

Politica industriale e nuove tecnologie nell'industria dell'auto: rischi e opportunità

Industrial policy, automotive supply chain and new technologies: Risks and opportunities

GIUSEPPE GIULIO CALABRESE e GIAMPAOLO VITALI

CNR-IRCRES, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile, via Real Collegio 30, Moncalieri (TO) - Italia

corresponding authors: giuseppe.giulio.calabrese@ircres.cnr.it
giampaolo.vitali@ircres.cnr.it

ABSTRACT

The aim of the paper is to analyse the opportunities of the Turin automotive district within the new technological paradigm of the electric vehicles (EVs, in broader sense).

Firstly, the paper shows that the new EV paradigm is closely linked to the Internet-of-Thing technology as well as with the new digital economy. Because of this, local companies have to invest in managing the new technologies, and the industrial policy can play an important role about the diffusion of "Industry 4.0" investments.

Secondly, the paper takes into consideration the production of EVs within the EU markets, and its fast growth. Even if the penetration ratio of the EVs is still very low, all the automotive manufactures are going to adapt their production to the new paradigm, and public sector starts to invest into the charging infrastructures too.

Finally, the paper defines a public policy that suggests a fair compromise for the local automotive industry in order to cope with the EV revolution. Investing as soon as possible into the development of hybrid models, and not into the pure electric vehicle, could safeguard part of the old supply chain and give, at the same time, new opportunities to the new EV suppliers. This policy deals with an intermediate step to adapt the old industrial structure to the new paradigm, in order to have a non-disruptive impact on the local supply chain, but rather a slow and progressive evolution of the supply chain. The old one will have a decreasing production over time, whereas the new EV supply chain will growth accordingly.

KEYWORDS: Industrial policy, automotive, supply chain, industry 4.0.

JEL CODES: L52, L62, O38

DOI: 10.23760/2499-6661.2018.019

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Calabrese G., & Vitali G. (2018). Politica industriale e nuove tecnologie nell'industria dell'auto: rischi e opportunità. *Quaderni IRCrES-CNR*, 3(5), 13–29. <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2018.019>

- 1 Introduzione
- 2 Verso una visione integrata e sostenibile della mobilità delle persone e delle cose
- 3 I nuovi autoveicoli per una mobilità sostenibile
 - 3.1 Alcune considerazioni tecnologiche
 - 3.2 Alcune considerazioni industriali anche a livello italiano
 - 3.3 Alcune considerazioni industriali anche a livello italiano
 - 3.4 I vincoli alla diffusione dei veicoli elettrici
- 4 L'influenza di *Industry 4.0* sul modello di mobilità sostenibile ampliata
- 5 Conclusioni
- 6 Bibliografia

1 INTRODUZIONE

La grande enfasi posta in generale sulla mobilità sostenibile e in particolare sulla diffusione dei nuovi veicoli a basso impatto ambientale sembra che non abbia ancora ottenuto i risultati previsti (Pardi & Calabrese, 2017).

Tutti si aspettavamo grandi trasformazioni come: la rapida diffusione dei veicoli elettrici in Cina e altrove nel mondo grazie anche alla proposta di nuove politiche “verdi” (Chen & Midler, 2016; Calabrese, 2013); la diffusione dei nuovi paradigmi di mobilità nei Paesi a lunga tradizione automobilistica e nei Paesi emergenti (Hildermeier, 2016); la de-globalizzazione delle catene del valore e di conseguenza l’ingresso di nuovi attori dai settori dell’ICT e dei servizi in grado di sostituire o almeno contrastare il ruolo egemone dei produttori tradizionali di automobili considerati il freno maggiore alla mobilità sostenibile (Pardi & Calabrese, 2018).

Poco di tutto ciò è accaduto, e quello a cui sembra di assistere è invece il perdurare dello status quo.

Le auto elettriche, nelle diverse versioni, nonostante i molteplici e i significativi aiuti governativi per promuoverne la loro diffusione, come il caso dell’*Electric plan* in Francia o il programma cinese da 15 miliardi di euro, sono ancora prodotti di nicchia. Le tanto attese imprese dell’ICT o hanno stabilito alleanze con i produttori tradizionali (Google con Ford e FCA, Tesla con NVIDIA, Intel con BMW e FCA) o cominciano a evidenziare tensioni finanziarie accumulando consistenti perdite superiori alle previsioni di vendita (Tesla, Uber, Lyft, ecc.).

La stessa valutazione può essere fatta sui nuovi servizi di mobilità come il *car sharing* che non ha modificato le attività tradizionali, l’impatto sulle vendite è inesistente e l’utilizzo medio è simile alle auto di proprietà, e sebbene siano sostenuti da consistenti aiuti pubblici, ad esempio Autolib in Francia (Vervaeke & Calabrese, 2015), sono tutt’altro che redditizi.

Una delle cause è da attribuire alla confusione terminologica sul concetto di mobilità sostenibile, concetto inteso spesso in modo restrittivo come pertinente solo all’ambito del trasporto delle persone e delle cose, e quindi al cambiamento tecnologico dei propulsori e all’utilizzo di combustibili alternativi. Invece, la mobilità sostenibile contempla contemporaneamente aspetti economici e tecnologici, insieme ad azioni politiche basate sull’emergente strutturazione di un ecosistema di attività (Donada & Attias, 2015), implicando inevitabilmente una pluralità di attori che si occupano di transizione energetica, di produzione di mezzi di trasporto, di politiche pubbliche, di gestione delle reti elettriche e energetiche, di fornitura di servizi di mobilità, etc. (Dijk & Parkhurst, 2014).

Questa trasformazione è stimolata dalla convergenza di più decisioni derivanti dai negoziati internazionali sui cambiamenti climatici, come il Protocollo di Kyoto e la successiva Conferenza delle Parti (COP21), e dalle diverse regolamentazioni nazionali e regionali, quali quelle dell’Unione Europea e della California.

Negli anni passati tali azioni erano spesso imprecise e non allineate l’una con l’altra, ma alcuni recenti segnali, se pur deboli, possono controbilanciare il sentimento generale, grazie anche agli iniziali benefici percepiti dalla diffusione dei veicoli elettrici (Fojcik & Proff, 2014). Ad esempio, i sindaci delle grandi città che desiderano ridurre i livelli di rumore e migliorare la qualità dell’aria, visto che le centrali elettriche sono localizzate in genere a una certa distanza, non esitano a limitare l’uso di auto tradizionali nei centri urbani. Tali decisioni sembrano avere un impatto diretto sulle vendite dei veicoli elettrici. Ad esempio, la decisione di limitare l’accesso alla città di Parigi durante i giorni con elevato inquinamento sembra essere positivamente correlata con le vendite crescenti dei veicoli elettrici sia nell’area di Parigi sia in tutta la Francia (Donada & Perez, 2018).

In questo contributo si vogliono approfondire le principali determinanti del cambiamento in corso e soprattutto investigare se la pervasività delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni di *Industry 4.0* può ulteriormente portare benefici alla mobilità sostenibile e agire da collante tra le politiche per la mobilità e il cambiamento dei veicoli. Secondo alcuni autori (Donada & Perez, 2015, 2016), i cambiamenti negli stili di vita degli abitanti delle aree urbane e lo sviluppo

di *Internet of things* possono favorire in modo considerevole la mobilità sostenibile e, in particolare, la diffusione dei veicoli elettrici.

Il presente contributo è così strutturato.

Il secondo paragrafo evidenzierà le nuove esigenze della mobilità sostenibile, con particolare attenzione ai Piani urbani di mobilità sostenibile (PUMS).

Nel terzo paragrafo si sposterà l'attenzione sui veicoli elettrici, la loro diffusione, i vincoli tecnologici e infrastrutturali attuali, nonché i possibili impatti sulla filiera produttiva e le politiche più idonee a favorire la transizione verso il nuovo modello di produzione.

Il quarto paragrafo esaminerà il rapporto che le tecnologie di *Industry 4.0*, e più in specifico quelle della digitalizzazione dell'economia, hanno nell'implementazione del modello di mobilità sostenibile, e si pone l'obiettivo di individuare quali tecnologie di *Industry 4.0* siano più importanti per definire i nuovi prodotti della mobilità sostenibile e le nuove forme di consumo.

Nel paragrafo conclusivo si cercherà di sintetizzare i risultati raggiunti dalla ricerca.

2 VERSO UNA VISIONE INTEGRATA E SOSTENIBILE DELLA MOBILITÀ DELLE PERSONE E DELLE COSE

Il termine mobilità sostenibile sta assumendo nel tempo una connotazione più ampia rispetto a quello declinato alla fine del secolo scorso per il quale il riferimento unico riguardava in massima parte il cambiamento tecnologico dei propulsori e l'utilizzo di combustibili alternativi nei mezzi di trasporto, soprattutto in ambito autoveicolare (Aguilera & Grébert, 2014).

Come abbiamo anticipato nella sezione precedente, il cambiamento concettuale si può sintetizzare proprio nella corretta interpretazione del termine "mobilità" al posto del più restrittivo "trasporto".

Ora, con un'accezione più estesa, mobilità sostenibile indica innanzitutto l'insieme delle modalità di spostamento e dei relativi effetti, con riferimento, in linea di massima, alla mobilità urbana dove maggiormente sono impattanti i risvolti ambientali, sociali ed economici generati dal movimento delle persone e delle cose con mezzi pubblici o privati (Newman *et alii*, 2014).

I campi di intervento riguardano: l'inquinamento atmosferico e le emissioni di gas serra; l'inquinamento acustico; la congestione stradale; la riduzione dei danni da incidenti; il degrado delle aree urbane causato dallo spazio occupato dagli autoveicoli; il consumo di territorio causato dalla realizzazione delle strade e delle infrastrutture (Donati & Petracchini, 2015).

La ridefinizione concettuale degli autoveicoli tende a rispondere a molte delle questioni evidenziate dalla nuova concezione ampliata di mobilità sostenibile (Hildermeier, 2016).

I nuovi propulsori e i combustibili alternativi tendono, e in alcuni casi drasticamente, a ridurre l'inquinamento atmosferico e le emissioni di gas serra. I modelli a trazione elettrica sono decisamente meno rumorosi tanto da dover introdurre dei segnalatori acustici per renderli percettibili dai pedoni. La connettività dei veicoli consente di evitare gli ingorghi in tempo reale e le informazioni raccolte consentono di definire percorsi di guida più scorrevoli. L'auto autonoma comporterà nel lungo termine una ridefinizione degli spazi e delle infrastrutture soprattutto urbane.

Alle amministrazioni pubbliche è stata assegnata la principale responsabilità della promozione e della gestione della mobilità sostenibile (Venezia, 2011) con l'intento primario di ridurre la presenza dei mezzi di trasporto privati negli spazi urbani per favorire le seguenti tipologie di mobilità, in ordine di benefici ambientali: favorire gli spostamenti pedonali con implicito beneficio fisico; impiego dei veicoli non motorizzati (biciclette, monopattini, pattini a rotelle, etc.); capillarità dei mezzi di trasporto pubblico (autobus, tram, sistema ferroviario metropolitano integrato, etc.); diffusione del trasporto privato condiviso come il *car pooling* e il *car sharing* (Lindloff *et alii*, 2014); efficienza nei flussi della logistica (Domański *et alii*, 2016).

Gli ambiti di intervento delle politiche di mobilità sostenibile sono molteplici e i casi di successo hanno evidenziato che la strategia vincente è l'integrazione ottimale dei diversi sistemi di trasporto in modo da rinforzarsi uno con l'altro (D'Arcier & Lecler, 2014). Anzi, in mancanza di una visione il più unitaria possibile, gli interventi sui singoli ambiti risultano spesso inefficaci. Al

contrario, la loro integrazione porta a una riduzione significativa dei flussi di traffico privato in un arco temporale ridotto.

A livello locale, l'insieme di tali interventi trova il suo ambito naturale, come richiesto dall'Unione Europea, nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) che è nient'altro che un piano strategico con un orizzonte temporale differenziato per sviluppare una visione sistemica della mobilità (Donati & Petracchini, 2015).

Il PUMS infatti affronta il tema delle infrastrutture per il trasporto pubblico, per la mobilità dolce, per la rete stradale primaria e per la distribuzione delle merci. Favorisce la sicurezza, l'accessibilità per tutti e implementa le tecnologie per accrescere "l'intelligenza" tra infrastruttura, veicolo e persona.

Si differenzia dal Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) perché quest'ultimo si riferisce all'ottimizzazione della situazione attuale, senza nessun riferimento alla realizzazione di nuove opere. Sono invece di competenza di entrambi i piani le azioni relative alla regolazione della domanda di mobilità, che incidono anch'esse sulla tipologia modale.

Il PUMS richiede integrazione, partecipazione, valutazione e monitoraggio, perché ha come obiettivo quello di porre al centro le persone e la soddisfazione delle loro esigenze di mobilità, seguendo un approccio trasparente e partecipativo che prevede il coinvolgimento attivo dei cittadini e degli altri portatori di interesse, fin dall'inizio del suo processo di definizione (Venezia, 2011). Il PUMS prevede generalmente tre diversi scenari temporali attuativi:

- Lo scenario di breve periodo sarà costituito dalle opere più urgenti e importanti per l'Amministrazione e per tutti i cittadini: residenti, pendolari, studenti fuori sede e turisti;
- Lo scenario di medio periodo contemplerà opere rilevanti ma che possono richiedere tempi di progettazione più lunghi dettati dalla complessità dell'opera, oppure avere un livello di priorità inferiore;
- Lo scenario di lungo periodo racchiuderà tutte le opere ritenute fattibili ed utili alla collettività.

Per avviare le progettazioni su alcune opere strategiche per la città e per l'area metropolitana, le amministrazioni devono decidere di definire le opere invariabili, cosiddetti "punti fermi", rispetto alle quali procedere speditamente con le progettazioni. Queste opere sono negli anni già state oggetto di studi e approfondimenti ovvero sono state portate avanti con particolare interesse dai cittadini proponenti.

Alla base di tutte le misure di intervento ci sono tre principi di riferimento: migliorare i servizi di prossimità, in modo tale da ridurre la necessità di spostamenti automobilistici sia in termini numerici che di distanze; destinare una parte della superficie stradale alla mobilità di tipo sostenibile a scapito dei veicoli privati, riducendo in questo modo il costo generalizzato del trasporto sostenibile; realizzare una rete intermodale di trasporto che consenta spostamenti più veloci di quelli realizzati dagli autoveicoli privati.

Tra i diversi interventi con maggiore efficacia si possono evidenziare (Donati e Petracchini, 2015):

- *Il potenziamento del trasporto pubblico locale*: con la realizzazione di corsie riservate e vie preferenziali, di sistemi di integrazione tariffaria e strumenti per l'infomobilità.
- *Lo sviluppo della mobilità pedonale*: per favorire l'accessibilità e la fruizione universale degli spazi pubblici, con la redazione di piano della mobilità pedonale (Pediplan¹), con interventi di eliminazione delle barriere architettoniche nei percorsi, con la realizzazione dei percorsi sicuri casa-scuola (Pedibus²).

¹ Pediplan è un termine che unisce le parole pedonale e piano ed è riferito ai piani e alle azioni in grado di favorire la mobilità pedonale in ambito urbano.

² Il Piedibus o Pedibus è una forma di trasporto scolastico per gli alunni delle elementari e medie inferiori che vengono accompagnati a piedi a scuola da adulti con le stesse modalità (percorsi, fermate) dello scuolabus. In pratica, i bambini, anziché prendere l'autobus o lo scuolabus, alla fermata si aggregano ad una comitiva guidata da alcuni addetti giungendo fino a scuola, e compiendo il percorso inverso ritornando a casa.

- *Lo sviluppo della mobilità ciclabile* con particolare attenzione alla costruzione e manutenzione di piste ciclabili e l'implementazione di servizi di biciclette pubbliche condivise (Biciplan³).
- *La realizzazione di politiche di tariffazione e pedaggi* per l'accesso a pagamento in particolari zone urbane come il *park pricing* (sosta a pagamento), il *park and ride* (agevolazione nell'interscambio tra automobile e mezzo pubblico) e i crediti di mobilità.
- *La modifica dell'organizzazione sociale*, come per esempio la definizione di nuovi orari di apertura degli uffici e una nuova regolamentazione delle consegne commerciali (e-commerce) nei centri storici.
- *La pianificazione della mobilità aziendale* per gli spostamenti casa-lavoro, l'implementazione di sistemi di telelavoro e di *smart working*, l'introduzione della figura del responsabile della mobilità.
- *La gestione della domanda con la moderazione del traffico (traffic calming)*, le limitazioni della circolazione veicolare, l'introduzione di servizi di *car sharing* e trasporto a chiamata; la promozione del *car pooling*; l'utilizzo di sistemi di *information technology* (ITS) per la gestione dei flussi veicolari (es. instradamenti ai parcheggi, info dinamiche sulle strade, navigazione satellitare ecc.).

Sono quasi sessanta i comuni italiani che hanno già approvato i Piani Urbani di Mobilità Sostenibile come riportato dall'osservatorio specifico⁴, dal piccolo comune di Este, fino a Milano, mentre il PUMS della Capitale è in via di approvazione.

3 I NUOVI AUTOVEICOLI PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE

La qualità dell'aria, l'effetto serra, la variabilità del prezzo del petrolio e soprattutto gli effetti del *dieselgate* stanno spingendo sempre più alla ricerca di alternative ecosostenibili (Proff & Fojcik, 2016). Una delle possibili opzioni è l'uso di carburanti alternativi in grado di alimentare i veicoli con i motori a combustione con fonti energetiche come il gas naturale (meglio conosciuto come metano), il gas di petrolio liquefatto (meglio conosciuto come GPL) o i bio-combustibili.

Questi ultimi sono i candidati migliori come alternativa ai derivati del petrolio e sono pienamente compatibili con la tecnologia motoristica attuale e con le infrastrutture di rifornimento già esistenti, anche se occorre gestire il problema della maggiore domanda di terreni. Infatti, se la produzione del bio-combustibile avvenisse coltivando i campi attualmente non coltivati non ci sarebbe alcuna controindicazione, ma se invece avvenisse utilizzando i campi destinati ai prodotti alimentari, questi ultimi aumenterebbero di prezzo con inevitabili ripercussioni sociali.

L'opzione alternativa è quella di usare come propulsore un motore elettrico e come vettore energetico l'idrogeno con le celle a combustibile⁵ o l'elettricità generata da fonti rinnovabili, quali l'idroelettrico, o il nucleare (Codani *et alii*, 2015). Tuttavia, per quanto concerne l'idrogeno, la sua conservazione ha costi alti ed anche la costruzione di infrastrutture per il rifornimento risulterebbe onerosa, per non parlare della sicurezza del trasporto.

Al momento attuale, le attenzioni maggiori e gli investimenti delle imprese sono rivolte verso il veicolo elettrico in tutte le sue accezioni (dal veicolo puramente elettrico a quello ibrido, con tutte le varie composizioni intermedie) di cui fanno parte non solo gli autoveicoli, ma anche i camion, gli autobus, le macchine movimento terra, i quadricicli, le moto e le biciclette a pedalata assistita (Borghei & Magnusson, 2016).

³ Il Biciplan è uno strumento di programmazione che coordina gli interventi sulla ciclabilità per rendere più piacevole gli spostamenti all'interno dell'area urbana: dalla riqualificazione dei percorsi ciclabili esistenti, alla realizzazione dei nuovi, dal progetto di segnaletica e riconoscibilità degli itinerari, alla creazione di servizi e allo sviluppo di idee per la comunicazione.

⁴ Si veda www.osservatoriopums.it.

⁵ In verità l'idrogeno è stato utilizzato anche con i motori a combustione interna esclusivamente dalla BMW ma con scarsi risultati in termini di efficienza.

La filiera di riferimento va dai motori elettrici all'elettronica di connessione, dalle batterie ai sistemi di guida autonoma (Begley *et alii*, 2016), ai servizi avanzati e finanziari, nonché i servizi innovativi ad essa collegati che si riferiscono alla ricarica delle batterie, al noleggio condiviso (*sharing economy*), alle varie applicazioni e software di utilizzo dei nuovi veicoli (Le Vine, 2014), come ad esempio il *pay-per-use*⁶.

In questo nuovo paradigma tecnologico sono coinvolte anche le infrastrutture di sistema (sensoristica di rilevamento stradale, *smart grid* per gestire la produzione e la domanda di energia, nuove forme di finanziamento, nuovi servizi post-vendita, ecc.). Ovviamente, il modello di mobilità sostenibile per svilupparsi e diffondersi deve superare tutta una serie di fallimenti del mercato, che riducono gli incentivi al cambiamento da parte dei singoli operatori e che possono essere superati con l'implementazione di nuove politiche ambientali e industriali, atte a favorire un passaggio graduale e programmato dal vecchio al nuovo modello di sviluppo.

Infine, merita ricordare che nell'ambito del concetto ampliato di mobilità sostenibile non vengono coinvolti solo gli autoveicoli, ma anche gli altri mezzi di trasporto che garantiscono la mobilità delle persone. Questi ultimi, nelle aree urbane si stanno evolvendo verso la condivisione del mezzo (*sharing economy*), la diversificazione di quest'ultimo dalle auto alle biciclette e ai nuovi mezzi di trasporto individuale (*Segway, hoverboard, skateboard*).

3.1 Alcune considerazioni tecnologiche

I veicoli elettrici possono essere classificati con una tassonomia tecnologia che li distingue in funzione del grado di elettrificazione. Infatti, mentre ad un estremo della classificazione troviamo l'auto puramente elettrica, e cioè l'auto con batteria che si ricarica tramite la rete elettrica domestica o pubblica, al lato opposto troviamo l'auto ibrida nella modalità più semplificata⁷, le *mild hybrid*, con il tradizionale motore endotermico aiutato da un motore/generatore elettrico di modesta potenza, che opera anche come motorino di avviamento e come sistema di recupero energetico in frenata⁸. Questi veicoli ibridi consentono alla vettura di percorrere solo alcune centinaia di metri con la sola trazione elettrica.

I due estremi della classificazione sono separati da tutta una serie di soluzioni tecnologiche, che risultano essere molto diverse tra loro:

- *Full Hybrid Vehicles*, o ibrido in parallelo, presenta diverse combinazioni con uno o più motori elettrici di potenza piuttosto elevata, un impianto elettrico a 400 Volt e batterie di capacità tale da consentire alla vettura di percorrere qualche chilometro in modalità puramente elettrica. Le vetture *full hybrid* sono in grado di avanzare sfruttando il solo motore termico oppure solo il motore elettrico o ancora la combinazione di entrambi.
- *Range Extender Vehicles*, o ibrido in serie, con motore endotermico mai collegato alle ruote per trasmettere la trazione e con il compito di generare la corrente elettrica o per alimentare il motore elettrico o per ricaricare le batterie e aumentare la capacità chilometrica totale.
- *Plug-in Hybrid Vehicles* con architettura simile alle *full hybrid* e con la possibilità di ricaricare dalla rete elettrica un pacco batterie di maggiori capacità, in modo che la vettura ibrida possa percorrere una distanza maggiore in modalità puramente elettrica.

⁶ Con il modello *pay-per-use*, definito anche "on-demand", per l'uso dell'auto non è necessario averne il possesso e quindi il costo del trasporto si riduce nettamente, non dovendo subire i costi fissi della proprietà e dello scarso utilizzo dell'auto. In futuro, con la guida autonoma: "on-demand electric autonomous vehicles will essentially become ten times cheaper than owning a vehicle" (Automotive Megatrend Magazine, 2017)

⁷ I veicoli con funzione *start and stop* vengono anche impropriamente chiamati *micro hybrids*, ma questa funzione, tipica anche di molti veicoli ibridi, è ottenuta con componenti tradizionali e non con un diverso sistema propulsivo.

⁸ Vera novità del sistema *mild hybrid* è l'impianto elettrico a 48 Volt che, sostituendo l'impianto ad alta tensione (400 Volt) dei sistemi *full hybrid*, si va ad affiancare al classico impianto elettrico a 12 Volt. Questa scelta progettuale ha permesso da un lato di adottare motori e pacchi batterie a 48 Volt quindi fino a 4 volte più potenti di quelli a 12 Volt, dall'altro lato di contenere le tensioni così da ridurre le dimensioni dei cavi addirittura del 75% in modo da contenere costi, ingombri e peso del cablaggio. Come per le *full hybrid* se è richiesta maggiore potenza il motore/generatore elettrico dà il suo contributo di spinta aggiuntiva al motore termico. In decelerazione o in frenata, invece, il motore/generatore agisce da freno per caricare la batteria con l'energia che altrimenti andrebbe persa.

Come anticipato, nel novero dei veicoli elettrici si devono considerare anche le *Fuel Cell* dove l'elettricità è generata a bordo da una cella a combustibile alimentata generalmente da idrogeno e senza che avvenga alcun processo di combustione termica.

È fondamentale osservare, e spesso non viene evidenziato a sufficienza, che i diversi veicoli elettrici in commercio non presentano un *continuum* tecnologico, in particolare per quanto riguarda la struttura e la gestione delle batterie che rappresentano i componenti più onerosi. Le batterie e i loro sistemi di gestione non sono gli stessi se devono subire ricariche e scariche continue come nelle *full hybrid*, o più prolungate come nelle *plug-in hybrid*, o più saltuariamente come nelle puramente elettriche, o essere molto simili a quelle attuali come le *mild hybrid* o le *fuel cell*.

Pertanto, le curve di apprendimento e le relative economie di scala a livello produttivo sono meno realizzabili di quanto auspicato.

3.2 Alcune considerazioni industriali

Alla luce di questa sintetica descrizione tecnologica, si possono interpretare meglio le strategie dei produttori tradizionali della filiera automotive: la stampa specialistica conferma che quasi tutti i grandi player hanno programmato l'inserimento di veicoli ibridi/elettrici nel portfolio prodotti, e la tendenza è quella di unire la tecnologia tradizionale del motore endotermico a quella del motore elettrico, creando soprattutto *plug-in hybrid vehicles*. Evitando il salto tecnologico verso l'auto puramente elettrica o a cella combustibile, i costruttori possono mantenere il controllo di una parte della tecnologia e garantirsi anche una buona crescita della domanda in quanto quest'ultima non è limitata dalla necessità di veder sviluppate le infrastrutture di ricarica (Calabrese, 2015).

Nonostante una significativa presenza di auto ibride/elettriche negli attuali cataloghi dei principali produttori, il grosso della nuova offerta viene programmata per il prossimo quinquennio, verso il 2022. In un primo tempo, gli annunci di nuove auto riguardano infatti le auto *mild hybrid*, la cui progettazione richiede "semplicemente" una modifica delle attuali auto puramente endotermiche. Inoltre, merita ricordare che l'interesse dei costruttori automotive verso la trazione ibrida/elettrica deriva anche dal tentativo di ridurre i vincoli ambientali imposti dall'Unione Europea (EU Commission, 2017). Infatti, con l'ingresso di auto ibride o elettriche nel catalogo di produzione, il costruttore automotive riduce la media ponderata delle emissioni del proprio portfolio prodotti e rispetta più facilmente i limiti UE.

Alla programmazione dei costruttori tradizionali, vanno aggiunte le attività dei nuovi costruttori di auto, che come nell'esempio di Tesla sono nati recentemente senza tradizione automotive alle spalle e all'evoluzione della tecnologia di riferimento nel ciclo di lavorazione del veicolo⁹. Infatti, i nuovi leader tecnologici ritengono – e al momento si tratta di una scommessa non ancora vinta – di non dover controllare le tecnologie metalmeccaniche e mecatroniche, ma bensì di gestire la supremazia nelle tecnologie ICT relative all'interconnessione degli oggetti, alla gestione del cibernazio e alla digitalizzazione.

Inoltre, sono numerosi anche gli annunci di futuri modelli ibridi e elettrici nel comparto dei camion e degli autobus.

La nuova struttura industriale che si sta delineando consente la presenza di una pluralità di attori molto differenti tra loro: i produttori manifatturieri con storica specializzazione, che hanno elevate dimensioni; i nuovi costruttori a basso impatto ambientale, che sono grandi multinazionali come Tesla, Apple e Google, da una parte, e piccole imprese, come Fisker Emotion, dall'altra; i produttori di batterie, come Bolloré con la Blucar e altre imprese dei servizi che si integrano o diversificano nella vendita di auto ibride/elettriche, come quelle che gestiscono il mercato dell'energia (Enel, ENI e Repower, per il caso italiano). Infine, entrano a far parte della nuova

⁹ Merita citare il caso del tentativo di diversificazione della Dyson, leader statunitense nel comparto dei piccoli elettrodomestici, che ha creato un centro ricerca con 400 ingegneri per un progetto di auto elettrica che utilizza le competenze Dyson accumulate nei motori elettrici (Ruffilli, 2017).

filiera anche le imprese che producono software, quali Samsung e Qualcomm (ICT), che spostano il focus tecnologico sul software automotive.

Del resto, sembra che i nuovi modelli di consumo, in primis *car sharing* e *pay-per-use* (Ruhrt *et alii*, 2014), favoriscano i nuovi modelli di produzione, con la creazione del valore che si sposta a valle del ciclo (l'esempio delle imprese che gestiscono l'energia, e che vendono/affittano auto elettriche ai propri clienti) e a monte del ciclo (a favore delle imprese che controllano le tecnologie digitali, come Google, Microsoft e Apple), a scapito delle fasi meramente manifatturiere (dove sono posizionati i tradizionali costruttori automotive).

Maggiori criticità riguardano la filiera automotive della fornitura, in particolar modo per quella italiana per quanto concerne la velocità di sostituzione della produzione delle parti e componenti necessarie per il motore endotermico con il sistema ibrido/elettrico.

In tal caso, merita fare riferimento, come utile indicazione del fenomeno, alle rilevazioni condotte a livello nazionale dall'Osservatorio sulla componentistica automotive italiana (Moretti & Zirpoli, 2017).

Il dato più interessante è indicato nella figura 1, con la metà delle imprese italiane che sta sviluppando progetti legati alla mobilità sostenibile, mentre quasi un quinto è coinvolto in motorizzazioni elettriche o ibride.

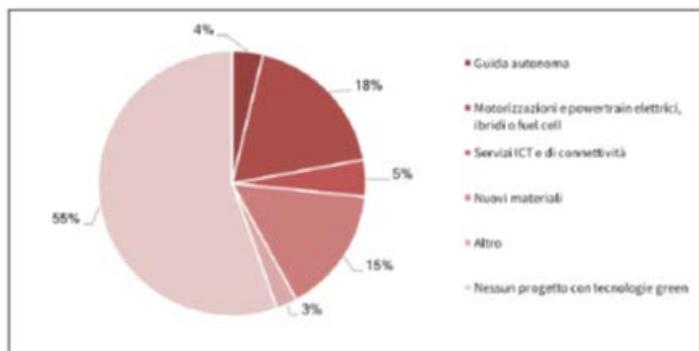
Il dato conferma che, nonostante la scarsa attenzione riposta dall'assemblatore nazionale nei confronti delle auto elettriche e ibride (Balci *et alii*, 2013), le imprese della componentistica sono comunque attente alla crescita di questo segmento di auto. Probabilmente si tratta di uno degli effetti attribuibili alla diversificazione delle vendite delle imprese della *supply chain*, che ormai da tempo hanno aggiunto i grandi assemblatori europei al cliente italiano.

Poiché il trend di diffusione previsto ipotizza un veloce sviluppo a breve termine dell'ibrido, con il 75% delle nuove immatricolazioni previste nel 2025, e un lento sviluppo del puro elettrico, con il 12% delle nuove immatricolazioni nel 2025, è possibile implementare delle politiche industriali che consentano l'immediato ingresso della *supply chain* nel segmento dell'ibrido, e la lenta ma progressiva riconversione della *supply chain* verso il puro elettrico.

Tra le iniziative che si potrebbero utilizzare a questo scopo vi è lo strumento delle reti di impresa, che stimolano le aggregazioni tra imprese per raggiungere economie di scala e di scopo che la piccola dimensione non consentirebbe. Inoltre, se le reti sono costruite a livello verticale di filiera, e non solo orizzontale nel settore, si riuscirebbe a integrare imprese poste lungo i diversi *step* della filiera, quali i produttori di software, componenti industriali, servizi post vendita, e così via.

Infine, merita ricordare la possibilità di sfruttare alcuni punti di forza molto specifici della *supply chain* italiana, che ha un vantaggio competitivo nella produzione di auto a gas metano e gas GPL, sia in termini di produttori di impianti che in termini di ampiezza di gamma di auto disponibili, a marchio FCA soprattutto.

In questo contesto, si potrebbe anche ipotizzare una specializzazione della *supply chain* italiana verso l'ibrido che abbinò il gas, il metano o GPL e l'elettrico.

Figura 1 – Partecipazione a progetti di sviluppo prodotto che utilizzano tecnologie green

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotiva italiana 2017.

3.3 Alcune considerazioni sulla domanda

Come anticipato nell'introduzione, nonostante gli annunci dei produttori di auto e la recente crescita delle vendite di auto a basso impatto ambientale, i livelli di penetrazione rispetto ai motori tradizionali sono ancora molto bassi, e si evolvono a macchia di leopardo, privilegiando le aree geografiche urbane, le classi sociali più benestanti, le classi demografiche più giovani. La scarsa penetrazione è soprattutto dovuta alla difficoltà di gestione del veicolo elettrico, per la carenza delle infrastrutture di ricarica.

È facile constatare come i livelli di diffusione dei veicoli elettrici siano legati alla presenza delle infrastrutture di ricarica e alle politiche di incentivazione (Tabella 1). Pertanto, mentre in Italia la diffusione è molto limitata per il puro elettrico (0,2% delle nuove immatricolazioni 2017) ma è abbastanza significativa per l'ibrido (3%), nei paesi che si sono già attrezzati con le infrastrutture di ricarica la penetrazione è nettamente superiore. Su tutti primeggia la Norvegia, con il 40% delle immatricolazioni 2017 che sono elettriche e il 13% ibride, la Svezia (con il 5% in entrambi i casi). Si tratta comunque di paesi con mercati di piccole dimensioni, e quindi con un numero di auto ibride/elettriche ancora basso in valore assoluto.

Gli altri grandi paesi europei hanno tassi di penetrazione superiori a quelli dell'Italia¹⁰ – Germania (1,6% per l'elettrico e 1,6% per l'ibrido), Francia (1,7% per elettrico e 3,3% per ibrido), Regno Unito (1,9% per elettrico e 2,9% per ibrido) – ma comunque vincolati dalla carenza di infrastrutture. Per tale motivo, è logico ritenere che la diffusione delle nuove immatricolazioni a basso impatto ambientale sarà soprattutto nel comparto delle auto ibride, in attesa che venga terminata la costruzione delle infrastrutture di ricarica, il cui periodo di realizzo è influenzato dell'intensità degli investimenti pubblici che ogni paese sta dedicando a questa nuova necessità infrastrutturale.

In ogni modo, la diffusione dei veicoli ibridi consente una migliore ristrutturazione e riconversione della vecchia *supply chain* automotive e delle imprese in essa coinvolte. Queste ultime continueranno ad essere necessarie alla filiera produttiva automotive che anziché sostituire tout-court il vecchio paradigma tecnologico ne consentirà un significativo utilizzo ancora per lungo tempo, pur all'interno di un suo progressivo ma lento ridimensionamento.

In realtà, la presenza di una diffusa infrastruttura di ricarica è condizione necessaria ma non sufficiente. Infatti, è doveroso precisare che la crescita delle auto elettriche in Norvegia è anche attribuibile ai notevoli incentivi economici che la politica pubblica ha destinato alla sostituzione del vecchio parco automotive (Haugneland and Kvisle, 2015). Laddove, come in Olanda e Svezia, si è assistito ad una riduzione degli incentivi economici si è registrata una considerevole riduzione

¹⁰ Occorre precisare che l'Italia è comunque leader in Europa per l'immatricolazione di auto a gas gpl/metano, grazie alla capillare rete di distribuzione implementata nel corso degli ultimi decenni: le 161.000 auto a gas immatricolate nel 2017 rappresentano ben i tre quarti del totale delle immatricolazioni europee di questo segmento.

delle immatricolazioni dei veicoli elettrici di qualsiasi configurazione. Lo stesso fenomeno si è verificato in Italia con la fine degli incentivi a favore delle vetture alimentate a GPL e metano.

Infine, anche la geografia e il livello delle infrastrutture pubbliche dei trasporti presenti in un paese influenzano la diffusione dei veicoli puramente elettrici: la diffusione è maggiore laddove sono privilegiati gli spostamenti a breve raggio, come nei paesi nordici.

Tabella 1. Peso auto elettriche/ibride su immatricolazioni totali (% , 2017)

	Elettrico	Ibrido	Elettrico + ibrido
AUSTRIA	2,0	1,9	3,9
BELGIUM	2,6	2,3	4,9
BULGARIA	0,3	3,8	4,2
DENMARK	0,6	3,2	3,8
ESTONIA	0,2	4,7	4,9
FINLAND	2,6	7,2	9,8
FRANCE	1,7	3,3	5,0
GERMANY	1,6	1,6	3,2
GREECE	0,2	2,7	2,9
HUNGARY	1,0	3,0	4,1
IRELAND	0,7	3,4	4,1
ITALY	0,2	3,2	3,5
NETHERLANDS	2,7	4,2	6,9
POLAND	0,2	3,5	3,7
PORTUGAL	1,8	2,1	3,9
SPAIN	0,6	4,5	5,1
SWEDEN	5,2	5,2	10,3
UNITED KINGDOM	1,9	2,9	4,7
NORWAY	39,3	12,9	52,2
EUROPEAN UNION	1,4	2,9	4,3

Fonte: nostre elaborazioni su dati ACEA.

3.4 I vincoli alla diffusione dei veicoli elettrici

Malgrado in alcune nazioni si sia assistito ad una significativa crescita delle vendite dei veicoli elettrici, rimangono considerevoli le differenze rispetto alle aspettative. Tali discrepanze sono essenzialmente attribuibili a tre ostacoli.

Il primo ostacolo è legato alle politiche di transizione energetica. La maggior parte delle autorità pubbliche incoraggia l'acquisto di tutte le tipologie di veicoli elettrici per contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra. Tuttavia, la riduzione dipende dalla tecnologia utilizzata per produrre l'elettricità e i componenti del veicolo stesso. Se la maggior parte dell'elettricità può essere prodotta utilizzando fonti di energia rinnovabile (solare, eolica, ecc.), la riduzione dell'inquinamento sarà elevato e i *policy maker* continueranno a sponsorizzare la crescita dei veicoli elettrici. Al contrario, se le tecnologie dominanti saranno ancora il carbone e il petrolio, la riduzione dei gas serra sarà minore (Eurelectric, 2015) e possiamo ipotizzare che le sovvenzioni per lo sviluppo del mercato dei veicoli elettrici diminuiranno.

Il secondo ostacolo è il costo di acquisto di un veicolo elettrico. Sebbene i costi totali di utilizzo dei veicoli elettrici sono inferiori a quelli dei veicoli a combustione interna (Kempton *et alii*,

2014), il loro costo di acquisto rimane ancora molto più elevato a causa delle batterie che rappresentano il 50% del costo totale. Per aggirare questo ostacolo, alcune aziende stanno iniziando a spalmare il costo complessivo di questi veicoli tramite il leasing o la creazione di servizi condivisi. Inoltre, stanno anche finanziando massicci programmi di ricerca su opzioni tecnologiche meno costose con l'obiettivo di ridurre il costo delle batterie, che è previsto scendere dai 1.000\$ per kWh del 2008 ai 100\$ nel 2020 (International Energy Agency, 2016 e 2017). Tuttavia, per il momento, il costo delle batterie rimane un collo di bottiglia per l'adozione massiccia di veicoli elettrici e i produttori di veicoli elettrici continuano a proporre sussidi non solo per coloro che investono nella ricerca e nella produzione, ma anche per gli acquirenti.

Il terzo e maggiore ostacolo è la limitata autonomia e i lunghi tempi di ricarica rispetto alle auto tradizionali, con conseguenti problemi di ansietà per i conducenti. Questo ostacolo è dovuto principalmente a due colli di bottiglia che minacciano l'intero sistema dei veicoli elettrici: la bassa densità energetica delle batterie e la mancanza di infrastrutture di ricarica. Il primo, di non facile soluzione, può essere superato solo con un incremento delle spese di ricerca da parte dei produttori di batterie. Il secondo collo di bottiglia è causato dalla carenza di investimenti da parte degli operatori pubblici e privati. Sebbene in alcune città esistano piccole reti per ricaricare rapidamente i veicoli, la diffusione di tali reti nazionali o internazionali è ancora piuttosto lenta e il ruolo delle autorità pubbliche a sostegno degli investimenti è evidente. Ancora una volta, alcune aziende già insediate hanno scelto di non aspettare che le decisioni di spesa pubblica si materializzassero e hanno optato per investimenti diretti nei colli di bottiglia del sistema di tariffazione su larga scala (ad esempio Nissan o Tesla). Inoltre, sempre più punti di ricarica vengono installati nelle case private; tuttavia, questi sono a bassa potenza, e non tutti gli acquirenti di veicoli elettrici possono beneficiare del privilegio di avere la propria stazione di ricarica. Infine, sarebbe auspicabile l'emergere di uno standard nelle connessioni tra veicoli e nella ricarica delle batterie, poiché è anche la presenza di uno standard comune che garantisce la diffusione della nuova tecnologia, come era successo decenni or sono con la nascita del GSM in Europa. Per ora si notano numerosi accordi tecnologici tra le imprese, finalizzati alla diffusione di uno standard proprietario (Vitali, 2012).

Gli ultimi due ostacoli (l'elevato costo di acquisto e la gamma limitata di veicoli elettrici) sono collegati e creano il classico "fallimento del mercato": da una parte, senza la diffusione massiccia di veicoli elettrici, gli investimenti in infrastrutture di ricarica non generano profitti; dall'altra, senza infrastrutture di ricarica, le vendite di veicoli elettrici non decollano. Il mancato soddisfacimento di una domanda potenzialmente levata, non genera sviluppo industriale in Europa e l'attuale gamma limitata di veicoli elettrici viene utilizzata dai privati solo come citycar, o come componente nelle flotte commerciali. Senza un consistente volume di produzione e immatricolazioni non si generano economie di scala, e i prezzi di acquisto rimangono elevati.

Da ultimo, occorre ancora superare i problemi legati alla difesa della privacy, con la gestione di big data che monitorano i singoli percorsi della persona. Definire limiti ben precisi all'uso di tali dati consentirebbe agli investitori di valutare con maggiore certezza i ritorni degli investimenti nelle imprese di servizio collegate alla mobilità sostenibile.

4 L'INFLUENZA DI *INDUSTRY 4.0* SUL MODELLO DI MOBILITÀ SOSTENIBILE AMPLIATA

Lo scenario tecnologico, al cui interno si sta implementando il modello di mobilità sostenibile, è caratterizzato dalle tecnologie tipiche del paradigma *Industry 4.0*, nel senso che la mobilità sostenibile può realizzarsi soprattutto grazie alla diffusione di alcune tra le più tipiche tecnologie di *Industry 4.0*, come per esempio *Internet of things*, il *cloud* e l'intelligenza artificiale.

Gran parte delle innovazioni e delle tecnologie legate al nuovo paradigma tecnologico derivano dal concetto di digitalizzazione dell'economia, cioè l'uso dei dati che grazie all'*Internet of things* transitano tra macchine, imprese, consumatori, istituzioni pubbliche e danno vita al cosiddetto ciber spazio.

Infatti, il veicolo ibrido/elettrico ha bisogno, non tanto nella sua fase produttiva, quanto piuttosto nella fase del suo utilizzo, delle tecnologie digitali per massimizzare i vantaggi che la mobilità sostenibile comporta: connessioni tra le funzioni interne al veicolo, connessioni tra il veicolo e gli altri veicoli, connessioni tra il veicolo e l'infrastruttura di controllo/coordinamento, connessioni tra il veicolo e i servizi (assistenza, finanza, assicurazione, post-vendita, ecc.). Questo importante network di legami e di relazioni tecnologiche è possibile solo grazie all'interconnessione tra i sensori attivi sul mezzo di trasporto, quelli delle infrastrutture di controllo, dei *device* a disposizione dei consumatori, e quelli presenti in tutti i soggetti della complessa filiera della mobilità sostenibile.

Per tale motivo, merita ricordare le principali caratteristiche del paradigma *Industry 4.0* e come esse possano essere declinate nel modello di mobilità sostenibile.

Industry 4.0 è un paradigma tecnologico che rappresenta una sorta di quarta rivoluzione industriale (OECD, 2017), che segue l'avvento del telaio meccanico e dell'energia a vapore (XVIII sec.), del sistema tayloristico e dell'energia elettrica (XIX sec.), del PC e delle ICT (XX sec.).

Come indicato nella tabella 2, *Industry 4.0* si basa su un insieme di tecnologie integrate, soprattutto grazie all'ambiente internet, che consentono nuovi modelli di business e nuovi prodotti/servizi (Weiller *et alii*, 2015). Tra questi, la mobilità sostenibile trova sicuramente giovamento dalla presenza delle tecnologie di *Industry 4.0*, come si approfondirà in seguito.

Dal lato delle tecnologie, *Industry 4.0* utilizza *Internet of things*, *cloud computing*, *fog computing*, *additive manufacturing*, *cybersecurity*, *big data*, robotica avanzata, realtà aumentata, *wearable technology*, intelligenza artificiale. Si tratta essenzialmente di tecnologie già esistenti, che si stanno velocemente migliorando e, soprattutto, integrando tra loro. L'integrazione delle varie tecnologie origina un nuovo paradigma tecnologico che sfrutta in pieno tutte le potenzialità offerte da ogni tecnologia presa singolarmente.

Il nuovo paradigma tecnologico consente di implementare nuovi modelli di business, per offrire prodotti o servizi già esistenti, ma anche nuovi prodotti o servizi che fino a ieri non erano tecnologicamente realizzabili. Tra i nuovi modelli di business, quello della *sharing economy* è forse quello che avrà la maggiore influenza sulla diffusione della mobilità sostenibile, con la condivisione del mezzo di trasporto, ma anche il *pay-per-use* rappresenta un nuovo modo di utilizzare l'auto.

Tabella 2. Caratteristiche di *Industry 4.0*

<p>Tecnologie <i>Internet of things</i>, intelligenza artificiale, <i>cloud computing</i>, <i>fog computing</i>, <i>additive manufacturing</i>, <i>cybersecurity</i>, <i>big data</i>, robotica avanzata, realtà aumentata, <i>wearable technology</i></p>
<p>Effetti sull'economia</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Efficienza produttiva</i>: produttività impianti, saturazione impianti, migliore pianificazione, risparmio energia e materie prime. – <i>Nuova struttura industriale</i>: grandi imprese con la flessibilità tipica delle PMI; PMI con tecnologie open source; minore importanza per le economie di scala (anche esterne). – <i>Nuovi rapporti produttore-distributore-consumatore</i>: nel ciberspazio gli attori economici sono connessi tra loro e con i prodotti; aumenta la segmentazione del consumatore (personalizzazione); maggiore importanza del contenuto di servizio dentro il prodotto manufatto.
<p>Nuovi modelli di business <i>Sharing economy</i> (C2C), <i>Pay-per-use</i>, Disintermediazione della distribuzione (B2C), <i>Circular economy</i> e sviluppo sostenibile</p>

Come affermato, gran parte delle realizzazioni del modello di mobilità sostenibile sono possibili soprattutto grazie all'integrazione delle tecnologie di *Industry 4.0*.

Si pensi, in primo luogo, alle opportunità offerte da *Internet of things* nel connettere le parti del veicolo tra loro, gli stessi veicoli tra loro e i veicoli con le infrastrutture di sicurezza e controllo del traffico. La gestione efficiente del parco veicoli o la scelta del percorso migliore sono possibili

soprattutto grazie all'uso di *Internet of things*. Se a quest'ultima ci aggiungiamo l'intelligenza artificiale, si ottiene la tecnologia minima necessaria per la guida autonoma, che rappresenta un elemento importante dentro il modello di mobilità sostenibile proprio grazie ai risparmi che essa produce sui carburanti, sullo spazio occupato, sui chilometri percorsi, e così via.

La raccolta dei dati all'interno di ogni veicolo, grazie ai nuovi sensori, viene favorita dal loro salvataggio in *cloud* o nei *device* disponibili per il *fog computing*, e quindi dalla loro condivisione con i servizi di manutenzione programmata, revisione periodica, assicurazione, fornitura di energia, e con le autorità di controllo e sicurezza.

Ovviamente, ciò è possibile all'interno di un contesto di *cybersecurity*, che garantisca la tutela del dato e l'assenza di interventi ostili nei percorsi di guida, e di un contesto di raccolta e elaborazione dei big data prodotti dai veicoli e dal loro interagire con gli operatori della filiera. *Cloud*, *cybersecurity* e *big data* si integrano nel rispetto delle normative sulla privacy, come ha già stabilito il garante dell'Unione Europea per la privacy¹¹.

Anche all'interno della fase produttiva, le tecnologie di *Industry 4.0* consentono notevoli vantaggi per il modello di mobilità sostenibile che si sta velocemente sviluppando. Per esempio, la digitalizzazione della produzione favorisce una riduzione dei costi produttivi, perché aumenta l'uso di robot e i cobot¹² in linea e, soprattutto, nelle fasi di gestione delle forniture in *just-in-time* (magazzini automatici, logistica interna agli stabilimenti, ecc.). I guadagni in termini di efficienza produttiva sono notevoli e contribuiscono a ridurre i costi di produzione favorendo la domanda.

Infine, si segnala il ruolo, per ora marginale ma che sta crescendo velocemente, della realtà aumentata, che viene utilizzata sia nelle fasi della produzione e che in quelle dell'utilizzo del veicolo, come strumento di miglioramento dell'apprendimento, della qualità, della sicurezza e della fruizione del mezzo.

In sostanza, tutte le tecnologie abilitanti indicate nella tabella 2 trovano riscontro in un importante utilizzo dentro il modello di mobilità sostenibile, come indicato nella tabella 3.

Tabella 3: *Industry 4.0* e mobilità sostenibile

<p>Tecnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Internet of things</i>: connessioni delle funzioni/parti del veicolo, dei veicoli con altri veicoli, dei veicoli con il sistema di controllo/sicurezza del traffico, dei veicoli con i fornitori di servizi – <i>Cloud computing</i>: raccoglie i big data emessi dalle connessioni dei veicoli – Additive manufacturing: consente di personalizzare parti del veicolo – <i>Cybersecurity</i>: protegge le connessioni del veicolo da furti, manomissioni, privacy – Big data: grandi quantità di dati prodotti da consumatori, produttori, distributori, operatori vari, e che si utilizzano per finalità di produzione, controllo/sicurezza del traffico (es. progetto C-ITS europeo), servizi post-vendita, marketing, finanza, assicurazioni, sharing economy – Robotica avanzata: maggiore efficienza nella produzione – Realtà aumentata: per formazione e sicurezza alla guida, intrattenimento, ecc. – <i>Wearable technologies</i>: sicurezza guida – Intelligenza artificiale: sicurezza guida, efficienza traffico, fornitura servizi complessi
<p>Effetti sulla mobilità sostenibile</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Maggiore efficienza</i>: riduzione costi di produzione e di uso del mezzo, personalizzazione – <i>Nuova struttura industriale</i>: ingresso di nuovi operatori industriali, maggiore presenza di fornitori di servizi, integrazione produzione-servizi

¹¹ Il piano C-ITS (sistemi cooperativi di trasporto intelligente) della commissione UE cerca di alzare i livelli di sicurezza ed efficienza stradale nel rispetto della riservatezza degli automobilisti. Infatti, propone che i dati scambiati in automatico dalle automobili connesse non possano essere utilizzati per scopi diversi dalla sicurezza o dall'efficienza dell'uso del mezzo.

¹² I robot collaborativi che lavorano a fianco degli esseri umani, aiutandoli nelle mansioni più pesanti o ripetitive.

<p>– <i>Nuovi rapporti tra operatori: e-commerce</i></p> <p>Nuovi modelli di business</p> <ul style="list-style-type: none">– <i>Sharing economy</i>: uso dell'auto senza possesso, minori auto immatricolate, aumento della media di utilizzo dell'auto– <i>Pay-per-use</i>: assicurazioni, manutenzione e servizi pagati per km percorsi;– Disintermediazione della distribuzione: acquisto diretto dai produttori di auto personalizzata; acquisto/cessione di energia accumulata nell'auto– <i>Circular economy</i> e sviluppo sostenibile: riorganizzazione filiera automotive, migliore utilizzo del mezzo, minore inquinamento, valorizzazione rifiuti– <i>Gig economy</i>: nuovo mercato del lavoro nella filiera automotive

5 CONCLUSIONI

È chiaro che le ipotesi di un rapido cambio di paradigma della mobilità sostenibile si siano dimostrate errate. Ma dove sta l'errore: nella natura fondamentale della trasformazione in corso o nella previsione sui tempi di realizzo? In altre parole, dobbiamo aspettarci che lo status quo perduri o la situazione sta realmente cambiando?

Se si guarda ai quasi 100 milioni di auto convenzionali prodotte dai soliti *carmaker* e acquistate privatamente nel 2017, massima produzione di tutti i tempi, è difficile vedere qualsiasi traccia di cambiamento epocale in corso o imminente. E sappiamo che le automobili sono fatte per durare, e ciò significa che quello che viene venduto oggi condiziona i sistemi di mobilità in ciascun paese per almeno i prossimi quindici anni. Ma se si osservano le recenti previsioni formulate da diverse agenzie governative e soprattutto se si esaminano i programmi di sviluppo delle imprese della Silicon Valley, soprattutto in collaborazione con i produttori di auto, si potrebbe supporre che siamo sull'orlo di una serie di profonde trasformazioni che, secondo i guru, premierà il veicolo elettrico (ma non si sa se a batteria o *fuel cell*), sempre più connesso/autonomo, condiviso o meno, e prodotto da fabbriche altamente automatizzate e flessibili come ci prospetta l'adozione della fabbrica 4.0.

L'obiezione principale è che questo scenario sia già stato prospettato più volte nel passato. Ma nelle precedenti situazioni la prospettiva di cambiamento riguardava solo il tipo di motorizzazione, ma non il sistema di guida, che interessa maggiormente ai colossi dell'ICT, e il concetto di mobilità sostenibile, nell'accezione proposta in questo contributo.

E quest'ultima circostanza fa supporre che nel prossimo futuro vedremo circolare molte più auto connesse/autonome, anche se con motorizzazione tradizionale, piuttosto che veicoli elettrici. Con indiscutibili vantaggi per la mobilità nel suo insieme (Thomopoulos & Harrison, 2016).

La questione non è se le cose cambieranno grazie all'introduzione di nuove tecnologie digitali e all'inasprimento delle normative ambientali, ma come, a quale ritmo e con quali conseguenze. In altre parole, siamo di fronte a una rivoluzione con trasformazioni dirompenti o ad una evoluzione del paradigma esistente con modifiche incrementali e continue?

La seconda opzione sembra al momento prevalere per il semplice fatto che i tempi di diffusione e adozione sono purtroppo lunghi e il vincolo delle infrastrutture è consistente sia per l'auto elettrica sia per quella connessa/autonoma. Inoltre, i *carmaker* tradizionali continueranno ad avere un ruolo fondamentale. Ma le condizioni macroeconomiche possono evolvere e come la caduta del prezzo del petrolio nel 2014 ha di fatto bloccato lo sviluppo dell'auto elettrica in quegli anni, così una sua rapida crescita potrebbe cambiare drasticamente lo scenario di sviluppo.

L'ibrido diventa quindi lo strumento di progressivo avvicinamento della domanda e dell'offerta al veicolo pienamente elettrico del futuro. Grazie a questo passaggio intermedio, l'impatto sulla attuale *supply chain* potrebbe non essere distruttivo, ma bensì lento e progressivo, con la previsione che la *supply chain* tradizionale continuerà a produrre nell'attuale configurazione tecnologica, ma con dimensioni decrescenti nel tempo. Il ruolo della politica pubblica è pertanto quello di compensare questo lento, ma continuo, declino della struttura tradizionale con la nascita

e lo sviluppo di nuove attività, soprattutto manifatturiere, all'interno del nuovo modello produttivo. Si può addirittura ipotizzare un aumento dell'occupazione nella filiera nel primo periodo di transizione, quello in cui grazie allo sviluppo dell'ibrido si verifica la coesistenza della vecchia struttura industriale a cui si aggiunge anche l'occupazione generata dalle nuove attività (Malan, 2017).

Infine, come è emerso in questo contributo, la mobilità sostenibile si sviluppa anche grazie alle nuove tecnologie di *Industry 4.0*. Si crea infatti un sentiero di crescita comune: da una parte, la digitalizzazione della produzione e della società, dall'altra, il modello di mobilità sostenibile che prevede autoveicoli connessi tra loro e con le infrastrutture di sicurezza e controllo.

6 BIBLIOGRAFIA

- Aguiléa, A., & Grébert, J. (2014). Passenger transport mode share in cities: Exploration of actual and future trends with a worldwide survey. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 203–216.
- Automotive Megatrend Magazine, *The electric vehicles issue*, Q4, 2017, p. 17.
- Balacet, G., Commisso, G., & Calabrese, G. (2013). Structuring and restructuring Fiat-Chrysler: can two weak carmakers jointly survive in the new automotive arena? *International Journal of Automotive Technology and Management*, 13(2), 183–197.
- Begley, J., Berkeley, N., Donnelly, T., & Jarvis, D. (2016). National policy-making and the promotion of electric vehicles. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(3), 319–340.
- Borghei, B., & Magnusson, T. (2016). Niche experiments with alternative powertrain technologies: The case of electric city-buses in Europe. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(3), 274–300.
- Calabrese, G. (2012). Innovative design and sustainable development in the automotive industry. In Calabrese G. (ed.), *The greening of the automotive industry* (pp. 13–31). Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Calabrese, G. (2013). Industrial policies for sustainable mobility in the leading European automotive countries. In Stocchetti A., Trombini G., & Zirpoli F. (eds.) *Automotive in transition. Challenges for strategy and policy* (pp. 139–159). Venezia: Edizioni Ca' Foscari.
- Calabrese, G. (2015). Outlining policy responses to stimulate automotive car demand by environmental impact reduction. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(1), 55–68.
- Chen B., & Midler, C. (2016). The electric vehicle landscape in China: Between institutional and market forces. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(3), 248–273.
- Codani P., Le Portz P.L., Claverie P., Petit M., & Perez Y. (2015). Coupling local renewable energy production with electric vehicle charging: a survey of the French case. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(1), pp. 55–69.
- D'Arcier B.F., & Lecler Y. (2014). Promoting next generation vehicles in Japan: The smart communities and their experimentations. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 324–346.
- Dijk M., & Parkhurst G. (2014). Understanding the mobility-transformative qualities of urban park and ride policies in the UK and the Netherlands. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 246–270.
- Domański B., Guzik R., Gwosdz K., Koloś A., & Taczanowski J. (2016). European semi-periphery under environmental pressure: The case of urban public bus transportation and private bus-makers in Poland. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(3), 301–318.
- Donada C., & Attias D. (2015). Food for thought: which organisation and ecosystem governance to boost radical innovation in the electromobility 2.0 industry? *International Journal of Automotive Technology and Management*, 15(2), 105–125.

- Donada C., & Perez Y. (2015). Editorial Electromobility Challenging Issues. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 15(2), 97–104.
- Donada C., & Perez Y. (2016). Editorial: Electromobility at the crossroads. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(1), 1–15.
- Donada C., & Perez Y. (2016). Editorial: Electromobility at the crossroads. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 18(3), 179–186.
- Donati A., & Petracchini F. (2015). *Muoversi in città: esperienze e idee per la mobilità nuova in Italia*. Milano: Edizioni ambiente.
- EU Commission. *Gear 2030*, October 2017. <http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/141562/GEAR%202030%20Final%20Report.pdf>
- Eurelectric (2015). *Smart Charging: Steering the Charge, Driving the Change*, <https://www3.eurelectric.org/media/171778/mcgrath.pdf>
- Fojcik, T.M., & Proff, H. (2014). Accelerating market diffusion of battery electric vehicles through alternative mobility concepts. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 347–368.
- Haugneland, P., & Kvisle, H. H. (2015). Norwegian electric car user experiences. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 15(2), 194–221.
- Hildermeier, J. (2016). Which role should the electric car play in Europe's cities? An analysis of publicly funded demonstration projects 2007-2013. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(1), 90–107.
- International Energy Agency (2016). *Global EV Outlook*, IEA /OECD Publications. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf
- International Energy Agency (2017). *Global EV Outlook*, IEA /OECD Publications. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf>
- Kempton, W., Perez, Y., & Petit, M. (2014). Public Policy Strategies for Electric Vehicles and for Vehicle to Grid Power. *Revue d'Économie Industrielle*, 148, 263–291.
- Le Vine, S. (2014). A Pareto-efficient market-clearing mechanism for shared-mobility systems. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 271–285.
- Lindloff, K., Pieper, N., Bandelow, N. C., & Woisetschläger, D.M. (2014). Drivers of carsharing diffusion in Germany: An actor-centred approach. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 217–245.
- Malan, A. (2017). Labor gain and strain loom from EV shift. *Automotive News Europe*, September. <http://www.autonews.com/article/20170924/BLOG15/170909815>
- Moretti, A., & Zirpoli, F. (2017). *Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2017*. Venezia: Edizioni Ca Foscari. http://edizionicafoscari.unive.it/media/pdf/books/978-88-6969-193-5/978-88-6969-193-5_XKMMLJK.pdf
- Newman, D., Wells, P., Donovan, C., Nieuwenhuis, P., & Davies, H. (2014). Urban, sub-urban or rural: Where is the best place for electric vehicles? *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 306–323.
- OECD (2017). *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. Paris: OECD Publishing.
- Pardi, T., & Calabrese, G. (2017). Editorial. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 17(2), 117–122.
- Pardi, T., & Calabrese, G. (2018). Editorial. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 18(2), 75-80.
- Proff, H., & Fojcik T. M. (2016). Pricing and commercialisation of electric mobility – Dealing with high market uncertainty. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(1), 30–54.
- Ruhrort, L., Steiner, J., Graff, A., Hinkeldein, D., & Hoffmann, C. (2014). Carsharing with electric vehicles in the context of users' mobility needs – Results from user-centred research from the BeMobility field trial (Berlin). *International Journal of Automotive Technology and Management*, 14(3-4), 286–305.

Thomopoulos, N., & Harrison, G. (2016). An ethical assessment of low carbon vehicles using cost benefit analysis. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(3), 227–247.

Venezia, E. (ed.) (2011). *Urban sustainable mobility*. Milano: Franco Angeli.