale si spiega che esistono 2 principali quote che contribuiscono a formare tale costo:

⁷¹ ENEL X - <https://www.enelx.com/it/it/rete-di-ricarica-enelx>

-
- *Costi di fornitura energetica*: ovvero i costi che lo stesso gestore delle stazioni di ricarica deve pagare al fornitore di energia. Essi sono costituiti dal costo della componente di energia e da componenti amministrative come il costo di trasporto e gestione del contatore, oneri generali di sistema ed accise.
 - *Costi “non energetici”*: includono l’installazione, la manutenzione e la remunerazione del gestore del punto di ricarica.

Il prezzo della ricarica pubblica, di conseguenza, è più alto rispetto a quella privata ma esiste la variabilità a seconda dell’operatore scelto e della potenza di ricarica offerta.

L’innovazione sta gradualmente influenzando i business model, infatti, gli MSP stanno cercando di includere sempre più servizi aggiuntivi. Come permettere all’utente finale di ricaricare all’estero allo stesso prezzo che in Italia oppure la possibilità di riservare la colonnina per una certa fascia oraria.

Questo cambiamento influenzerà l’offerta e sarà causato dall’aumento nella domanda di ricarica elettrica che a sua volta genererà una maggiore competizione nel mercato e di conseguenza una diminuzione dei prezzi e l’aggiunta di servizi per l’utente finale.

3.4.3 L’evoluzione del mercato

A seguito dell’analisi svolta e delle ricerche sul mercato in questione, si prevedono nel futuro due possibili fenomeni:

◆ Unbundling tra CPO e MSP

Per promuovere l’entrata nel mercato di nuovi MSP privati, si potrebbe prevedere per il futuro l’obbligo di unbundling. Questo comporterebbe la separazione tra il ruolo di CPO e MSP della filiera produttiva di un’impresa verticalmente integrata finalizzata a introdurre una maggiore competitività nel mercato.

La direttiva AFID attualmente prevede l’obbligo di rendere accessibili le colonnine ai fornitori della ricarica che ne facciano richiesta all’operatore che gestisce la colonnina (CPO) ma per i motivi descritti precedentemente, il mercato italiano dei servizi di ricarica elettrica è dominato da società di servizi energetici che diventano MSP integrati e si occupano di tutti i servizi della ricarica.

◆ Entrata nel mercato delle compagnie petrolifere

L’entrata nel business delle compagnie petrolifere potrebbe portare ad uno sviluppo imprevisto del mercato della ricarica elettrica.

Iniziare installando colonnine nelle stazioni di servizio per poi riconvertire completamente le stazioni di servizio in ampi Charging Point è una strategia che potrebbe portare un grosso vantaggio alle compagnie petrolifere.

Le stazioni di servizio sono ampiamente diffuse e situate in zone strategiche di passaggio e quindi caratterizzate da un alto numero di clienti. Riconvertirle sarebbe costoso, il primo Petrol-Switch Off è stato effettuato in USA ad un costo di circa 800 mila dollari per convertire l'impianto di distribuzione tradizionale in 4 colonnine di ricarica da 200 kW.

Il vantaggio risiederebbe però nel fatto che non occorrerebbe più effettuare uno studio sul posizionamento della colonnina, richiedere la concessione e costruire anche altre utility come il parcheggio con pensilina o avviare una piccola attività di ristoro così da rendere migliore il tempo di permanenza dell'utente durante la ricarica. Non di meno le aree di servizio sono già collegate alla rete elettrica pertanto non occorrerebbero neanche costi aggiuntivi da parte del DSO che quindi renderebbero più basso l'investimento per la realizzazione della colonnina.

La spinta all'espansione dei punti di ricarica per veicoli elettrici da parte dei colossi petroliferi mira anche a mantenere un flusso di clienti nelle stazioni di servizio e nei relativi punti shops.

Nel mese di settembre 2021, la società Shell ha dichiarato di voler installare, nei prossimi quattro anni, 50.000 punti di ricarica per veicoli elettrici nelle varie aree di servizio di sua proprietà sulle strade nel Regno Unito⁷². Un grosso investimento che ha suscitato pareri favorevoli, come quello del ministro dei trasporti, Rachel MacLean, il quale ha affermato che si tratta di un ottimo esempio di investimento privato per garantire che l'infrastruttura di ricarica sia adatta al futuro.

In questo modo, in quattro anni, la Shell potrebbe fornire un terzo della rete necessaria per raggiungere gli obiettivi inglesi necessari allo sviluppo di una mobilità totalmente elettrica.

L'Autorità Garante della Concorrenza e dei Mercati ha infatti avvertito che potrebbe così sorgere il rischio di monopoli locali ovvero la struttura del mercato potrebbe portare i consumatori ad avere una scelta ristretta nella fornitura di ricarica pubblica.⁷³

⁷²The Guardian – articolo “Shell aims to install 50,000 on-street EV charge points by 2025”, settembre 2021, <https://www.theguardian.com/business/2021/sep/01/shell-on-street-ev-charge-points-2025>

⁷³ Financial Times – articolo “Shell offers to install 50,000 electric vehicle charging points in UK”, settembre 2021, <https://www.ft.com/content/15ce96bf-bc3b-451a-8124-6ce03d4c22df>

Un altro esempio è la Germania che ha introdotto l'obbligo per i distributori carburanti di dotarsi di almeno una colonnina di ricarica. Il più grande player della rete di carburanti tedesca, Aral, ha risposto a tale annuncio, dichiarando che inizierà ad installare punti di ricarica ultra-fast nelle sue aree.

In Italia la rete di distribuzione dei carburanti potrebbe essere un'infrastruttura da sfruttare infatti è diffusa in tutto il territorio anche nei piccoli paesini di montagna. Ristrutturare la rete ed introdurre con gradualità le colonnine nelle aree potrebbe essere un ulteriore impulso allo sviluppo della mobilità elettrica.

In quest'ottica, sono presenti diversi esempi di progetti, alcuni in atto ed altri abbandonati.

È da notare ad esempio il provvedimento Aria del Comune di Milano pubblicato nel 2020 e concluso nel 2021 con una battaglia legale al TAR. Si trattava dell'obbligo di installare colonnine di ricarica in tutti i distributori del Comune in tre anni. Gli operatori del settore hanno fatto ricorso in quanto si trattava di una iniziativa che richiedeva troppi investimenti e che non teneva in considerazione l'attuale numero di vetture elettriche in circolazione nel comune lombardo.⁷⁴

Nonostante l'invalidazione del provvedimento, gli operatori dei distributori hanno comunque dimostrato il loro interesse e si sono resi disponibili per studiare con l'Amministrazione una strategia efficace al raggiungimento degli obiettivi per la mobilità sostenibile.

Un esempio di compagnia petrolifera entrata nel business delle colonnine di ricarica è la società Eni che a fine 2018 ha firmato un accordo Ionomy per dotare le proprie stazioni di servizio con colonnine di ricarica ultra-veloce.

Questi nuovi player nel mercato sono quindi caratterizzati da un innovativo business model, totalmente integrato dalla fonte di energia fino al servizio all'end-user e sfruttando i loro asset già esistenti nei centri urbani, extraurbani e nella rete autostradale così che le barriere all'ingresso del mercato si abbasserebbero e potrebbero addirittura godere di un grosso vantaggio competitivo e diventare i candidati ideali per supportare l'adozione di massa della mobilità elettrica.

⁷⁴ Club Alfa Romeo – articolo “Colonnine ai distributori milanesi: niente obbligo per il TAR “, dicembre 2021, <https://www.clubalfa.it/397534-colonnine-ai-distributori-milanesi-niente-obbligo-per-il-tar>

Per fronteggiare questa nuova tipologia di business dei competitor, Enel X ha firmato nel 2021 un accordo con la società di distribuzione IP con l'idea di trasformare i distributori in Charging Hub dotati di stazioni ultra fast.⁷⁵

Naturalmente si tratta di iniziative i cui ritorni di investimento dipendono anche da quanta concorrenza ci sarà e dal margine che si potrà ottenere sulla vendita di energia elettrica. Le compagnie petrolifere e i loro assets però si dimostrano come una possibilità di velocizzare la trasformazione nell'infrastruttura green.

In ogni caso, il mercato italiano appare al momento allo stadio embrionale ma pronto per un massiccio sviluppo, suggerendo grandi opportunità sia per i consumatori che per i gestori di colonnine di ricarica.

3.5 La diffusione delle stazioni di ricarica in Italia

Come indicato nell'ultima analisi pubblicata da Motus-E⁷⁶ a gennaio 2022, il numero di colonnine in Italia presenti nel 2021 è di 13.233, di cui il 79,37 % ad accesso pubblico e la restante quota composta da stazioni posizionate su suolo privato ma ad accesso pubblico.

Questo quantitativo è idoneo se si considera la direttiva AFID che suggerisce che il rapporto ottimale per soddisfare il bisogno di ricarica pubblica è di 10 auto elettriche ogni punto di ricarica. Nel 2021, l'Italia offre un punto di ricarica ogni 7 veicoli, in linea con la media dei paesi europei; pertanto, l'offerta di ricarica pubblica è superiore alla domanda.

È da considerare però che il numero di immatricolazioni di veicoli full elettrici o plug in è aumentato ad un tasso superiore rispetto a quello dell'infrastruttura di ricarica. Risulta infatti che nel 2021, le immatricolazioni hanno registrato un +128% rispetto all'anno precedente mentre per quanto riguarda la struttura si è registrata una crescita del 36%. Un valore sicuramente incoraggiante ma se continua il trend di rapporto veicoli elettrici /stazioni di ricarica, in futuro, sarà necessario un maggiore investimento in colonnine.

Attualmente, inoltre, la distribuzione è molto sbilanciata con l'80% delle colonnine nel Nord-centro Italia e il 20% nel Sud e nelle Isole. È corretto dire che in queste aree il parco circolante BEV al momento risulta inferiore ma occorre colmare al più presto questo gap infrastrutturale. Inoltre, le colonnine sono concentrate principalmente nelle aree urbane quando invece è necessario anche aumentarne la presenza lungo le tratte extraurbane ed autostradali.

⁷⁵ Quattroruote – articolo “Colonnine ultrarapide nelle stazioni di servizio IP”, gennaio 2021, https://www.quattroruote.it/news/ecologia/2021/01/15/enel_x_ip_colonnine_ricarica_rapida_stazioni_di_servizio.html

⁷⁶ MOTUS-E – Report “Le infrastrutture di ricarica pubbliche in Italia”, dicembre 2021

Per quanto riguarda la potenza installata, ben il 15,9% dei punti di ricarica è costituito da colonnine a soli 3,7 kW in corrente alternata, i “punti di ricarica lenta” che eguagliano la potenza di una wallbox installata nel garage di casa. La percentuale più alta, (il 73,6%) è, invece, del tipo di ricarica accelerata, che permettono una ricarica totale in circa sette ore. Attualmente si tratta di una ricarica adeguata rispetto alle capacità delle batterie adottate sui modelli in circolazione.

È però molto interessante notare che mediamente il ciclo vita di un modello di vettura è di otto-dieci anni, pertanto, attualmente le case automobilistiche stanno lavorando sui modelli che saranno sul mercato nel 2030 ed i principali miglioramenti che apporteranno riguarderanno la batteria. Il motivo risiede nel fatto che, come anche indicato nei paragrafi precedenti, l’ansia da autonomia costituisce una grossa barriera all’acquisto di BEV. Pertanto, le nuove vetture dovranno essere dotate di accumulatori molto capaci ed anche in grado di accettare ricariche più veloci.

Difficilmente però nel 2030 le colonnine fast supereranno quelle a ricarica lenta poiché attualmente i proprietari delle stazioni di ricarica stanno investendo ancora principalmente nelle colonnine a 22 KW limitando quelle invece fast ed ultra-fast (potenza oltre i 50 kW). Attualmente soltanto il 9,7% delle colonnine supera il 22 kW di potenza.

Tale fenomeno è presentato anche nel report di Motus-E, nonostante sia dimostrato che nel corso del 2021 è iniziato un trend di aumento della potenza installata nei punti di ricarica (la percentuale di punti con potenza maggiori di 43 kW è passato da 4% a 6%). Il fatto invece che si siano ridotti del 2% i punti con potenza inferiore a 7 è, invece, meno rilevante, poiché solitamente le colonnine installate possedevano due punti di ricarica diverse mentre nell’ultimo anno tutte le nuove infrastrutture presentano una potenza nominale per ogni punto di 22 KW.

Per capire il motivo della tutt’ora scarsità di colonne fast ed ultra-fast è necessario però fare un breve accenno alla procedura con cui vengono installate le colonnine in Italia.

Solitamente il processo ha inizio con il Comune che si confronta con il proprietario della rete elettrica oppure con l’energy provider che suggerisce location e potenza. Tale proposta è basata sull’analisi di un database che unisce i parametri socioeconomici del territorio, dati sul traffico e il tasso di motorizzazione elettrica. In seguito dopo un iter che coinvolge anche diversi enti ed approvazioni, il Comune può autorizzare o meno l’installazione. L’iter però varia da Comune a Comune e può durare da un paio di mesi ad un anno; gli energy provider dichiarano infatti che la mancanza di una direttiva sull’approvazione edilizia delle colonnine è uno dei problemi all’installazione delle colonnine.

Il costo della realizzazione del Charging Point è a carico del CPO (Charge Point Operator) ed in media, una infrastruttura di ricarica da 22 kW richiede un

investimento di circa sei mila euro⁷⁷. Per le colonnine fast sono necessari circa trenta mila euro mentre per le ultra-fast l'investimento si avvicina a settanta mila euro per punto di ricarica. Uno dei motivi, di conseguenza, della scarsa presenza di punti di ricarica ultra veloce risiede nei costi di realizzazione, a carico del CPO.

L'infrastruttura di ricarica del futuro prevederà:

- nelle grandi città, colonnine fast ed ultra-fast accompagnate da stazioni di ricarica più lenta. In tal modo si riuscirà a soddisfare le diverse esigenze del cliente, da chi parcheggerà l'auto di notte o necessita di ripristinare il livello di carica al posteggio nelle soste alberghiere/ricreative e che non necessita di una ricarica veloce, a chi necessita invece di una ricarica rapida per rimettersi in strada velocemente.
- Nelle zone caratterizzate da elevato scorrimento, come aree di sosta autostradali e caselli, colonnine di ricarica ultra-fast.

3.5.1 L'infrastruttura pubblica sulla rete autostradale

Per quanto riguarda l'infrastruttura di ricarica in autostrada, lo sviluppo della rete non ha avuto la stessa accelerazione rispetto a quella dei centri urbani. Dal censimento di Motus-E risultano disponibili 118 punti di ricarica pubblici, compresi però anche i Supercharger della rete di Tesla che attualmente sono utilizzabili solo dalle vetture del brand. I punti di ricarica veloce ed ultraveloce sulla rete autostradale sono solo 1,2 ogni 100 km su una rete di 7318 km.

Tuttavia, come anche indicato dal report, solitamente per accedere a queste stazioni di ricarica occorre fermarsi al casello, uscire dall'autostrada e recarsi al punto collocata sulla rete extraurbana adiacente o in prossimità dei caselli ma fuori dalla competenza dell'autostrada.

L'autorità ART⁷⁸, sulla base dei dati pubblicati dai Concessionari autostradali, ha calcolato che il numero di punti di ricarica presenti nelle aree di servizio collocate lungo la rete autostradale nel 2021, è di 92 di cui 36 afferenti a punti di ricarica "monobrand" (i.e. Tesla). Tale analisi è limitata al numero di punti di ricarica veloce ed ultraveloce, la tipologia che deve necessariamente essere presente sulla rete affinché l'utilizzatore abbia la possibilità di ripristinare in tempi brevi la carica della propria vettura elettrica. In generale, 23 stazioni di servizio di ricarica sono dotate di almeno una colonnina di ricarica ma non calcolando quelli che dispongono di colonnine per unico brand, si scende a 11 aree su 438 totali della rete autostradale

⁷⁷ COBAT – articolo “quanto costa installare una colonnina”, maggio 2021

⁷⁸ Autorità di regolazione dei trasporti - “MISURE PER LA DEFINIZIONE DEGLI SCHEMI DEI BANDI RELATIVI ALLE GARE CUI SONO TENUTI I CONCESSIONARI AUTOSTRADALI AI SENSI DELL'ARTICOLO 37, COMMA 2, LETTERA G), DEL D.L. 201/2011”, https://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2021/12/Schema-AIR-delibera-n.-174_2021.pdf

italiana⁷⁹, ovvero soltanto il 2,4% delle zone di sosta è attrezzato con colonnine pubbliche.

L'Italia è quindi indietro nello sviluppo delle colonnine di ricarica previste nella rete autostradale. L'articolo 1 della legge di bilancio del 2021 e le direttive europee stabiliscono infatti che i concessionari autostradali avrebbero dovuto installare colonnine di ricarica veloci almeno ogni 50 km entro 180 giorni dall'approvazione. Di conseguenza le concessionarie avrebbero dovuto pubblicare un piano con le indicazioni dei requisiti tecnici delle colonnine da installare sulla rete.

Nel caso in cui le concessionarie non provvedano entro 30 giorni dal primo luglio avrebbero dovuto pubblicare un bando per operatori interessati ad installare ed operare una rete di ricarica in autostrada. Tale iniziativa ha l'obiettivo di aprire il mercato delle infrastrutture a più operatori e che le infrastrutture siano finalmente disponibili agli utilizzatori.

Nella realtà però solamente una società tra tutte le concessionarie hanno reso pubblico i piani. L'esempio da seguire è la startup del gruppo Autostrade per l'Italia, Free To X, che ha reso noto il proprio piano di sviluppo infrastrutturale e nel 2021 ha già attivato anche le prime infrastrutture. Il piano prevede la realizzazione entro il 2030 di una rete di 100 stazioni ad alta potenza distanziate tra loro da circa cinquanta chilometri. Il progetto è finanziato dalla società e l'investimento complessivo ammonta a 75 milioni di euro. Free to X provvederà a realizzare le stazioni di ricarica nella metà delle 210 aree di servizio di competenza di autostrade per l'Italia. La restante parte verrà invece realizzata da altri operatori sulla base dei bandi a cui potranno partecipare gli operatori che intendono entrare nel mercato delle infrastrutture.

Gli altri operatori autostradali hanno invece deciso di aspettare che l'autorità di regolazione dei trasporti pubblici le modalità previste per le manifestazioni d'interesse per le infrastrutture.

3.5.2 La consultazione pubblica

A tal fine, la delibera n. 174/2021 dell'Autorità di Regolazione dei Trasporti "Indizione della consultazione pubblica sulle Misure per la definizione degli schemi dei bandi relativi alle gare cui sono tenuti i concessionari ai sensi dell'articolo 37, comma 2, lettera g), del d.l. 201/2011"⁸⁰, ha avviato una consultazione per

⁷⁹ Sicurauto.it su Enel X – articolo "Dove sono le colonnine elettriche in autostrada (e non)?", ottobre 2021, <https://www.sicurauto.it/news/attualita-e-curiosita/dove-sono-le-colonnine-elettriche-in-autostrada/>

⁸⁰ Autorità di Regolazione dei Trasporti - Consultazione sulle misure per la definizione degli schemi dei bandi relativi alle gare cui sono tenuti i concessionari autostradali ai sensi dell'articolo 37, comma 2, lettera g), del d.l. 201/2011, dicembre 2021, <https://www.autorita-trasporti.it/consultazioni/consultazione-sulle-misure-per-la-definizione-degli-schemi-dei-bandi->

individuare, con procedure trasparenti e competitive, i soggetti cui affidare i servizi di ricarica dei veicoli elettrici. I requisiti dei bandi saranno infine pubblicati entro la fine di febbraio 2022.

Alla consultazione hanno partecipato 23 società, sia Charging Operator, che concessionari autostradali ed anche l'associazione per la transizione energetica Motus-E.

L'Autorità di Regolazione dei Trasporti raccoglierà i documenti pervenuti e con una delibera ha deciso di stabilire per fine febbraio 2022 la data ultima entro la quale pubblicare i requisiti per i bandi.

Di seguito si propone una sintesi dei punti salienti, effettuata analizzando i dossier scritti dai singoli partecipanti alla consultazione, con riferimento ai punti riguardanti i bandi per l'infrastruttura di ricarica elettrica.

Misura		Commenti sui risultati dalla consultazione
Misura 1. Definizioni		
1.1 7	<i>Ai fini del presente atto regolatorio, si applica la seguente definizione: Punto di ricarica accessibile al pubblico (di seguito: punto di ricarica): ai sensi del d.lgs. 257/2016, articolo 2, lettere c), e) e g), un'interfaccia in grado di caricare un veicolo elettrico alla volta, che garantisce un accesso non discriminatorio a tutti gli utenti, anche attraverso condizioni diverse di autenticazione, uso e pagamento in ambito autostradale, i punti di ricarica "di potenza elevata" (oltre 22 kW, distinti in "veloce" fino a 50 kW e "ultraveloce" oltre detta soglia).</i>	La società Enel X ed Motus-E evidenziano che è corretto, secondo la direttiva europea DAFI, definire il punto di ricarica ultraveloce come di potenza superiore a 50 kW. Per le aree di servizio autostradali però è fondamentale la dotazione di infrastrutture di potenza pari almeno a 100 kW per l'abbattimento dei tempi di ricarica. Riconosco anche che la potenza della ricarica costituisce un fattore determinante del servizio reso, come indicato da ARERA nella scheda prezzi del 2018.
Misura 2. Oggetto e ambito di applicazione		
2.1	<i>Ai sensi dell'articolo 37, comma 2, lettera g), del d.l. 201/2011, le presenti misure regolatorie afferiscono alla definizione degli schemi dei bandi relativi alle gare cui sono tenuti i concessionari autostradali per le nuove concessioni.</i>	Obiezioni poste riguardano il limitare l'obbligo alle sole nuove concessioni. Alcuni partecipanti alla consultazione hanno dichiarato che per permettere una maggiore diffusione dei punti di ricarica sarebbe opportuno aggiungere l'obbligo anche alle concessioni di rinnovo. Un'altra proposta consiste nell' obbligare all'adeguamento dell'infrastruttura di ricarica i concessionari in classe 1 (concessionari di aree di servizio situate su tratte elementari con volume superiore a 15.000.000 veicoli/anno) che possono quindi garantire una copertura adeguata almeno nei punti a maggior densità veicolare. Solamente successivamente includere anche quelli in classe 2 (con volume tra 3.500.000 e 15.000.000 veicoli/anno)
Misura 3. Classificazione funzionale delle aree di servizio		
3.1	<i>Ai fini dell'affidamento in concessione dei servizi e delle attività di cui alla Misura 2.2, il concessionario autostradale è tenuto a classificare le aree di servizio di propria competenza in relazione ai livelli di traffico annuo conseguiti in media, sulle tratte autostradali ad esse direttamente afferenti, nei cinque anni che precedono quello in cui si svolgono le procedure di affidamento, nonché alla tipologia di utenza prevalente.</i>	La società di energia A2A propone di utilizzare come indicatore per la classificazione dell'area di servizio (classe 1,2 e) non il livello di traffico sul tratto autostradale ma il quantitativo di carburante erogato ai veicoli circolanti (al netto di quello consumato dai mezzi pesanti). In tal modo si eviterebbe che un'area di servizio venga associata ad una classe superiore a causa dell'elevata circolazione di mezzi pesanti sulla rete autostradale ma non effettivamente all'interno dell'area di sosta considerata.

Misura 4. Obblighi di servizio nelle aree di servizio

4.1 *i servizi di ricarica elettrica sono assicurati*
 , *tutti i giorni dell'anno, 24 ore su 24,*
 4.2 *prevedendo un numero di punti di ricarica*
 , *ultraveloce accessibili al pubblico adeguato*
 4.3 *al livello di traffico circolante sulla*
 -e *carreggiata servita e assicurando la*
coesistenza di almeno due Charging Point
Operator (CPO) , rispettando il principio di
neutralità tecnologica di cui all'articolo 18,
comma 5, del d.lgs. 257/2016, ciascuno dei
quali garantisca l'erogazione del servizio di
ricarica da parte di almeno due Mobility
Service Provider, a condizioni eque e non
discriminatorie e secondo procedure
trasparenti, prevedendo per l'utente tariffe
equie e trasparenti, nonché sistemi che
consentano il pagamento immediato, senza
registrazione preventiva e senza dover
stipulare contratti;

In molti hanno richiesto all'Autorità di verificare i benefici derivanti dalla concorrenza in caso di presenza di due Charging Point Operator (CPO) all'interno della stessa area di servizio. Una giustificazione è che comporterebbe la duplicazione dei costi per le infrastrutture necessarie.

Molto interessante è che tutte le società autostradali che hanno partecipato alla consultazione (ATIVA; autostrada dei fiori; autovia padana; SALT; SATAP; SAV; SITAF; tangenziale esterna) hanno dichiarato che l'obbligo di assicurare la presenza di almeno due Charging Point Operator potrebbe essere difficoltoso in relazione allo specifico contesto (stalli disponibili). Secondo le società, anche in presenza di un solo CPO ma con più Mobility service provider ovvero la presenza di più soggetti fornitori all'utente finale del servizio di ricarica elettrica potrebbe comunque garantire offerte differenziate per l'utenza. Su questo tema si è espressa anche una società dei Paesi Bassi, la Fasned, uno dei principali operatori Europei di stazioni di ricarica ultraveloce. Secondo la loro opinione la presenza di più CPO potrebbe anche creare confusione da parte dell'utente nella scelta dell'operatore.

Per quanto riguarda il posizionamento, nella consultazione il soggetto Autogrill ha indicato che l'installazione di colonnine vicino a bar o punti ristoro contribuirebbe a innalzare i consumi nelle aree di ristoro, senza però che ciò possa comportare svantaggio alcuno per gli altri portatori di interessi.

Indicazioni sono state date anche sulla potenza, almeno il 50% dei punti di ricarica dovrà essere superiore a 150 kW. la società ANIE ha anche indicato la necessità di sistemi che consentano il pagamento immediato, senza registrazione preventiva e senza dover stipulare contratti.

Infine, l'operatore Enel X ha dichiarato che per una corretta funzionalità nella ricarica, tutti i Punti di Ricarica dovrebbero poter erogare contemporaneamente una potenza maggiore o uguale a 100kW. Si è espressa inoltre sulla qualità dichiarando che ciascuno CPO dovrebbe effettuare una attività di manutenzione preventiva/guasto. Infine, è stato l'unico tra i soggetti che hanno partecipato alla consultazione ad aver inserito una clausola Cyber Security per le infrastrutture di ricarica. In particolare, dovranno essere soddisfatti i requisiti base di sicurezza relativi all'Hardware, Software e dati.

Misura 7. Durata degli affidamenti		
7.2	<i>La durata dell'affidamento è, di norma, stabilita dal Concessionario Autostradale (CA) in 5 anni; il CA può prevedere durate maggiori, sulla base delle valutazioni di cui alla Misura 7.1 e tenuto conto di quanto previsto dalla Misura 6 in materia di beni indispensabili, fino a un massimo di 15 anni, al fine di assicurare al SC la possibilità di un adeguato recupero degli investimenti ivi previsti, sulla base di criteri di proporzionalità e di ragionevolezza, unitamente ad una congrua remunerazione del capitale investito.</i>	La maggior parte dei partecipanti ha dichiarato che la previsione di un termine minimo di 5 anni non è coerente con i tempi di ritorno dell'investimento attualmente stimati in 15 anni. Si potrebbero quindi determinare la presenza di barriere all'ingresso per gli operatori e/o meccanismi di lock-in. Il minimo richiesto è di 10 anni.
Misura 10. Condizioni e requisiti di partecipazione		
10.1	<i>Il Concessionario Autostradale (CA) definisce nella documentazione di gara le condizioni per la partecipazione delle imprese interessate.</i>	Viene richiesto all'Autorità la definizione di requisiti minimi per la partecipazione alle gare di affidamento del servizio di ricarica. Alcuni dei requisiti proposti sono un numero minimo di infrastrutture di ricarica gestito dall'operatore sul territorio nazionale ed un livello minimo di servizio erogato dai punti di ricarica in gestione.

capitolo 4

LA CIRCULAR ECONOMY DELLE BATTERIE A FINE VITA

4.1 Introduzione

Oggi pensare una filiera del riciclo degli alimentatori è diventata una priorità. Tra qualche anno, infatti, le prime generazioni di vetture ecologiche saranno da rottamare. Occorre quindi pensare a sistemi orientati al riciclo o al riuso.

Per sostenere la crescente domanda di materie prime per la produzione di accumulatori è necessario soprattutto pensare al riciclo in particolare per i materiali definiti critici per costi, scarsità, pericolosità o questioni geopolitiche⁸¹.

Tra questi è presente il litio ed il cobalto, essenziali per la produzione delle batterie di adesso ed al momento del futuro.

Altri materiali per batterie agli ioni di litio sono stati cerchiati nella Figura 16 e non sono classificati come critici.

⁸¹ Unione Europea – CRM: Elenco di materie prime critiche per l'UE che rivestono un'elevata importanza economica per l'Unione e presentano un rischio elevato di interruzione dell'approvvigionamento; Raw Material Information Systems (RMIS)-
<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/>

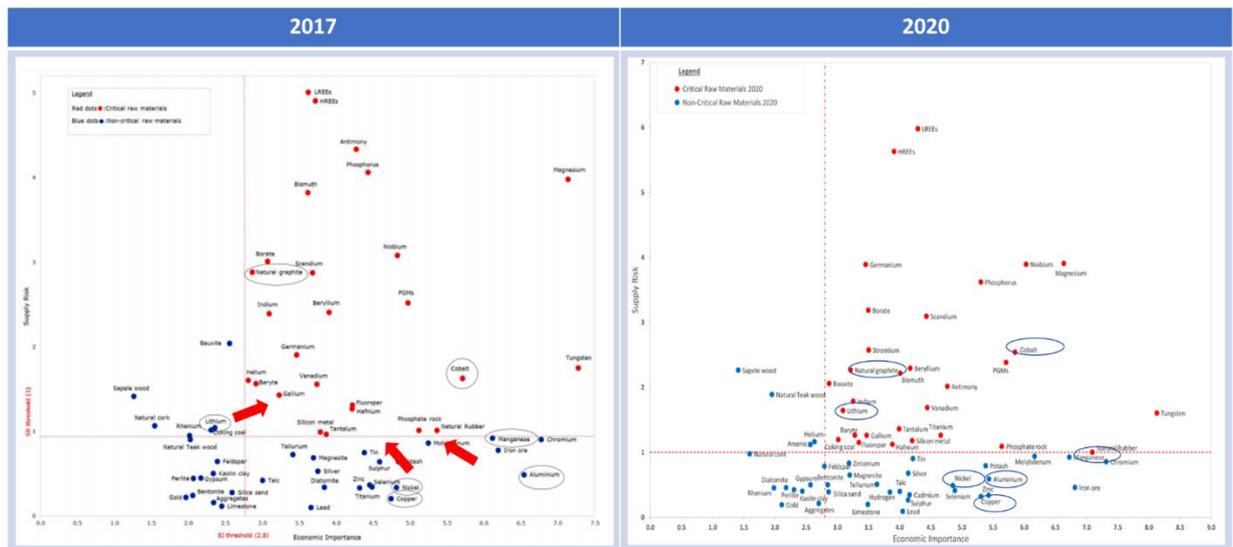


Figura 16 - Confronto CRM 2017 e 2020, l'importanza economica e il rischio di approvvigionamento dei materiali presenti nelle batterie.

Tuttavia, con l'aumento della domanda e la produzione di batterie su larga scala, tali materiali potrebbero essere spinti nella zona rossa, diventando critici. È quanto accaduto con il Litio, che era stato considerato non critico nel 2017. Il cobalto invece è un minerale tossico e la maggior parte dell'estrazione avviene nella R.D. del Congo, luogo in cui l'attività di estrazione comporta grandi problematiche sociali, a partire dallo sfruttamento del lavoro minorile. Tali problemi di fornitura potrebbero ostacolare la produzione creando un collo di bottiglia perché sia l'estrazione che la raffinazione si verificano in questo stato politicamente instabile. Inoltre, il cobalto è un sottoprodotto nella produzione dell'oro e rame, rendendone la produzione anche dipendente da questi mercati.

Il riciclo di materiali da batterie esauste deve essere, pertanto, introdotto in un contesto più ampio ovvero come quello di un'economia circolare.

4.2 La dimensione del problema: previsione del numero di batterie esauste

Per eseguire una stima dello scenario delle quantità di batterie EV a fine vita in prima approssimazione occorre considerare il numero di veicoli elettrici venduti negli anni precedenti e la stima della vita media delle batterie.

Nella letteratura disponibile è indicato che le batterie quando raggiungono circa il 70%-80% della loro capacità non rispecchiano più le caratteristiche di autonomia che deve possedere un'auto elettrica. Attualmente la garanzia delle case automobilistiche è in media di 8 anni, oltre il quale si stima che la capacità del pacco batteria sarà inferiore al 7%.

Nel caso invece di second-use, la ricerca del National Renewable Energy Laboratory⁸² indica che le batterie possono essere usate per altri 10 anni prima di raggiungere completamente la loro fine vita.

Secondo una stima, si prevede che più di 12 milioni di tonnellate di batterie al mondo agli ioni di litio “andranno in pensione” dal 2021 al 2030 e questo dimostra l'importanza di disporre di un'infrastruttura di riciclaggio e procedure di riutilizzo per affrontare il problema⁸³. Secondo le stime di Erion Energy, in Italia nel 2030, avremo accumulato 28.000 tonnellate che rappresentano tutte le batterie del parco di autovetture elettriche immesse sul mercato fino al 2020⁸⁴.

4.3 Le 3 R del nuovo business: Ridurre, Riciclare, Riutilizzare

Per consentire la transizione verso un'economia circolare, con riutilizzo e riciclo, sono richiesti design di prodotti specifici e lo sviluppo di nuovi modelli di business.

Una classica batteria agli ioni di litio come quelle installate sui veicoli elettrici contiene in media 35 chilogrammi di nickel, 20 chilogrammi di manganese, 14 chilogrammi di cobalto e infine 8 chilogrammi di litio. Quest'ultimi due, come descritto nel secondo capitolo, sono elementi essenziali per la costruzione di batterie ma l'estrazione comporta un notevole consumo di energia e di risorse. Questo incide sull'impatto ambientale totale di un veicolo elettrico ed influenza negativamente il confronto virtuoso dal punto di vista ambientale rispetto ad un veicolo a combustione interna.

È necessario, di conseguenza, rivedere la catena del valore della batteria e i relativi modelli di business.

La figura 17 illustra la value chain⁸⁵, che inizia con la progettazione e la produzione. In questa fase è necessario un nuovo sforzo industriale poiché occorre rivedere l'idea di progettazione pensando fin da subito anche al fine vita e allo smaltimento. Pertanto, in questa fase occorrerà anche pensare a progettare batterie con caratteristiche che possano facilitare il riciclo e sviluppare tecnologie che

⁸² Neubauer, Smith, Wood, Pesaran - “Identifying and Overcoming Critical Barriers to Widespread Second Use of PEV Batteries”, 2015, National Renewable Energy Laboratory, <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63332.pdf>

⁸³ The Guardian – “Millions of electric car batteries will retire in the next decade. What happens to them?”, agosto 2021, <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/20/electric-car-batteries-what-happens-to-them>

⁸⁴ Erion, Consorzio per i Produttori di pile e accumulatori – “Auto elettriche, il riciclo delle batterie è ancora un problema?”, 2021, <https://erionpervoi.it/it/news-iniziativa/auto-elettriche-il-riciclo-delle-batterie-e-ancora-un-problema/>

⁸⁵ Olsson, Fallahi, Schnurr, Diener, Van Loon – articolo “Circular Business Models for Extended EV Battery Life”, novembre 2018, <https://www.mdpi.com/2313-0105/4/4/57>

permettano di utilizzare un minore quantitativo di materie prime, soprattutto di quelle critiche.

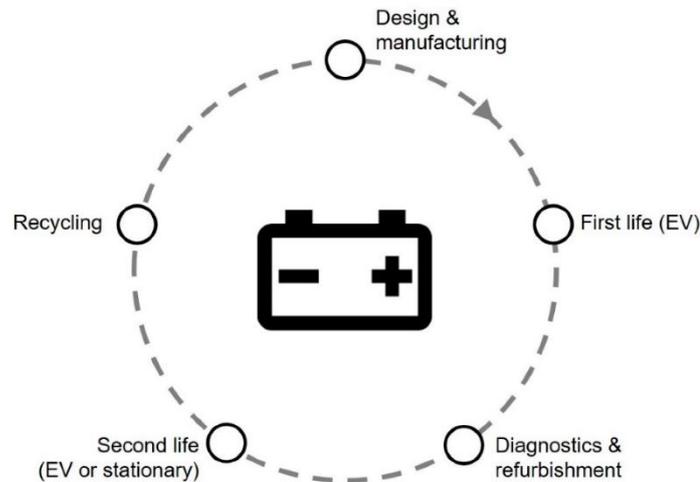


Figura 17- Schema della value chain circolare delle batterie per Electric Vehicles

Dopo la prima vita, la salute della batteria e la sua capacità viene controllata per vedere se può essere utilizzata in un veicolo diverso oppure in un'applicazione fissa o se deve essere riciclato direttamente. In particolare, concorrono alla fine vita della batteria molti fattori, tra cui:

- Specifiche tecniche della batteria, inclusa l'efficienza del gruppo propulsore.
- Comportamento dei consumatori sulle diverse fasi di ricarica e scarica degli accumulatori e altri modelli di utilizzo degli stili di guida.
- Clima, a temperature particolarmente alte o basse.

Se è possibile una seconda vita, la batteria viene rinnovata e destinata ad un second-use. Si tratta di una opportunità per le case automobilistiche (OEM) di ritardare lo smaltimento e il riciclaggio, che attualmente presentano oneri per i produttori, nonché un'opportunità ulteriore per ottenere ancora valore dalle risorse esistenti.

Gli OEM possono godere di un vantaggio per conquistare una parte del mercato in espansione, infatti, conoscono le caratteristiche delle batterie che montano sui veicoli ed inoltre hanno più opportunità di effettuare uno screening dello status della batteria sfruttando le revisioni presso le officine autorizzate. Possono approfittare dell'opportunità di riacquistare il veicolo e quindi la batteria; con il nuovo modello di vendita, ovvero lo smart leasing, aumenta la probabilità che la persona restituisca l'auto in concessionaria piuttosto che lo rivenda sul mercato dell'usato.

Renault è un esempio di casa automobilistica che ha lanciato progetti per pensare ad un possibile riutilizzo delle batterie. Nell'Isola di Porto Santo in Portogallo⁸⁶, l'OEM sta infatti effettuato test sui sistemi tecnologici e modelli di business da riproporre poi in altre realtà in modo più diffuso e strutturato. Ha predisposto una rete di 40 veicoli Vehicle-2-Grid in grado di ricaricarsi su colonnine intelligenti e connesse che permettono di modulare la ricarica nella potenza secondo concomitanze di alti consumi oppure di orari in cui è più conveniente ricaricare. Questi veicoli sono anche dotati di v2g ovvero effettuano rilascio energia alla rete che prima ha rifornito l'auto.

Le batterie di seconda vita sono invece utilizzate per lo stoccaggio di energia provenienti da centrali solari ed eoliche per poi rilasciarle nella rete secondo necessità'.

Nel business circolare stanno anche cercando di entrare molte società di terze parti come start-up che si stanno concentrando sui sistemi di gestione della batteria per ottenere più valore dall'usato. Infine, alcune fornitori di batterie stanno pensando di iniziare a lavorare direttamente sugli accumulatori di seconda vita, rigenerandoli per nuove applicazioni.

4.4 Fattori che influenzano l'applicazione della circular economy

Per analizzare l'ambiente esterno in cui si dovrà sviluppare il business model circolare, si utilizza l'analisi PEST, uno strumento che raggruppa i fattori che potrebbero influenzare il mercato e le prestazioni dell'azienda.

- Fattori politici: le normative europee

Come accennato nel capitolo due, la politica dell'UE sta guidando verso una riduzione della dipendenza dalle importazioni per le diverse materie prime. Inoltre, con la European Battery Alliance⁸⁷, si è posto l'obiettivo di creare una produzione europea di batterie sostenibile e competitiva.

Il riciclo delle batterie è un obbligo di legge a carico del produttore ed importatore delle medesime che aderisce ad un sistema di raccolta e quest'ultimo si fa carico del corretto trattamento.

Il regolamento in fase di adozione chiarisce molti aspetti soprattutto delle batterie a chimica a litio. Per i prossimi 10 anni la chimica a litio sarà la più distribuita sul

⁸⁶ Renault nel Electric days 2021 – video evento,
<https://www.youtube.com/watch?v=7pED9KVEdUg>

⁸⁷ Battery Europea Alliance - https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-battery-alliance_en

mercato dei sistemi di accumulo pertanto occorre sviluppare tecnologie adatte al loro riuso.

All'interno della direttiva sono indicati dei target specifici per le batterie al litio, sono stabilite soglie di recupero sul singolo elemento chimico e si fa anche obbligo ai produttori di batterie di utilizzare una quota a parte di materia prima proveniente da riciclo.

Quest'ultima direttiva è un elemento in forte allineamento con la European Battery Alliance che mira a dotare l'EU della produzione di nuove celle per batterie. Per il mercato europeo di produzione di celle primarie diventa strategico poter utilizzare per la catena di produzione, materiali provenienti dal riciclo.

- *Fattori economici*

Attualmente le batterie al litio vengono riciclate già da molti anni ma con tecnologie provenienti da altri settori metallurgici e quindi con performance di recupero limitate. Infatti, il litio non è mai stato soggetto di recupero perché attraverso le tecnologie esistenti significa spendere denaro che non lo rende poi competitivo rispetto a quello dalla fonte primaria.

Tra i fattori economici occorre quindi considerare l'andamento del prezzo delle materie prime e degli accumulatori prodotti. Predisporre grossi investimenti per lo smaltimento o il riuso delle batterie al momento non garantirebbe un ritorno positivo a causa dei bassi volumi attuali di EV battery usate. Il calo dei prezzi per le nuove batterie al litio potrebbe ridurre o eliminare il vantaggio finanziario di batterie di seconda durata. Diverso invece se si amplia l'orizzonte temporale, in cui anche con l'ingresso di nuove tecnologie di smaltimento, si riuscirà a vendere i materiali riciclati ad un prezzo competitivo rispetto a quelli prelevati dalla fonte.

- *Fattori sociali*

Nel futuro i clienti potrebbero considerare come fattori importanti per l'acquisto di un veicolo, la presenza di certificazioni di prodotti etici e privi di conflitti. Occorre anche un'ulteriore sensibilizzazione poiché al momento colui che acquista un veicolo elettrico lo fa anche per migliorare il proprio pianeta senza pensare alla fine che farà la batteria del proprio veicolo quando verrà dismessa. Questi elementi potrebbero quindi influenzare le aziende nello sviluppo del business circolare.

- *Fattori tecnologici*

Una grande sfida è lo sviluppo di pratiche e tecnologie che influenzerebbero positivamente la fattibilità economica e l'adozione su larga scala del riciclo.

È interessante anche come l'evoluzione della chimica delle batterie potrebbe influenzare l'adozione di strategie Circular Economy. Effettuando un trade-off tra la redditività economica del riciclaggio ed i grossi investimenti per l'approvvigionamento: ci si potrebbe concentrare su nuovi driver di sviluppo delle batterie. Un esempio è il cobalto, che crea un problema simile a quello dell'olio di palma per l'industria alimentare, spingendo così l'idea di batterie "cobalt free". Tesla è un attore che ha comunicato che mira a produrre batterie senza cobalto nel prossimo futuro.

Tra gli ultimi interessanti avanzamenti nella ricerca di nuove tecnologie, spicca l'annuncio della società americana Amprius⁸⁸ nel febbraio 2022. Si tratterebbe della prima batteria che sfrutterà un anodo costruito interamente di silicio al 100%. Con questo tipo di batteria migliorerebbe la velocità di ricarica (dai test risulterebbero necessari 5 minuti per una autonomia di 400 km) e si avrebbe anche una diminuzione in termini di costi di produzione. Il primo campo di applicazione sarà il settore aerospaziale, dove verranno montate sui satelliti di ultima generazione e potrebbero debuttare nei prossimi anni sulle auto elettriche.

Garantirebbe una più lunga durata del ciclo di vita della batteria e per lo smaltimento finale si potrebbe utilizzare la stessa tecnologia utilizzata per lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici.

Infine, occorre considerare che se nel futuro sarà disponibile l'idrogeno verde come fonte di alimentazione e si inizieranno a diffondere le auto fuel-cell, il problema dello smaltimento delle batterie verrebbe superato.⁸⁹

- *Fattori interni*

Per quanto riguarda i fattori interni, tra i principali, occorre considerare la strategia dell'azienda ovvero se dispone di una cultura ed attitudine all'innovazione e si dimostra disposta ad adottare nuove strategie orientate al green ed al riciclo.

Aziende automobilistiche che hanno già dimostrato interessi verso la disponibilità di energia elettrica rinnovabile e le stazioni di ricarica potrebbero meglio adottare al loro interno lo sviluppo di una rete di applicazioni di second-life per le batterie e basare la loro strategia sul ritorno di immagine di un processo di riciclaggio gestito dal marchio.

Occorre però considerare gli alti costi di manodopera, infatti, attualmente il processo di riparazione o riciclo delle batterie non è totalmente automatizzato quindi sarà

⁸⁸ INSIDEEVs – “Nanotecnologie e anodo in silicio per questa batteria da 450 Wh/kg”, febbraio 2022, <https://insideevs.it/news/566288/batterie-amprius-nanotecnologie-silicio-satelliti/>

⁸⁹ Ministro italiano della transizione ecologica Roberto Cingolani, gennaio 2022.

necessario inserire all'interno dell'organizzazione figure con la giusta capacità tecnica e conoscitiva per effettuare manualmente alcuni lavori sui pacchi batterie.

4.5 Lo stato attuale e i progetti futuri nel mercato europeo

In Europa esistono alcune grandi aziende, indicate nella figura 18, che si occupano di riciclare le batterie agli ioni di litio ed inoltre si prevede che tale numero aumenti con l'incremento dei volumi di batterie da smaltire. Nel 2020 risultavano presenti oltre 15 strutture ma con diverse maturità e tipologie di processi utilizzati per il trattamento.



Figura 18 - Overview delle aziende con stabilimenti per il riciclo delle batterie, 2020.⁹⁰

Il metodo di riciclaggio più comunemente utilizzato è la pirometallurgia, seguito da trattamento meccanico e idrometallurgia.

La pirometallurgia si basa sull'uso di forni ad alta temperatura che innescano la combustione dei componenti della batteria come l'anodo di grafite e l'involucro in plastica. Gli altri componenti metallici (es. rame, cobalto, nichel, ferro) vengono ridotti a metalli fusi che vengono raccolti come leghe alla fine del processo. La lega solida viene solitamente inviata alle raffinerie di metalli per ulteriori lavorazioni e riciclaggio. I processi pirometallurgici sono la tecnologia di riciclaggio delle batterie più matura e hanno il vantaggio principale che tutti i prodotti chimici della batteria possono essere riciclati contemporaneamente.

⁹⁰ Karlsson, Lindstrom – “Lithium-ion Battery Recycling From a Manufacturing Strategy Perspective”, <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1259684&dswid=731>

L'idrometallurgia al contrario utilizza gli acidi per dissolvere i componenti metallici delle batterie e a seconda dell'impianto di riciclaggio, l'estrazione avviene per precipitazione e/o elettrolisi. Si tratta di una tecnica con alti tassi di recupero ma richiede una certa specificità perché ogni tipologia di batteria richiede una certa sequenza di composti chimici.

Il trattamento meccanico, infine, consiste nella frantumazione del pacco batteria in polvere, detta black mass, e con l'idrometallurgia si riciclano i metalli. Altre parti della batteria possono essere invece smontati e poi riutilizzati direttamente nella produzione dei nuovi pacchi.

Negli ultimi due anni c'è stato anche un forte interesse da parte degli OEM di automobili che hanno deciso di investire ed espandere l'attività di riciclaggio delle batterie.

Ad esempio⁹¹, il 20 novembre 2021, Daimler ha confermato l'intenzione di costruire una fabbrica di riciclaggio di batterie in Germania. Discorso simile anche per Tesla e Volkswagen che sono estremamente consapevoli che il mancato riciclo della batteria usata potrebbe colpire la loro immagine di casa automobilistica pulita. Per questo motivo Volkswagen ha annunciato l'apertura di un impianto pilota per la lavorazione delle batterie delle auto elettriche in cui saranno testate ed indirizzate verso applicazioni di seconda vita oppure triturate e riciclate.

Anche in questo caso l'impianto sarà collocato in Germania. La motivazione è che nell'ottica di ridurre l'emissione del CO₂ e rendere LCA⁹² delle macchine EV più sostenibile, occorrerà porre l'attenzione anche sui trasporti intermedi delle materie prime e semilavorati allo stabilimento di produzione/assemblaggio. L'esempio è di nuovo quello del Cobalto che dopo essere estratto in Congo, viene spedito in Finlandia, sede della più grande raffineria di cobalto d'Europa e in seguito in Cina, dove ha luogo la maggior parte della produzione mondiale di catodi e batterie. Da lì poi può essere spedito negli Stati Uniti o in Europa, dove le celle della batteria

⁹¹ European Battery Alliance – “Closing the loop: battery recycling picking up momentum in Europe”, dicembre 2021, <https://www.eba250.com/closing-the-loop-battery-recycling-picking-up-momentum-in-europe/>.

“New battery recycling initiatives in Europe”, Luglio 2021, <https://www.eba250.com/new-battery-recycling-initiatives-in-europe/>

⁹² LCA significa Life Cycle Assessment. È una metodologia di misurazione dell'impatto ambientale di un oggetto dall'inizio alla fine del suo ciclo vita. È definito in quattro fasi: “well tank” ovvero il costo ambientale di estrazione, lavorazione e trasporto della materia prima; la produzione dell'oggetto; l'utilizzo ed infine il suo smaltimento. Le fasi più invasive se si considera un'auto elettrica sono la well tank, in cui genera 1,6 volte CO₂ in più rispetto alla tradizione vettura. Ed anche nella produzione che genera il doppio delle tonnellate rispetto ad una termica. La principale causa sono le batterie perché le cinque sorelle del litio sono localizzate in Cina, Giappone e Corea del Sud e basano il loro mix energetico sui combustibili fossili.

vengono trasformate in pacchi; quindi, spedite di nuovo alle linee di produzione automobilistica.

Per questo motivo collocare l'azienda di riciclaggio nel cuore della manifattura automobilistica europea contribuirebbe a diminuire l'impatto della produzione del veicolo elettrico sull'ecosistema.

Un altro player entrato nel business è il fornitore di energia finlandese Fortum⁹⁰ che ha annunciato ulteriori investimenti per il suo impianto di riciclaggio ed inoltre sta testando le applicazioni di seconda vita delle batterie dei veicoli elettrici come accumulatori all'interno della sua rete.

In Italia, l'azienda Cobat in collaborazione con il CNR⁹³ ha sviluppato un processo idro-metallurgico che permetterebbe di recuperare oltre il 90% dei metalli contenuti in una batteria al litio. Un traguardo importante poiché con le classiche tecniche di riciclo si ottengono rendimenti massimo del 30%. Gli impianti attuali generalmente utilizzano un processo ad alta temperatura che consente di sciogliere e recuperare i diversi metalli, emettendo però dei gas tossici.

Il CNR, invece, ha sviluppato un trattamento a bassa temperatura per il trattamento delle componenti che permette di separare tutti gli elementi della batteria per poi recuperare i metalli attivi mediante attacchi acidi, separandoli attraverso precipitazioni ed estrazioni selettive.

L'istituto prevede che tale processo avrà un costo per tonnellata di batterie esaurite che si aggirerà su 2.000 € pari a più della metà dell'attuale costo di riciclo. In tal modo il materiale recuperato sarebbe molto competitivo, basti pensare che il litio primario con un grado di purezza del 99,5% è pari a circa 8.000 \$ a tonnellata sul mercato internazionale.

Attualmente l'Italia è sprovvista di impianti di riciclo delle batterie al litio. Nel 2021 la nuova tecnologia sviluppata in Italia e brevettata è stata testata su una linea pilota e nel caso di esito positivo, durante il 2022 sarà inaugurato il primo impianto per il riciclo delle batterie, conforme con le ultime direttive europee in tema.

4.6 Opportunità

La nuova direttiva UE sulle batterie sta dando un forte incentivo per l'adozione di una economia circolare.

⁹³ COBAT, società italiana di raccolta, stoccaggio e avvio al riciclo di qualsiasi tipologia di rifiuto – “Come vengono riciclate le batterie delle auto elettriche?”, settembre 2021, <https://www.cobat.it/comunicazione/press-room/news/come-vengono-riciclate-le-batterie-delle-auto-elettriche>

Oltre a garantire una indipendenza dall'approvvigionamento ed a migliorare l'impatto ambientale, la filiera del riciclo potrebbe anche rivelarsi come occasione per nuove opportunità.

In base alla proposta di regolamento UE sulle batterie, la quantità di cobalto, piombo, litio e nichel riciclati in ciascuna batteria elettrica deve essere resa pubblica a partire dal 2027, con livelli minimi obbligatori a partire dal 2030. Verranno alzati anche i requisiti obbligatori di riciclaggio inizieranno al 12% per il cobalto, all'85% per il piombo, al 4% per il litio e al 4% per il nichel nel 2030 e saliranno al 20% per il cobalto, al 10% per il litio e al 12% per il nichel entro il 2035.

Economie di scala e processi altamente efficienti aiuterebbero a portare il prezzo del materiale riciclato al di sotto del livello indicato nelle borse delle materie prime. Attualmente, nel 2020, la capacità di riciclaggio nel blocco era di circa 30.800 tonnellate all'anno, decisamente inferiore a quello della Cina, che conta ben 707.000 tonnellate all'anno di capacità di riciclaggio delle batterie agli ioni di litio.

In questo contesto, i bassi rendimenti dovuti ai volumi relativamente bassi di batterie rende attualmente difficile per i riciclatori accedere al capitale per espandersi in previsione del futuro o dotarsi di macchinari o tecnologie di riciclo di ultima generazione. Pertanto, il settore potrebbe assistere all'espansione di riciclatori affermati, fusioni e acquisizioni, nonché nuovi operatori senza esperienza in riciclaggio batterie ma con esperienza nella lavorazione dei metalli.

Lo sviluppo di questo mercato ancora ad uno stato embrionale può inoltre dare un'ulteriore spinta alla ripresa economica ed alla creazione di posti di lavoro. La raccolta delle celle della batteria è un processo ad alta intensità di lavoro e pertanto all'aumentare del tasso di raccolta, probabilmente si creeranno nuovi posti di lavoro. Inoltre, occorrerà uno sviluppo infrastrutturale per la costruzione di aree dedicate allo smantellamento e del riciclo e questo creerebbe ulteriori posti di lavoro.

L'effetto sarebbe un aumento delle materie prime recuperate che potrebbero quindi essere reimmesse subito nella supply-chain europea delle batterie, con una minore necessità di estrazione di materie prime e quindi minore impatto ambientale e un valore aggiunto per l'economia dell'UE.

È interessante anche analizzare i casi di recenti di sanzioni. In Europa, infatti, implementare questo nuovo modello sta diventando un obbligo ma alcune aziende sono ancora riluttanti. Esiste però già un esempio che potrebbe stimolare anche questi casi. Nel 2020 infatti la Germania ha multato⁹⁴ Tesla di 12 milioni di euro per aver violato la legge tedesca sul riciclo delle batterie per le auto elettriche, che

⁹⁴ Quattroruote – articolo “Tesla, multa da 12 milioni per violazioni nel riciclo delle batterie”, novembre 2020, <https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2020/11/02/germania-tesla-multa-da-12-milioni-per-violazioni-nel-riciclo-delle-batterie.html>

impone alle case automobilistiche di prendere in consegna le batterie a fine ciclo per smaltirle in modo ecologico.

Si tratta quindi di un primo esempio nella pratica per capire come funzioneranno le sanzioni per chi non è conforme a questo nuovo modello di business.

CONCLUSIONI

Ci troviamo all'interno di una nuova rivoluzione industriale in cui le batterie sono il fulcro, la tecnologia di svolta per rendere l'energia accessibile a tutti e ripensare le città in modo green con la mobilità elettrica.

Parallelamente il bisogno di politiche sostenibili indipendenti dal petrolio e la necessità di ridurre le emissioni dei gas serra ha fatto sì che i trasporti si stiano trasformando gradualmente in elettrico. Nel 2030 in Europa metà delle auto saranno elettriche. Autonomia di percorso e costo delle auto saranno influenzati dalle batterie che le alimenteranno.

Ecco, quindi, che con la disponibilità energetica, lo sfruttamento delle fonti rinnovabili, anche i veicoli elettrici stanno diffondendosi grazie agli sviluppi ottenuti in anni di ricerche sulle batterie, in particolare in quelle agli ioni di litio, riconoscendone l'importanza con l'attribuzione del premio Nobel per la chimica ai 3 ricercatori pionieri della ricerca della batteria agli ioni. Lo sviluppo verso una migliore capacità per l'elettronica consumer, ha fatto sì che queste batterie venissero utilizzate anche in nuovi settori di applicazione ovvero per la mobilità elettrica.

Il ruolo delle infrastrutture di ricarica è un fattore imprescindibile per la transizione verso la mobilità a zero emissioni. Altrettanto fondamentale è la capillarità della distribuzione territoriale delle infrastrutture, sia a livello di accessibilità (pubblica/privata) che di numero di colonnine. Questo adeguamento tecnologico è anch'esso in rapida ascesa viaggiando di pari passo con la diffusione dell'auto elettrica.

Lentamente si sta uscendo da uno dei periodi più drammatici della storia recente. Nel momento in cui il lockdown ha costretto all'immobilità, si è evidenziato il ruolo primario della mobilità, che interpreta un'esigenza essenziale della collettività e rappresenta valori imprenditoriali e tecnologici.

L'Italia è attiva nella transizione ecologica sostenibile lo dimostra lo sviluppo delle infrastrutture negli ultimi anni. Nel 2016 erano presenti solamente 800 colonnine per la ricarica pubblica e girare in Piemonte era ancora difficile perché l'unica stazione presente era all'Ikea di Torino. In sei anni sono cambiate moltissime cose,

con una rete molto più capillare rispetto al recente passato, a tutto vantaggio degli utilizzatori.

Ci sono però alcuni progressi che devono essere ancora fatti per permettere alle infrastrutture di fare un ulteriore e decisivo balzo in avanti. Per prima cosa occorrerebbe correggere lo squilibrio della distribuzione geografica delle colonnine. È necessario anche un ulteriore snellimento delle procedure burocratiche relativa all'installazione delle colonnine e soprattutto del loro allacciamento alla rete dell'operatore energetico.

Per abbattere le remore di chi ancora è scettico di fronte al nuovo paradigma di mobilità e vede con rammarico il phase-out dell'endotermico nel 2035, occorre che la strategia di sviluppo sia accompagnata da obiettivi vincolanti per le infrastrutture di ricarica. In futuro saranno necessari milioni di punti e non si può demandare alla ricarica a casa ed alla wall box, la difficoltà nel ricaricare. Per questa transizione è necessario più che mai calarsi nei panni dello stakeholder. Basti pensare a chi abita in città e non possiede un garage o un posto auto privato. Se è già difficile per loro parcheggiare l'auto, figuriamoci ricaricarla ad una colonnina pubblica, difficilmente presente sotto casa.

Altro punto critico sono la scarsa presenza di colonnine sulla rete autostradale. Purtroppo, potrebbe essere reale il rischio di dover fare la coda per ricaricare la batteria alle aree di sosta dotate di poche colonnine disponibili. Inoltre, se si vuole pensare all'utilizzo della vettura elettrica non sono nel suo regno ideale, la città, occorre che l'utente a tendere, si ritrovi a fare una ricarica per proseguire un lungo viaggio in tempi, non dico simili ma vicini al tempo richiesto per prendere la pistola erogatrice del carburante fossile e fare il pieno alla propria vettura.

Questo significa studiare e sperimentare tipologie diverse di materiali ed accumulatori per accettare elevate quantità di KW in poco tempo e installare colonnine ad elevata potenza. Al momento il kilometraggio offerto dalle ultime vetture sul mercato è accettabile per un viaggiatore: mancano ancora infrastrutture adatte e batterie che immagazzinano molta energia.

Attualmente gli energy provider ovvero le società energetiche sono le principali che si occupano dell'installazione delle colonnine di ricarica.

Vi sarà probabilmente anche un cambio nel focus delle case automobilistiche, che si sposterà dall'auto come prodotto fisico alla gamma di servizi offerti. Le case non controlleranno più solamente le fasi della produzione ma dovranno investire in digitalizzazione e meccanismi di controllo affinché il cliente rimanga soddisfatto anche dell'esperienza di utilizzo e di ricarica.

Come detto in precedenza, la transizione ha l'obiettivo ultimo di abbattere drasticamente l'emissione di CO₂ ma nella corsa all'auto elettrica occorre ricordare

che chi fornisce la maggior parte delle materie prime è la Cina, rischiando così di vanificare gli sforzi fatti per la nuova mobilità.

È necessario quindi accelerare la ricerca di materiali nuovi per produrre accumulatori performanti in modo da ridurre al minimo la dipendenza dai pochi che posseggono le risorse naturali necessarie. Ad esempio, anche migliorando i target di recupero, fornendo incentivi a start up e la ricerca di metodologie di riciclo sempre più rispettose per l'ambiente.

Richiamando alle grandi rivoluzioni del passato, è sicuramente certo che l'auto elettrica costituirà una trasformazione epocale, probabilmente simile a quella avvenuta nel passaggio dal vapore al carburante fossile e determinerà la velocità e il ritmo nelle società future.