

L'automotive verso la sostenibilità ambientale.
Qualche valutazione su Cina, Europa e Italia.

di

Luca Beltrametti (Università di Genova) e
Corrado La Forgia (General Manager VHIT-Weifu, Vice-Presidente Federmeccanica)

INDICE

- 1. Produrre un'auto elettrica è diverso dal produrre un'auto tradizionale**
- 2. I recenti successi dell'auto cinese**
 - 2.1. Cronaca di un sorpasso**
 - 2.2. Il protagonista emblematico del sorpasso: BYD**
 - 2.3. Le politiche pubbliche di sostegno alla domanda delle auto elettriche**
- 3. Qualche considerazione circa l'approccio europeo alla transizione**
 - 3.1. La neutralità tecnologica è reale?**
 - 3.2. Il percorso verso l'elettrico è realistico e sostenibile?**
 - 3.3. L'Europa ha perso la partita?**
- 4. Italia, che fare? Qualche proposta**

Riferimenti bibliografici

1. Produrre un'auto elettrica è diverso dal produrre un'auto tradizionale

Il motore elettrico ha abbattuto le barriere

Nella storia dell'auto, a più riprese, si è ritenuto di essere ormai davanti a un prodotto "maturo", per esempio: i) nei primi anni '70, salvo poi scoprire che la crisi petrolifera avrebbe posto straordinarie sfide di efficientamento; ii) alla fine degli anni '80, salvo poi scoprire che l'elettronica avrebbe rivoluzionato la gestione dei motori; iii) negli anni '90, salvo poi scoprire che le problematiche dell'inquinamento (Euro 1 - Euro 6) ponevano ulteriori, difficili, sfide. In definitiva, l'asticella più e più volte è sembrata immobile e raggiunta ma ogni volta si è compreso che essa continuava inesorabilmente ad alzarsi. La necessità di affrontare queste sfide ha contribuito a consolidare nel tempo l'eccellenza dell'*automotive* occidentale.

Oggi ci troviamo davanti a un ulteriore grande "cambiamento" dai contorni non ancora del tutto definiti che riguarda le nuove forme di trazione; quella elettrica sarà prevalente. Tutto questo determinerà cambiamenti enormi nella struttura della leadership tecnologica e, di conseguenza, in quella di mercato.

Come è ben noto, la progettazione e la costruzione di veicoli con motore endotermico (ICE) costituisce una sfida di enorme complessità. Per molti anni tale tipologia di motore ha costituito un'eccellenza tecnologica saldamente in mano ai paesi occidentali, con l'Europa in posizione di leader.

Le progressive restrizioni alle emissioni inquinanti (Euro 1, Euro 2...) hanno reso necessaria una meccanica sempre più raffinata gestita da controlli elettronici sempre più sofisticati e con tolleranze sempre più basse: l'auto ha cessato di essere un prodotto puramente meccanico per divenire un prodotto "meccatronico" e la misura delle tolleranze è passata nel tempo dai decimi di millimetro ai micron. Man mano che venivano richieste prestazioni sempre più elevate, le tolleranze, i giochi sui componenti diventavano sempre più microscopici: questo determinava la necessità di una profonda conoscenza dei processi delle lavorazioni meccaniche e di quelli di assemblaggio.

A titolo di esempio, si pensi alle tolleranze necessarie per il funzionamento di un iniettore combustibile: per garantire la giusta portata, i cosiddetti giochi al suo interno devono essere in alcuni casi al di sotto del micron; ovviamente questo livello di accuratezza deve essere garantito per tutti i pezzi prodotti. In questi casi il controllo statistico di processo lascia il posto al controllo al 100% della produzione, ovvero a processi che misurano in tempo reale il singolo componente prodotto. Ciò implica che costruire milioni di pompe e iniettori di altissima precisione pone sfide nuove e richiede tecnologie e competenze molto sofisticate.

Negli ultimi decenni ciò ha consentito ai produttori occidentali, in particolare europei, di avere saldamente in mano la leadership tecnologica e, quindi, quella di mercato. Conoscenze profonde di fisica e chimica sono state incorporate nei processi ingegneristici in un arco di tempo lungo e questi saperi complessi sono sedimentati in modo pervasivo nella cultura

aziendale dell'*automotive* occidentale e nelle catene di fornitura. Una parte importante della manifattura italiana, trainata dalle specifiche tecniche sempre più stringenti imposte dai grandi costruttori, ha così raggiunto livelli di eccellenza assoluta.

Inoltre, nella grande tradizione automobilistica sportiva italiana, tedesca e giapponese il controllo sofisticato dei processi tecnologici è coniugato in modo raffinato con aspetti anche puramente estetici grazie al lavoro di straordinari designer e carrozzieri.

E' evidente che i produttori cinesi hanno compiuto progressi straordinari nelle tecnologie endotermiche e, in qualche misura, anche nel campo dello stile. Tuttavia per essi raggiungere una leadership nel campo dei motori endotermici sarebbe molto oneroso e, probabilmente, neanche in linea con le loro strategie di sviluppo di medio termine.

Un motore elettrico, invece, pur dovendo garantire *performances* sempre più elevate, ha una progettazione e una realizzazione molto più semplice in quanto deriva da tecnologie e ambiti già ampiamente sperimentati. Infatti, il motore elettrico per autoveicoli ha una storia che si intreccia con vari usi e applicazioni nel corso del tempo. Prima della loro prevalenza nelle automobili, i motori elettrici hanno trovato impiego in applicazioni industriali, nel trasporto ferroviario, in applicazioni navali, ecc. In particolare, i treni sono stati tra i primi veicoli di trasporto di massa ad adottare motori elettrici.

Queste applicazioni e lo sviluppo continuo della tecnologia dei motori elettrici, hanno contribuito significativamente alla loro adozione nelle automobili e aprono la strada a molta più concorrenza. La relativa "semplicità" costruttiva dei motori elettrici spiega perché oggi vi siano tante aziende, anche di piccole dimensioni, capaci di progettare e realizzare powertrain elettrici e spiega anche la relativa facilità di ingresso nel settore *automotive* elettrico di importanti imprese che si sono affermate in altri settori: BYD che proveniva dal settore delle batterie per cellulari (vedi più avanti) e, più recentemente, il produttore di *smartphone* Xiaomi. Un confronto sintetico tra motore a combustione interna e uno elettrico evidenzia i seguenti aspetti principali:

1. **Meno parti in movimento:** i motori elettrici hanno molte meno parti in movimento rispetto ai motori ICE. Un motore elettrico tipico ha pochi componenti chiave: in particolare, il rotore, lo statore, e i cuscinetti. Questo contrasta nettamente con la complessità di un motore ICE, che include pistoni, pompe, iniettori, alberi a gomito, valvole, alberi a camme e vari altri componenti meccanici. Da ciò discende una minore complessità meccanica dei motori elettrici.
2. **Design modulare:** i motori elettrici possono essere progettati in modo modulare. Ciò facilita la loro produzione e manutenzione. Questa modularità permette anche una facile scalabilità in termini di potenza e coppia per soddisfare diverse applicazioni semplicemente variando il numero di moduli-motore utilizzati. Al contrario, il motore a combustione interna esprime la performance in funzione della capacità di progettazione e ottimizzazione di ogni singolo componente nel sistema: le correlazioni tra pompa, iniettori, centraline,... sono complesse e gestibili solo dopo tanti anni di studio ed esperienza. Anche il tema delle emissioni implica la gestione di micro equilibri complessi nei quali ogni singolo elemento - pur microscopico - è determinante nella prestazione complessiva, specialmente in termini di emissioni.

In sintesi, si può dire che la produzione di un motore ICE di eccellenza richiede un complesso equilibrio di competenze in ambito chimico, fisico ed elettronico. Non esiste, in generale, la possibilità di scalare facilmente un ICE: per esempio, se si vuole un motore con potenza doppia non basta raddoppiare semplicemente tutte le componenti del motore di riferimento. Difficilmente si possono prendere componenti da altri motori, assemblarli e ottenere un risultato ottimale.

Al contrario, il motore elettrico, non avendo problemi legati alle emissioni, può concentrarsi sui parametri coppia, velocità, potenza,... ignorando tutta la chimica delle emissioni.

3. **Produzione e assemblaggio:** la produzione e l'assemblaggio di motori elettrici sono più semplici e quindi più facilmente automatizzabili rispetto ai motori ICE, grazie alla loro minore complessità e al minor numero di parti. Questo può portare a una riduzione dei costi di produzione e a tempi di assemblaggio più brevi. A ciò si associa anche una decisa riduzione nella manodopera necessaria: ad esempio, la produzione di un motore diesel richiede - a parità di potenza - un numero di addetti di circa 10 volte superiore a quelli necessari per la produzione di un motore elettrico.
4. **Manutenzione ridotta:** la semplicità costruttiva dei motori elettrici si traduce anche in minori esigenze di manutenzione rispetto ai motori ICE. Con meno parti soggette a usura e nessun bisogno di cambi olio, filtri, cinghie, o manutenzione del sistema di scarico, i motori elettrici possono offrire una maggiore affidabilità e tempi di inattività ridotti. Un discorso a parte merita certamente il tema della durata delle batterie dei veicoli elettrici.

Auto elettrica e guida autonoma

Le auto elettriche non hanno intrinsecamente maggiori possibilità di guida autonoma rispetto alle auto a combustione interna, ma ci sono alcune ragioni per cui i produttori di auto elettriche potrebbero essere più avanti nella tecnologia di guida autonoma. Tali auto sono costruite su piattaforme concepite ex-novo e possono quindi essere progettate sin dall'inizio per integrare tecnologie avanzate, inclusi appunto i sistemi di guida autonoma (sensori, cablaggi, centraline di controllo, ecc). In altri termini, le esigenze poste dalla progettazione della componente elettrica e quelle poste dalla guida autonoma possono essere gestite congiuntamente e simultaneamente. E' più semplice fare ciò "partendo da un foglio bianco" piuttosto che adattando a nuove esigenze un veicolo ICE con un'architettura complessiva consolidatasi nel corso degli anni.

Inoltre, i produttori di auto elettriche, come Tesla e i maggiori costruttori cinesi, hanno una estrazione culturale e mentalità diversi dai produttori storici di autoveicoli: hanno spesso un forte orientamento tecnologico e investono significativamente in ricerca e sviluppo, compresa la guida autonoma. Non stupisce quindi l'interesse di Apple e Google per il tema.

Coerentemente con quanto sin qui detto, la Cina ha dichiarato di perseguire l'obiettivo di raggiungere la leadership sia nel campo delle auto elettriche a batteria sia nello sviluppo della

guida autonoma, grazie anche ai massicci investimenti e studi sulla intelligenza artificiale.

In buona sostanza lo sviluppo dell'auto elettrica ha abbattuto la barriera legata all'estrema complessità tecnologica del motore a combustione, aprendo, nei fatti, la strada a nuove leadership di mercato.

Sia i veicoli a propulsione elettrica sia quelli con motori endotermici avranno sempre più bisogno di elettronica e software e ciò avvantaggerà nuove aziende che si affacciano sul mercato con una esperienza di sviluppo software. Per esempio, de Meo (2024) prevede che l'incidenza del software sul costo di un'auto sia destinata a raddoppiare tra oggi e il 2030 passando dal 20% al 40%: il mercato del software per la mobilità dovrebbe triplicare entro il 2030, superando i 100 miliardi di dollari.

Oggi, quindi, la leadership di mercato passa nelle mani di chi ha materie prime per batterie e circuiti elettronici. La conquista della *leadership* passerà sempre meno dalla capacità di "gestire i micron" e sempre di più dalla capacità di "gestire bytes, silicio e la chimica delle batterie.

2. I recenti successi dell'auto cinese

2.1 Cronaca di un sorpasso

Negli ultimi 3 decenni la performance del settore automotive cinese è stata straordinaria.

Si consideri che nel 1998 il numero di auto prodotte in Cina rappresentava (dati OICA) meno del 40% del numero di auto prodotte in Italia e, rispettivamente, il 4%, il 6% e il 10% delle auto prodotte nell'Europa a 15 (EU15), in Giappone e negli USA.

La rapidità del sorpasso è impressionante: solo 5 anni dopo, nel 2003, la produzione cinese di auto supera quella italiana, nel 2006 quella degli USA, nel 2007 quella tedesca, nel 2008 quella giapponese e nel 2010 quella complessiva EU15. Dal 2009 la Cina è quindi il più grande paese produttore di auto al mondo.

Nel 2022 il numero di auto prodotte in Cina era oltre 50 volte il dato italiano, quasi 7 volte la produzione tedesca, 2,8 volte la produzione EU15 e oltre 13 volte la produzione USA. Nel 2023 in Cina sono state prodotte oltre 30 milioni di auto (CAAM).

Certamente questa straordinaria dinamica è in qualche misura riconducibile alla contemporanea crescita del peso complessivo della Cina sull'economia mondiale: tra il 1998 e il 2022 il PIL cinese a parità di potere d'acquisto (fonte IMF) passa da essere meno di 2 volte ad essere quasi 10 volte di quello italiano; analogamente, il PIL cinese nel periodo passa da essere meno di $\frac{1}{3}$ del PIL USA a essere del 20% superiore. Nella dinamica del sorpasso cinese nel settore della produzione di auto c'è quindi qualcosa di straordinario anche se valutata all'interno dell'eccezionalità della dinamica complessiva dell'economia cinese.

Si noti anche che se, anziché considerare il mero numero di auto prodotte, si passasse a considerare il valore della produzione la dinamica del sorpasso sarebbe probabilmente ulteriormente accentuata dato che la differenza di prezzo e di qualità tra auto cinesi e auto occidentali si è certamente ridotta.

Se concentriamo l'attenzione sul 2023 (dati CAAM), primo anno dopo la cessazione delle politiche "zero Covid", emerge una capacità produttiva imponente e variegata: a fronte di una produzione complessiva di oltre 26 milioni di auto, i veicoli con motore endotermico ICEs rappresentavano la stragrande maggioranza (circa 17 milioni, oltre il 65,2%), i veicoli elettrici a batteria BEV erano in seconda posizione (6,2 milioni, quasi il 23,9%) e i veicoli ibridi PHEV erano la componente meno numerosa (circa 3 milioni, circa l'10,9% del totale). Tra il 2022 e il 2023 il peso relativo dei veicoli endotermici cala dal 71,9% al 65,2%, il peso relativo dei veicoli BEV aumenta (dal 21,5 al 23,9%). Si noti tuttavia che il peso relativo dei veicoli ibridi PHEV aumenta ad un tasso maggiore rispetto ai veicoli BEV: passa dal 6,6% al 10,9% del totale. Nel 2024 la tendenza all'affermazione dei veicoli ibridi PHEV continua: nel primo trimestre le vendite di ibridi e elettrici a batteria sono cresciute rispetto all'anno precedente dell'81,2% e del 13,3%, rispettivamente.

L'export

La Cina è oggi il più grande paese esportatore di auto al mondo: l'export cinese, che solo nel 2018 era $\frac{1}{4}$ di quello giapponese, nel 2023 ha raggiunto i 5,3 milioni di veicoli contro i 4,3 del Giappone. La bilancia commerciale del settore *automotive* da un deficit di \$31 miliardi del 2020 è passata a un surplus di \$7 miliardi del 2022. Anche in conseguenza di ciò, per la prima volta nella storia, nel dicembre 2022 la bilancia commerciale del settore *automotive* in Europa ha registrato un deficit. Quest'ultimo dato ha richiamato, con drammatico ritardo, l'attenzione delle istituzioni europee sul declino assoluto e relativo dell'*automotive* in Europa.

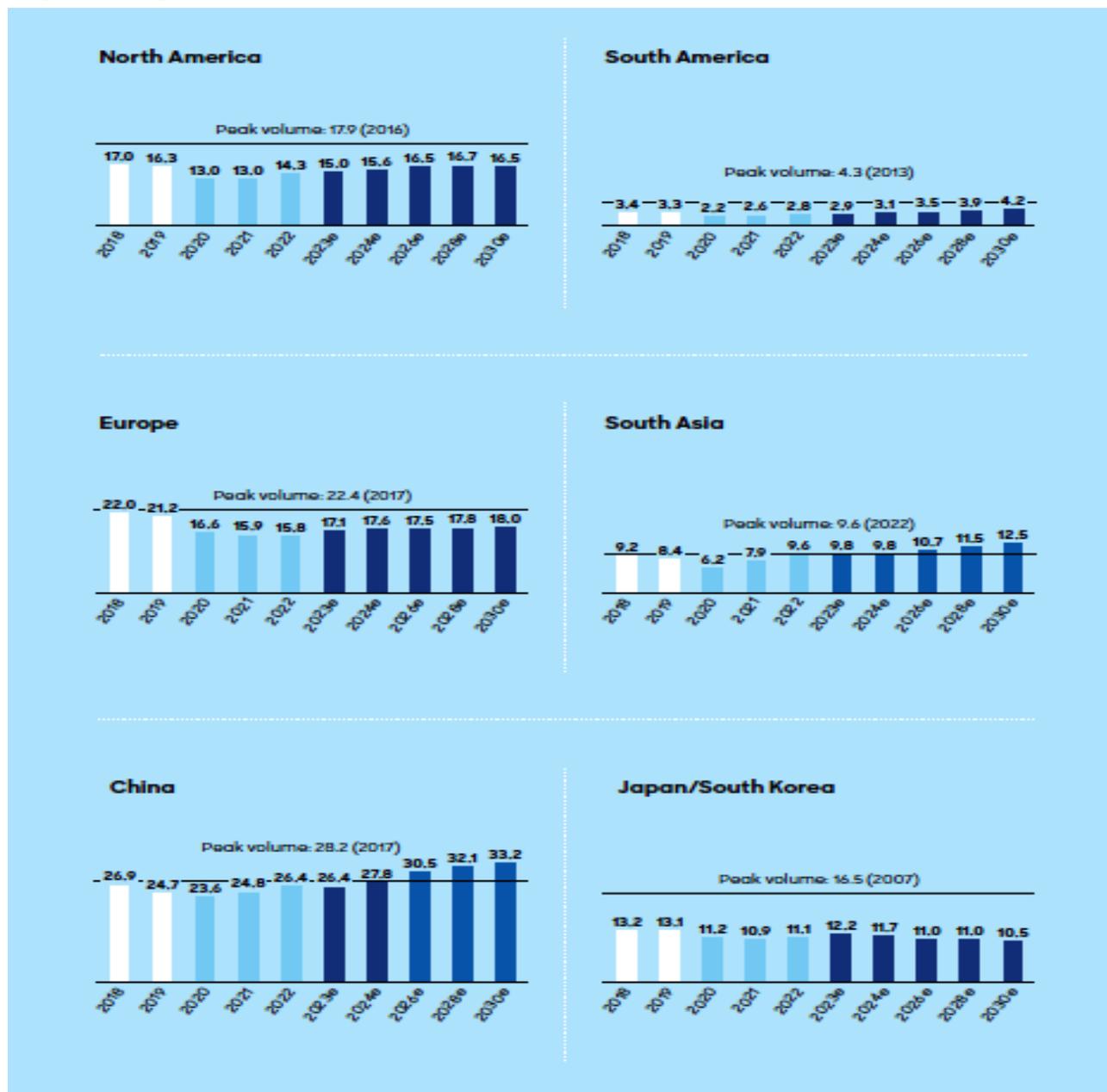
Si noti che (fonte CAAM) nel mese di dicembre del 2023 in Cina sono state prodotte circa 2,7 milioni di auto: proiettando questo dato mensile su base annua si ottiene una produzione ipotetica di oltre 32,5 milioni di auto, circa il 24,8% in più della produzione complessiva cinese del 2023 (26 milioni): esiste dunque già oggi una notevole capacità potenziale di espandere i livelli produttivi¹.

Se il mercato interno non sarà in grado di assorbire questa enorme capacità produttiva, la pressione all'esportazione di veicoli cinesi diventerà sempre più forte. Si tenga a questo proposito presente che non esistono facili scorciatoie per l'Europa: una chiusura all'import di auto cinesi esporrebbe i produttori europei al fondato rischio di *retaliation* da parte delle autorità cinesi. In particolare, la quota di mercato cinese dei produttori europei è passata tra il 2019 e il 2023 dal 28% al 21% (vedi Figura 1). Pur in questa tendenza sfavorevole il gruppo VW (Volkswagen + Audi) è stato nel 2023 il primo venditore in Cina (Figura 2) con una quota di mercato complessiva del 13,3% contro l'11,8 di BYD. BMW è l'unico altro costruttore europeo nella Top 10 con una quota del 3,2% del mercato. VW nel 2023 ha realizzato in Cina circa un terzo del proprio fatturato globale vendendo circa 3 milioni di veicoli. E' quindi evidente che da un'ipotetica guerra commerciale nel settore *automotive* con la Cina l'Europa ha molto da perdere: la Cina è oggi in grado di sostituire grande parte delle auto prodotte in Cina da marchi europei.

Se invece facciamo riferimento ai soli veicoli elettrici (Figura 3) emerge un quadro assai diverso con Volkswagen che nelle vendite del gennaio 2024 scende al 6° posto (4,21%) ed è l'unico marchio europeo tra i primi 10 (Figura 4). E' palese una grande difficoltà dei produttori europei a mantenere le posizioni nel comparto della nuova mobilità elettrica.

¹ Tale nostra stima è coerente con i dati di Roland Berger - Lazard (2023) che stimano un volume di produzione di auto cinesi superiore al picco storico già nel 2024; al contrario Europa, Usa, Giappone Corea non torneranno più ai livelli produttivi massimi del passato.

Figura 1: produzione di auto nel mondo



Source: IHS, Roland Berger/Lazard

Figura 2

Top-Selling Brands in China in 2023				
CarNewsChina.com				
Rank	Brand	Sale	YoY Change	Share
1	BYD	2,571,109	+43.3%	11.85%
2	Volkswagen	2,228,635	-0.2%	10.27%
3	Toyota	1,702,773	-3.8%	7.84%
4	Honda	1,193,019	-12.3%	5.50%
5	Changan	962,061	-3.5%	4.43%
6	Geely	914,752	+9.6%	4.21%
7	Wuling	843,103	+7.8%	3.88%
8	BMW	705,163	+7.8%	3.25%
9	Nissan	687,110	-14.3%	3.17%
10	Audi	664,607	+11.3%	3.06%
Whole Market		21,706,000	+5.6%	100%

Figura 3

Top-Selling Brands in China in 2024.01				
CarNewsChina.com				
Rank	Brand	Sale	YoY Change	Share
1	Volkswagen	209,476	+41.5%	10.29%
2	BYD	191,122	+43.4%	9.39%
3	Toyota	141,689	+35.1%	6.96%
4	Changan	130,408	+52.7%	6.41%
5	Honda	129,638	+102.6%	6.37%
6	Geely	120,019	+72.6%	5.90%
7	Wuling	73,064	+43.4%	3.59%
8	BMW	68,873	+21.3%	3.38%
9	Chery	62,178	+192.5%	3.06%
10	Nissan	58,575	+43.0%	2.88%
Whole Market		2,035,000	+57.4%	100%

Figura 4

Top-Selling Pure EV Brands in China in 2024.01			
CarNewsChina.com			
Rank	Brand	Sale	Share
1	BYD	98,423	26.18%
2	Tesla	39,881	10.61%
3	Wuling	27,557	7.33%
4	Aion	21,115	5.62%
5	Changan	19,472	5.18%
6	Volkswagen	15,828	4.21%
7	Zeekr	12,537	3.33%
8	Geely	11,876	3.16%
9	Nio	10,055	2.67%
10	Leap	8,849	2.35%
Whole Market		376,000	100%

Dal catch-up negli ICEs al sorpasso nei BEV

Il successo della Cina nel campo delle auto elettriche è, se possibile, ancora più clamoroso: nel 2023 sono state vendute oltre 6 milioni di auto elettriche a batteria (BEV) (+22% rispetto al 2022); nell'anno la Cina ha prodotto oltre 9 milioni di veicoli elettrici (BEV+PHEV) contro i 3,3 e 1,6 milioni prodotti, rispettivamente, in Europa e Nord America (fonte CAAM e BloombergNEF, 2023).

La strategia cinese per recuperare il grave ritardo tecnologico nel settore delle auto con motore termico (ICE) ha avuto varie articolazioni: privatizzazione del settore, grandi investimenti in R&D e alleanze strategiche con imprese leader occidentali. Come è noto infatti, per le imprese occidentali è possibile produrre auto in Cina solo nell'ambito di cooperazione con imprese locali. Questo ha consentito una rapida diffusione di competenze e conoscenze tecnologiche che - anche attraverso le reti locali di fornitura - ha innalzato la qualità delle produzioni locali.

Tale strategia, come è noto, ha incontrato il favore delle grandi imprese automobilistiche europee dal momento che questa opzione - pur limitante - ha comunque permesso loro di partecipare alla grande crescita del mercato locale.

I produttori cinesi, pur avendo recuperato in larga misura (o totalmente) il ritardo tecnologico rispetto ai produttori occidentali di ICEs, si sono probabilmente trovati di fronte all'impossibilità di compiere un vero e proprio "sorpasso tecnologico" nei loro confronti. Tante sono infatti le competenze e le eccellenze dei produttori europei e americani e sarebbe stato forse impossibile trovare un punto di forza genuinamente cinese che permettesse loro di effettuare tale sorpasso.

Al contrario, nel settore emergente delle auto elettriche a batteria (BEV) sussistevano le condizioni per un sorpasso che è stato in effetti realizzato. Tali condizioni sono molteplici: i) la minore complessità tecnologica dei veicoli elettrici; ii) l'assenza di un'eccellenza assoluta occidentale nel campo delle batterie; iii) la capacità cinese di accedere ad approvvigionamenti a basso prezzo di materie prime che gli europei non hanno; iv) la maggiore rilevanza dell'elettronica nei veicoli elettrici; v) la possibilità di sfruttare, anche grazie a una politica economica intelligente, le enormi dimensioni del mercato interno e la presenza di agglomerati urbani di eccezionale estensione e concentrazione.

Il mancato riconoscimento di una supremazia occidentale nel campo delle auto elettriche può forse spiegare la decisione da parte del governo nel 2017 di non estendere a Tesla l'obbligo di avere un partner locale per poter produrre auto sul territorio cinese. Tesla in effetti inaugura il proprio impianto in Cina nel 2019 senza partner locali.

2.2 Il protagonista emblematico del sorpasso: BYD

L'impresa cinese BYD interpreta in modo davvero paradigmatico la metafora del "sorpasso" dell'auto elettrica cinese rispetto a quella occidentale.

Fondata nel 1995 da Wang Chuanfu laureato in chimica allora ventinovenne, BYD inizia la sua attività producendo batterie per cellulari; in 7 anni arriva a realizzare il 65% della produzione mondiale. Da questa eccellenza nel campo delle piccole batterie per cellulari la produzione si estende rapidamente anche alle batterie per auto elettriche.

Nel 2003 BYD entra nel settore *automotive* acquisendo Xi'an Qinchuan Automobile, vecchia azienda pubblica in difficoltà e dando vita a BYD Auto; un caso del destino vuole che il 2003 sia anche l'anno di fondazione di Tesla.

Nel 2005 esce sul mercato la prima auto a marchio BYD e già nel 2008 la prima auto plug-in; un anno dopo esce la prima auto elettrica a batteria (BEV) e anche un BUS elettrico (range>300 km con una carica).

Già nel 2007 lo sforzo interno nella produzione di componenti elettronici giustifica lo *spin-off* di BYD Electronics.

Nel 2010 BYD forma una *joint venture* con Daimler e nel 2014 un PHEV di BYD è il veicolo ibrido più venduto in Cina.

Dopo avere a lungo investito prioritariamente nella componente tecnologica, nel 2016 il reclutamento di W. Egger (ex Alfa Romeo, Audi, Seat) come capo del design segnala la

consapevolezza di BYD circa la necessità di curare aspetti estetici per sfondare non solo sul mercato cinese ma anche sui mercati occidentali.

Lo sbarco in Europa avviene infatti 5 anni dopo, nel 2021 con le prime vendite in Norvegia, certamente il mercato europeo più promettente in tema di auto elettriche, grazie a grandi incentivi pubblici per i consumatori e all'assenza di produttori locali.

Nel 2022 BYD cessa la produzione di auto con trazione totalmente endotermica segnando una specializzazione verso la mobilità elettrica.

Nel I° trimestre 2023 BYD sorpassa VW quale marchio più venduto in Cina; nell'ultimo trimestre del 2023 BYD ha venduto 1,6 milioni di veicoli elettrici superando Tesla e lasciando a grande distanza i produttori europei (il primo tra questi, il gruppo VW ha venduto meno di 400.000 auto elettriche).

Tra il 2020 e il 2023 le vendite globali aumentano di 7 volte (da 427.302 a 3.024.417 veicoli)

Nel Dicembre 2023 viene annunciata la costruzione di uno stabilimento di produzione in Ungheria (Szede) confermando l'intenzione di raggiungere il mercato europeo non solo con veicoli prodotti in Cina e importati via mare (nel gennaio 2024 entra in funzione la prima nave *roll-on/roll-off* di proprietà BYD per l'esportazione di veicoli in Europa) ma anche con veicoli prodotti all'interno della Comunità Europea.

La rapidità delle decisioni, la capacità di realizzare alleanze strategiche e il coraggio di intraprendere strade nuove sono caratterizzano la storia di BYD; la filosofia "*R&D first*" è comunque al centro di tutta l'azione di questi decenni. La caratteristica forse più peculiare di BYD è tuttavia la verticalizzazione dei processi. Per esempio Wu e Wang (2024) mostrano che il 75% dei componenti di una BYD *Seal* è prodotto da imprese del gruppo contro il 68% dei componenti di una Tesla Model 3 prodotta negli USA, il 46% di una Tesla Model 3 prodotta in Cina e il 35% dei componenti di una VW ID.3 prodotta in Germania. Per questi quattro modelli la quota di componenti comprata esternamente sul mercato internazionale è dell'8%, del 32% del 3% e del 62%, rispettivamente. La quota residua di componenti è invece acquistata presso imprese cinesi esterno al gruppo (17%, 0%, 51% e 3%, rispettivamente).

Byd è oggi attiva in 4 grandi aree di attività: *automotive*, treni, elettronica e batterie.

La recente indagine condotta dalla Commissione europea ha preliminarmente concluso che BYD ha beneficiato di aiuti di stato ma è innegabile che se tali aiuti vi sono effettivamente stati, essi sono stati utilizzati in modo molto efficace. Sarebbe peraltro pretestuoso imputare i successi di BYD esclusivamente a tali aiuti.

Ciò conferma che se le risorse sono utilizzate per efficaci progetti di ricerca e sviluppo si riesce a conquistare la leadership. Il successo di BYD non dipende certo solo dal minor costo della manodopera in Cina ma dall'uso intelligente delle capacità creative dei lavoratori ("*testadopera*").

La scelta di BYD di concentrarsi su veicoli *BEV* e *PHEV* è certamente coraggiosa ma espone l'azienda a rischi a fronte di eventuali rallentamenti nel processo di elettrificazione.

Anche in Cina la grande diffusione delle auto elettriche è comunque concentrata in poche grandi città: in 9 importanti aree urbane² nelle quali vive il 9,7% della popolazione totale cinese si concentra il 64% delle vendite di veicoli elettrici. E' certamente possibile immaginare

² Pechino, Shanghai, Guangzhou, Shenzhen, Hangzhou, Tianjin, Guiyang, Shijiazhuang e Hainan.

uno sviluppo dell'auto elettrica anche in contesti diversi ma ciò non è stato ad oggi dimostrato.

In Europa la transizione verso l'elettrico - almeno così come disegnata dalle norme europee vigenti - pone questioni ad oggi irrisolte di sostenibilità economica, industriale e sociale: il prezzo dei veicoli elettrici rimane elevato e il tessuto industriale *automotive* europeo ha difficoltà importanti a convertirsi in tempi così stretti. Inoltre, il processo di costruzione di infrastrutture di ricarica è ad oggi in grave ritardo e in ritardo sono anche il potenziamento della rete elettrica e il suo ribilanciamento in favore delle fonti rinnovabili.

Negli USA si pongono questioni simili a quelle europee con l'aggiunta di problematiche di natura addirittura ideologica: si noti a questo proposito che uno studio recente (Davis et al 2023) evidenzia una forte e duratura correlazione tra l'orientamento politico prevalente nelle diverse contee degli USA e l'adozione dei veicoli elettrici. Nel periodo 2012-22 circa la metà di tutti i veicoli elettrici è stato venduto nel 10% delle contee con la più alta incidenza di voto per i Democratici e circa un terzo è andato al 5% delle contee con l'incidenza più alta di voto per il partito Democratico.

I dazi del 100% all'importazione negli USA di auto elettriche cinesi chiude il mercato americano a BYD che sarà probabilmente costretta a considerare l'apertura di uno stabilimento negli USA in Messico per accedere al mercato.

BYD è invece il produttore cinese che ha subito i dazi più bassi tra quelli imposti provvisoriamente nel giugno 2024 dalla Commissione Europea³; un recente studio dell'Italian Trade Agency (2024) nota che BYD sta operando in Europa con margini elevatissimi: per esempio il modello "Atto 3" costa in Italia a circa €38.000 mentre in Cina è venduto a circa €15.400. Il Financial Times afferma che BYD ha attualmente margini superiori al 20% e che, assumendo che la tariffa sia traslata solo per il 50% sui consumatori, BYD conserverebbe un margine netto dell'8,6%. Anche dopo le sanzioni BYD continuerebbe quindi ad essere molto più competitiva dei competitori europei.

Alla luce delle considerazioni qui svolte non stupisce quindi che molti importanti gruppi *automotive* occidentali (es. Daimler Benz, Ford e GM) abbiano recentemente annunciato un ridimensionamento e un rallentamento nella propria transizione all'elettrico conservando più a lungo un'offerta di prodotti diversificata.

³ La Commissione ha imposto tariffe (ulteriori rispetto all'attuale tariffa del 10%) differenziate su 4 livelli: a) 17,4% per BYD; b) 20% per Geely; c) 21% per un vasto gruppo di produttori definiti "cooperanti" (tra i quali BMW Brilliance Automotive, Dongfeng, Great Wall, Leapmotor, NIO, Tesla China...); d) 38,1% per SAIC e altri produttori.

2.3 Le politiche pubbliche di sostegno alla domanda delle auto elettriche cinesi⁴

Politiche tempestive e organiche

La Cina introduce i primi incentivi all'acquisto di auto elettriche nel 2009 subito dopo gli USA e prima dei principali paesi europei; 4 anni prima dell'Italia, 6 anni prima della Germania. Anche nel caso della transizione verso l'auto elettrica il governo cinese adotta un approccio sperimentale e graduale. Con l'espressione "attraversare il fiume tastando le pietre" (摸着石头过河)⁵ ci si riferisce all'idea che per compiere con successo una transizione è opportuno tentare strade diverse verificando la solidità (e la scivolosità!) delle pietre sulle quali si poggiano i piedi. Tradotto nel caso dell'auto elettrica, questo approccio si traduce in una sequenza di interventi nel tempo con una progressiva "messa a fuoco delle politiche", un graduale allargamento territoriale della platea dei destinatari delle politiche e un ampliamento degli strumenti di politica economica utilizzati. Il numero delle città coinvolte passa dalle 12 nel 2009, 25 nel 2011, 39 nel 2013 per arrivare nel 2015 a incentivi monetari su base nazionale (Li et al 2018 e Liu et al 2023).

Public procurement

L'acquisto da parte di soggetti pubblici ha il duplice effetto di sostenere direttamente la domanda di un bene e di dimostrarne al grande pubblico le qualità. Nel caso specifico, l'acquisto di mezzi pubblici elettrici sostiene la domanda di tali veicoli nelle fasi iniziali dello sviluppo di tali produzioni e "dimostra" ai cittadini che tali veicoli sono funzionali e sicuri. I programmi all'inizio (2009) erano concentrati sull'acquisto di veicoli e bus da parte del settore pubblico e solo successivamente (giugno 2010) gli incentivi sono stati estesi agli acquisti del settore privato. Già nel 2017 (De Podestà et al 2023) il 100% della flotta di bus pubblici di Shenzhen era elettrico (PHEV e BEV per un totale di oltre 16.000 veicoli). Si stima (Liu et al 2023) che alla fine del 2020 soggetti pubblici cinesi avessero acquistato un totale di 550.000 veicoli elettrici (auto, bus e veicoli speciali per la raccolta dell'immondizia...). Il ruolo della pubblica amministrazione quale acquirente e dimostratore della tecnologia è stato molto importante in Cina mentre in Europa tale ruolo è stato marginale; per esempio, in Italia a fronte di circa 37.300 auto di proprietà di pubbliche amministrazioni solo meno di 1.200 (circa 3%) sono elettriche e il 70% del totale è di livello euro 4 o inferiore.

⁴ I contenuti di questo paragrafo riprendono quelli di Osservatorio Nazionale Automotive (2023), capitolo "Politiche di sostegno alla domanda di auto elettriche in Cina" curato da Luca Beltrametti. La ricerca è stata presentata il 17/11/23 al Futur motive di Bologna. Questi contenuti sono in parte ripresi anche in L. Beltrametti, E. Di Maria e X. Wang (2024).

⁵ L'espressione è attribuita a Deng Xiaoping.

Incentivi finanziari

Gli incentivi finanziari sono attivi sia a livello statale sia regionale ma nel 2015 il ruolo dei governi regionali è stato limitato stabilendo che essi non possano offrire sussidi di importi superiori al 50% di quelli statali.

I sussidi finanziari (vedi sotto) sono progressivamente parametrati rispetto ad “asticelle tecnologiche” via via più elevate e prendono in considerazione un insieme di parametri tecnologici sempre più ampio e dettagliato. Solo veicoli assemblati Cina possono accedere agli incentivi finanziari (Allianz Research, 2023); la Cina adotta quindi una politica protezionistica che cerca di includere incentivi volti al raggiungimento di livelli crescenti di eccellenza tecnologica. L'effetto congiunto di un rigido protezionismo e di una pressione sui produttori per un innalzamento dei livelli tecnologici dei veicoli elettrici ha fatto sì che i brand nativi cinesi abbiano conquistato all'inizio del 2024 oltre l'85% del mercato dei veicoli elettrici (vedi Grafico 4).

Gli incentivi sono pagati direttamente ai consumatori sotto forma di rimborso a fronte dell'acquisto di veicoli rientranti in una lista di anno in anno predisposta dal ministero e sono parametrati rispetto a livelli di efficienza del veicolo con un'asticella tecnologica per avere accesso agli incentivi che viene progressivamente alzata (Li et al. 2018).

Nella prima fase (2009-12) sono introdotti incentivi per i veicoli ibridi che sono crescenti rispetto alla capacità del veicolo di ridurre il consumo di carburante⁶: essi passano (con 5 fasce⁷) da ¥50.000 (circa €6.500) a ¥4.000 (circa €500) per veicoli che garantiscano, rispettivamente più del 40% e tra il 5% e il 10% di risparmio di carburante. L'incentivo arrivava a ¥60.000 e ¥250.000, rispettivamente per le auto *full electric* e per le auto *fuel cell* ad idrogeno.

Nel periodo successivo (2013-15) gli incentivi cessano di essere parametrati al minor consumo di carburante e sono invece parametrati al numero di km percorribili con una carica di energia elettrica. L'incentivo ovviamente aumenta con la percorrenza chilometrica e si articola in tre fasce⁸: nel 2013 variano da ¥35.000 (circa €4.500) per i veicoli *full electric* con percorrenza tra 80 e 150 km per ricarica a ¥60.000 (circa €7.800) per i veicoli con più di 250 km per ricarica. I *veicoli ibridi plug-in* (PHEV) ricevono ¥35.000 a condizione che siano in grado di percorrere in modalità *full electric* almeno 50 km⁹. Gli importi di tali incentivi si riducono in percentuali comprese tra il 27% e il 43% tra il 2013 ed il 2017. La riduzione massima (43%) è per i veicoli con la minore percorrenza per ricarica.

Per i veicoli a idrogeno l'incentivo è fissato a ¥200.000 (circa €26.000) per tutto l'orizzonte 2013/17 senza limitazioni in termini di percorrenza.

Nel 2015 si pongono più stretti obblighi di controllo e rendicontazione sulle case automobilistiche che ricevono gli incentivi e soprattutto si introducono standard più elevati su vari aspetti tecnici dei veicoli: densità di energia della batteria, velocità massima, consumo medio di energia per 100km.

⁶ Li et al, Table 1.

⁷ Le 5 fasce erano 5-10%; 10-20%; 20-30%;30-40%; più del 40%.

⁸ Per i veicoli *full electric* le 3 fasce sono: 80-150 km per ricarica; 150-250 km per ricarica; più di 250 km per ricarica.

⁹ Li et al, Table 2.

Questa politica di progressivo innalzamento della “asticella tecnologica” per accedere agli incentivi pubblici ha contribuito al miglioramento tecnologico della flotta di veicoli elettrici circolanti in Cina. Si consideri (Chu et al, 2023, Table 3) che tra il 2012 e il 2021 la percorrenza media della flotta è raddoppiata arrivando a 391 km per ricarica e che nello stesso periodo la capacità media delle batterie e la loro densità sono aumentate di circa il 60% arrivando nel 2021, rispettivamente, a 47 kWh e 141 Wh/kg. Anche il consumo medio di elettricità per 100 km si è ridotto di circa il 15% tra il 2017 ed il 2021 arrivando a 12,1 kWh/100km.

Vi è stata una riduzione del 5-10% annuo dell'ammontare dell'incentivo monetario: tra il 2013 e il 2015¹⁰ e del 20% nel biennio 2017/18 e del 40%.

Fonti giornalistiche cinesi (Zhang 2023) che riprendono fonti ministeriali cinesi riportano una stima della spesa complessiva per sussidi statali alla domanda di auto elettriche in circa ¥150 miliardi (circa €19 miliardi) che, sommando i sussidi al livello provinciale, raggiungono i ¥200 miliardi (circa €26 miliardi). Si tratta di una somma certamente ingente ma, in rapporto alle dimensioni dell'economia, non così importante: si tratta di circa lo 0,16% del Pil cinese del 2022. Per esempio, in Germania la spesa cumulata in incentivi sarebbe dell'ordine dei €9,5 miliardi¹¹ (circa lo 0,5% del Pil tedesco del 2022).

Gli incentivi non-finanziari

Gli incentivi non-monetari sono concentrati in precise aree del paese e sono strutturati in modo da prevedere una regolazione progressiva. Si tenga conto nella fase iniziale le politiche a sostegno dell'elettrificazione dei trasporti erano principalmente motivate dal bisogno di ridurre l'inquinamento nelle principali metropoli (Pechino e Shanghai in testa) e contenere la dipendenza cinese da idrocarburi importati (Ma et al 2017 e Liu et al 2023). In particolare, per ridurre i drammatici problemi di inquinamento si sono introdotti limiti quantitativi all'immatricolazione di nuove auto a combustione interna ICEs¹²: si sono introdotti razionamenti nel numero di nuove targhe rilasciate introducendo meccanismi d'asta o lotterie per l'attribuzione di nuove targhe. Sono state introdotte anche limitazioni circa i giorni (“targhe alterne”) e gli orari nei quali è permessa la circolazione nelle aree urbane più congestionate. I veicoli elettrici sono sempre esenti da limitazioni nell'attribuzione di targhe e nella circolazione. L'immatricolazione dei veicoli ibridi è soggetta a razionamento meno stringente rispetto ai veicoli ICE. In alcune città i veicoli elettrici possono anche circolare sulle corsie riservate ai bus, in alcuni tratti autostradali sono esenti da pedaggio. Tutti i provvedimenti qui menzionati (monetari e non) sono suscettibili di una “regolazione fine”, per esempio, il numero di nuove targhe per veicoli a combustione interna può essere variato da un anno all'altro, anche sulla base di un profilo temporale predeterminato.

¹⁰ Quando l'Italia ha avviato la propria politica per l'elettrico la Cina iniziava il suo meccanismo di “*phase-out*”.

¹¹ Sören Amelang, *Germany has subsidised a total of two million electric cars*, in Clean Energy Wire 28/9/2023

¹² Le prime limitazioni furono introdotte a Shanghai addirittura nel 1994; nel 2018 siffatte limitazioni esistevano in 9 città (Liu et al 2023).

I governi regionali di maggior successo come Shenzhen hanno agito con determinazione non solo nell'elettrificazione dei mezzi di trasporto pubblici ma anche rispetto alle catene logistiche (De Podestà et al 2023): i) le vendite di diesel light truck sono state proibite; ii) sono state create nei centri urbani "green logistic zones" nelle quali possono entrare solo veicoli elettrici (PHEV e BEV); iii) i veicoli elettrici sono autorizzati a circolare sulle strade riservate ai mezzi pubblici; iv) incentivi regionali all'acquisto; v) sussidi operativi per flotte con almeno 100 veicoli elettrici. Come risultato di ciò si è creato un vantaggio competitivo per le catene logistiche che avessero elettrificato la propria flotta.

Un importante fattore per la diffusione delle auto elettriche è ovviamente lo sviluppo di punti di ricarica: alla fine del 2021 (Chu et al, 2023) vi erano in Cina circa 1.150.000 punti di ricarica pubblici, circa il 65% del totale mondiale; il dato è coerente con quello stimato da IEA per l'anno 2021 (circa 1,2 milioni). Ben il 41% di tali punti di ricarica pubblici erano DC con ricarica ad alta velocità (la più alta percentuale al mondo). Alla fine del 2021 vi erano anche 1,5 milioni di punti di ricarica privati. Liu et al (2023) riportano un numero addirittura maggiore: un totale 1.680.000 punti di ricarica di cui 807.000 pubblici (un punto di ricarica ogni 3 veicoli elettrici circolanti a fine 2020).

Tra il 2015 ed il 2021 il numero di colonnine è aumentato di 18 volte in Cina, di 4 volte in EU e di 2,5 volte in USA (elaborazioni su dati IEA). Si stima che a fine 2023 vi fossero in Cina circa 2,7 milioni di colonnine di ricarica installate (Nikkei Asia 8/2/2024)

Un recente studio della Banca Mondiale (Li et al 2020) si concentra sul periodo 2015-2018 e stima che in Cina un aumento di 1.000 punti di ricarica abbia un effetto equivalente a un sussidio all'acquisto di ¥12.700 (circa € 1.600) nel promuovere le vendite di veicoli elettrici. Considerando che lo studio stima che le politiche di incentivazione della domanda abbiano determinato il 55% (ovvero 561.495 veicoli) del numero totale di veicoli elettrici venduti, a fronte di una spesa pubblica nel periodo considerato di ¥55 miliardi (circa €7 miliardi) lo studio stima che media a ogni acquisto di veicolo elettrico si associa una spesa pubblica di ¥98.000 (circa €12.500). Si noti che le politiche di costruzione di punti di ricarica si rivelano l'elemento più efficace nell'incentivare l'acquisto di auto elettriche: bastano ¥26.350 (circa € 3.400) per indurre l'acquisto di un'auto elettrica. I soldi spesi nella costruzione di infrastrutture di ricarica sarebbe dunque circa quattro volte più efficaci dei soldi spesi in incentivo all'acquisto dell'auto.

Notevole il fatto che la politica della liberalizzazione delle targhe per veicoli elettrici sia la politica in assoluto più efficace: ogni "targa verde" (che abilita l'immatricolazione e la circolazione senza limiti, con anche un suo valore simbolico e segnaletico) è equivalente nell'incentivare l'acquisto di un'auto elettrica a un incentivo monetario di ¥20.000 (circa € 2.600). Lo studio stima che il 18% delle auto elettriche vendute nel periodo sia da ricondurre a tale politica.

3. Qualche considerazione circa l'approccio europeo alla transizione (anche in confronto alle politiche cinesi)

3.1 Le condizioni per la neutralità tecnologica

Quando si parla di “neutralità tecnologica” si intende la possibilità di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale con soluzioni tecnologiche diverse. Nella fattispecie, significa poter ridurre l'impatto delle emissioni inquinanti e clima-alteranti (in particolare la CO₂), non solo puntando sull'elettrificazione dei motori ma anche sull'utilizzo dei carburanti sintetici (e-fuel), dei bio carburanti e dei motori a idrogeno (fuel cell o ICE a idrogeno).

La possibilità di avere una reale neutralità tecnologica dipende anche dalla formulazione degli obiettivi: fermo restando la necessità di salvaguardia dell'ambiente, per esempio, se il target contenuto nella norma giuridica è quello di avere zero emissioni *allo scarico*, il veicolo puramente elettrico non ha rivali e mette fuori gioco, ad esempio, i combustibili sintetici ottenuti da H₂ verde e CO₂ assorbita dall'atmosfera (poi re-immessa ma a bilancio zero). Queste ultime tipologie di carburanti garantiscono infatti che non sia immessa CO₂ addizionale in atmosfera ma generano emissioni allo scarico.

Ma il target fissato nelle normative è “teorico”: l'energia che usiamo per ricaricare le batterie viene prodotta in larga misura in tutto il mondo da centrali termiche a combustibili fossili e quindi l'obiettivo di zero emissioni allo scarico è fittizio, avendo spostato le emissioni dal veicolo alle centrali. E' pur vero che alcune centrali possono essere ottimizzate in termini di efficienza e di emissioni ma è altrettanto vero che nel mondo vi è ancora un larghissimo uso del carbone (anche in Europa, in aumento a causa della guerra in Ukraina) e che ci sono molte perdite di energia lungo le linee elettriche di distribuzione.

Quindi potremmo raggiungere il target di zero emissioni se e solo se tutta l'energia utilizzata per alimentare le auto elettriche provenisse da fonti rinnovabili.

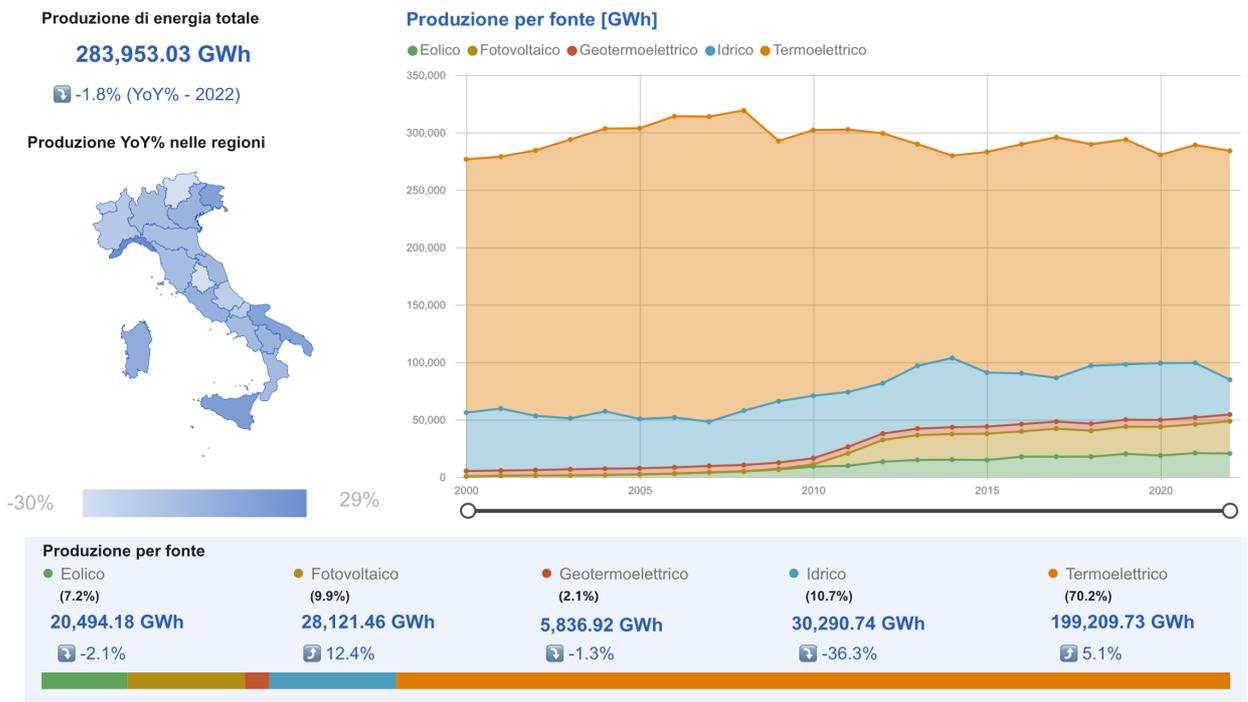
E qui ci scontriamo con la disponibilità di energia “pulita”; la domanda a cui bisogna rispondere in maniera onesta è “quando” e “quanto” ne avremo a sufficienza?

Una trattazione esaustiva di questo tema esula dall'ambito di questo lavoro ma ci sembra utile fornire qualche elemento di sintesi per permettere di inquadrare il tema dell'elettrificazione dell'*automotive* in un contesto più ampio.

A tale proposito, i targets fissati nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC Giugno 2024) si può notare le pendenze delle curve relative alla quota di produzione da rinnovabili cambiano drammaticamente rispetto agli andamenti storici e, pur ipotizzando discontinuità legate a immissione di risorse economiche e tecniche, è legittimo dubitare che tutte le azioni previste dia effettivamente realizzabili nei tempi previsti dato l'ammontare degli investimenti in gioco con la relativa gestione, data la necessità di redigere i progetti definitivi e di ottemperare a tutte le procedure amministrative necessarie.

Con riferimento al nostro paese, occorre ricordare infatti alcuni elementi di debolezza strutturale legati sia alla produzione di energia elettrica sia all'infrastruttura di ricarica dei veicoli elettrici. Considerando che gran parte dei circa 300 TWh di energia elettrica prodotta in Italia proviene ancora da fonti termiche (Figura 5) risulta fondamentale aumentare in modo significativo la quota prodotta da fonti FER.

Figura 5: produzione di energia per fonte



Fonte: Terna

Anche se il mese di Maggio 2024 ha fatto registrare il massimo storico di produzione da forti rinnovabili (Figura 6) grazie all’apporto in crescita del contributo dovuto al fotovoltaico, la strada da percorrere è ancora lunga.

Figura 6



Fonte: Terna

Figura 7

Obiettivi energia e clima 2030

	unità di misura	Dato rilevato 2021	Stime 2022*	Proposta PNIEC 2023: Scenario di policy ¹ 2030	Obiettivi FF55 RepowerEU 2030
Emissioni e assorbimenti di gas serra					
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	%	-47%	-45%	-62%	-62% ²
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	%	-17%	-19%	-35,3% / -37,1%	-43,7% ^{3,4}
Energie rinnovabili					
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia	%	19,0%	19,0%	40,5%	38,4% - 39%
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia nei trasporti (criteri di calcolo RED 3)	%	8,2%	8,2%	30,7%	29% ⁵
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi per riscaldamento e raffreddamento	%	19,7%	20,2%	36,7%	29,6% ³ - 39,1%
Quota di energia da FER nei consumi finali del settore elettrico	%	36,0%	37,1%	65,0%	non previsto
Efficienza energetica					
Consumi di energia primaria	Mtep	145	140	122	112,2 (115 con flessibilità +2,5%)
Consumi di energia finale	Mtep	113	110	100	92,1 (94,4 con flessibilità +2,5%)
Risparmi annui nei consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	Mtep	1,4	3,7 ^{**}	73,4	73,4 ³

1) scenario costruito considerando le misure previste a giugno 2023, sarà aggiornato con la sottomissione del piano definitivo entro giugno 2024

2) vincolante solo per le emissioni complessive a livello di Unione europea

3) vincolante

4) vincolante non solo il 2030 ma tutto il percorso dal 2021 al 2030

5) vincolante per gli operatori economici

(*) Stime preliminari, saranno aggiornate appena disponibili i dati definitivi

(**) Nel 2022 sono consuntivate solo le misure rendicontate prima della predisposizione della nuova proposta di PNIEC; non sono quindi incluse le nuove misure che è previsto concorreranno al raggiungimento del target (misure PNRR, Obiettivi PA, F. Kyoto, Requisiti Minimi)

Fonte: proposta di PNIEC 2023, tranne la colonna con le stime 2022

22

Fonte: GSE, Gestore Servizi Energetici 2023

Quando si parla di neutralità tecnologica, rimane la condizione fondamentale di base della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Solo la disponibilità adeguata di tale energia renderà coerenti e raggiungibili gli obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti (Figura 7).

A ciò andrebbe inoltre aggiunta una valutazione dell'impatto ambientale comparativo fra la costruzione e lo smaltimento di un veicolo ICE e uno elettrico a batteria.

3.2 Il percorso verso l'auto elettrica è realistico e sostenibile?

Il percorso tracciato dalla EU ci appare arduo prefigura la possibilità di compromettere la salute di un settore industriale troppo importante e pone costi sociali molto elevati dal momento che la transizione comporta una forte contrazione degli occupati complessivi nel settore automotive e i consumatori sono chiamati a pagare prezzi alti per l'acquisto di un veicolo elettrico in un momento di modesta crescita economica.

Giorno per giorno emergono le criticità legate alla disponibilità di materie prime, localizzate in massima parte al di fuori dei confini europei, ai costi di sviluppo e produzione che rendono l'auto elettrica non accessibile alla massa dei consumatori, alla rete di ricarica non capillare, ai tempi di ricarica non trascurabili ecc. Ad esempio, se pensassimo di elettrificare anche i veicoli pesanti da trasporto, dovremmo pensare ad una rete di ricarica loro dedicata sia per le densità di energia in gioco, sia per gli spazi necessari alla sosta prolungata.

I punti di cui sopra non sono immediatamente risolvibili tanto che i grandi costruttori europei stanno cercando alleanze e joint ventures con i produttori di materie prime e accordi strategici tra produttori per arrivare a produrre auto elettriche a costi più bassi.

Ma questo richiede tempo e impegno di ingenti risorse: è ipotizzabile che uno spostamento dei tempi e l'apertura a tecnologie diverse (una soluzione per ogni contesto) saranno assai probabili.

Assistiamo in questi primi mesi del 2024 a segnali di reazione negativi sul mercato dei veicoli elettrici: il consumatore europeo, specie in assenza di incentivi robusti, non appare molto propenso all'acquisto di auto puramente elettriche: per esempio, la quota dei veicoli elettrici sul totale delle vendite di nuovi veicoli in Germania è passata dal 15,7% del febbraio 2023 al 12,6% del febbraio 2024; stabile invece la quota di PHEV che resta intorno al 7%

Riteniamo che la quota di mercato dei veicoli ibridi sia destinata ad aumentare e che anche i motori termici, specie quelli a benzina, non vedranno rapide riduzioni di volumi così come precedentemente pronosticato da principali produttori.

Non è un caso che diversi, importanti, costruttori automobilistici stiano rivedendo le proprie roadmaps di sviluppo strategico rinviando alcuni investimenti in propulsione elettrica e allungando la vita dei motori termici; in particolare, GM, Ford e Daimler-Benz hanno recentemente annunciato un rallentamento del loro processo di transizione verso l'elettrico e un prolungamento dell'orizzonte temporale per la produzione di veicoli ICE.

A nostro parere, l'Europa non ha definitivamente perso la partita con la Cina sul tema della mobilità elettrica ma deve riconquistare una leadership tecnologica oggi in discussione e la fiducia degli europei. Riteniamo che occorranza a questo proposito:

- una review approfondita e non ideologica della strategia di transizione fissando obiettivi che devono essere i) sfidanti ma raggiungibili; ii) compatibili con una effettiva neutralità tecnologica e aperti a una pluralità di soluzioni; iii) sostenibili sotto il profilo sociale e industriale; iv) allineati realisticamente con i vincoli imposti dalla "geopolitica: lo sviluppo, con pazienza e lungimiranza, di politiche "CON" e non "CONTRO". Un posizionamento corretto politico e tecnologico consentirebbe confronti alla pari con USA e Cina con impostazioni di relazioni che assicurino il rispetto dei reciproci interessi.
- Un'individuazione univoca dei campi nei quali è possibile mantenere la leadership e dove c'è un'adeguata volontà politica per farlo. Si pensi, ad esempio, alla guida autonoma, all'uso etico dell'intelligenza artificiale, allo sviluppo dell'economia circolare derivante dal recupero di tutti i componenti di un'auto a trazione elettrica...
- In Europa il *public procurement* ha avuto un ruolo marginale, occorre che nei prossimi anni la tendenza cambi
- Le vecchie regole europee (Euro 1, Euro 2...; Euro 6) si prestavano a una declinazione graduale e differenziata:
 - L'asticella tecnologica è stata progressivamente innalzata incentivando i produttori europei a raggiungere livelli di eccellenza assoluta;
 - tali regole univano un divieto alla vendita di veicoli nuovi con caratteristiche al di sotto di una determinata soglia alla possibilità di limitare successivamente in modo selettivo e modulabile la circolazione dei veicoli in base al loro livello di inquinamento. In particolare, l'estensione delle limitazioni era graduabile rispetto a specificità locali: i sindaci delle grandi città possono vietare la circolazione a veicoli in certi orari, certi giorni, certe zone. Naturalmente anche

in Europa - a legislazione vigente - gli amministratori locali potranno selettivamente regolare la circolazione degli ICE ma la totale incertezza con cui essi si muoveranno pone oggi grandi difficoltà alle scelte dei consumatori con il possibile esito paradossale di incentivare forme consumistiche e all'opposto, anche un rallentamento nel rinnovo del parco auto.

- In Cina la restrizione amministrativa alla circolazione e alla vendita di ICEs è stata introdotta da anni in modo graduale e facendo leva non solo su divieti ma anche su incentivi e disincentivi. Al contrario, in Europa la limitazione alla circolazione di veicoli non elettrici è oggi davvero minima e - sulla base della normativa vigente - NON è prevista neanche dopo il 2035. Al contrario, si prevede un divieto improvviso e totale alla vendita di ICEs che scatta alla mezzanotte del 31 dicembre del 2029 e del 2034 per auto diesel e benzina, rispettivamente. Tale politica europea ha come obiettivo dichiarato non la riduzione dell'inquinamento locale ma la riduzione della CO2 a livello planetario e pertanto inevitabilmente si applica simultaneamente a tutti i paesi EU e nelle grandi città come nei piccoli paesi. Permane una grande incertezza circa le limitazioni alla circolazione dei veicoli ICE e PHEV dopo il 2030 e 2035.
- In Europa la definizione di veicolo elettrico meritevole di incentivi dovrebbe essere tecnologicamente più dettagliata e modificata nel tempo., per esempio, seguendo il modello cinese in termini di km minimi di percorrenza in full electric e di efficienza energetica delle batterie.
- I meccanismi redistributivi determinati dalle politiche per la *carbon neutrality* sono imponenti: si consideri che tra il 2018 e il 2022 Tesla ha venduto carbon credits per un ammontare complessivo di \$4,8 miliardi con un contributo importante sui propri profitti. Per esempio, nel secondo trimestre 2021, a fronte di profitti per \$1,1 bn, i ricavi dalla cessione di carbon credits sono stati pari a \$0,35 bn; nell'arco dell'intero 2021 le cessioni di carbon credits hanno rappresentato il 3% del totale dei ricavi. A fronte di tali ricavi per Tesla si hanno ovviamente enormi costi per le case automobilistiche più tradizionali: per esempio, tra il 2019 ed il 2021 il gruppo Fiat Chrysler (dal gennaio 2021 Stellantis) ha speso \$2,4bn per acquistare *carbon credits* da Tesla. Questi costi per le case automobilistiche tradizionali derivanti dalla normativa europea e statunitense hanno determinato un enorme trasferimento di risorse dai consumatori che hanno acquistato veicoli tradizionali, dai lavoratori dei gruppi tradizionali e dagli azionisti a favore di consumatori, dipendenti e azionisti di Tesla. Sotto molti profili questo stato di cose produce effetti distorsivi sulla struttura del mercato più occulti rispetto all'utilizzo di risorse pubbliche derivanti dalla fiscalità generale per finanziare l'acquisto di veicoli elettrici da parte dei consumatori e/o per subsidiare direttamente la produzione di veicoli elettrici.

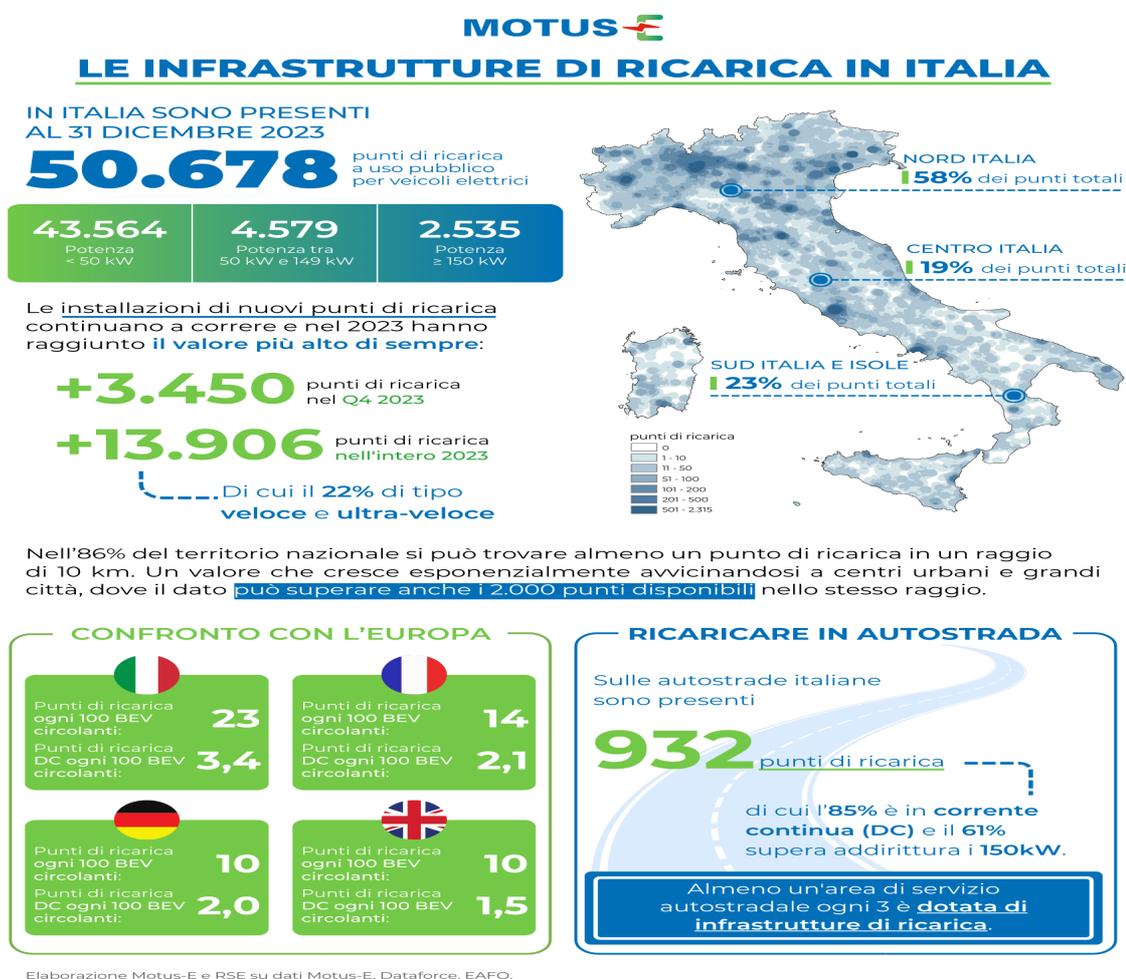
3.4 Un futuro solo elettrico per l'*automotive*?

In nessun paese la partita dell'auto elettrica sembra definitivamente vinta e un impegno a proibire i motori ICE a partire dal 2035 è stato assunto solo nell'Unione Europea e in California.

Crediamo che occorra riflettere in modo laico sulla possibilità di avere un settore *automotive* 100% elettrico e che occorra combattere la crescente componente ideologica del dibattito. Le seguenti argomentazioni ci inducono a non credere alla possibilità di un settore automotive 100% elettrico dal 2035:

- troppo ritardo e troppe difficoltà nell'installazione colonnine ricarica; il numero di stazioni di ricarica ad uso pubblico sul territorio nazionale è, a fine scorso anno, di circa 50.000 (Figura 8). Ipotizzando, come fissato nel PNIEC 2024, di avere 4,3 milioni di veicoli elettrici puri (BEV) nel 2030 ed ipotizzando una stazione di ricarica ogni 10 veicoli (obiettivo fissato, ad esempio dalla Francia nel suo piano strategico), ne consegue la necessità di decuplicare il numero attuale in un lasso di tempo breve; cosa tutt'altro che scontata. Un altro aspetto potenzialmente rilevante dal punto di vista dell'equità sociale è consiste nel fatto che il prezzo dell'energia elettrica alla colonnina è ben superiore a quello pagato nel box di casa.

Figura 8

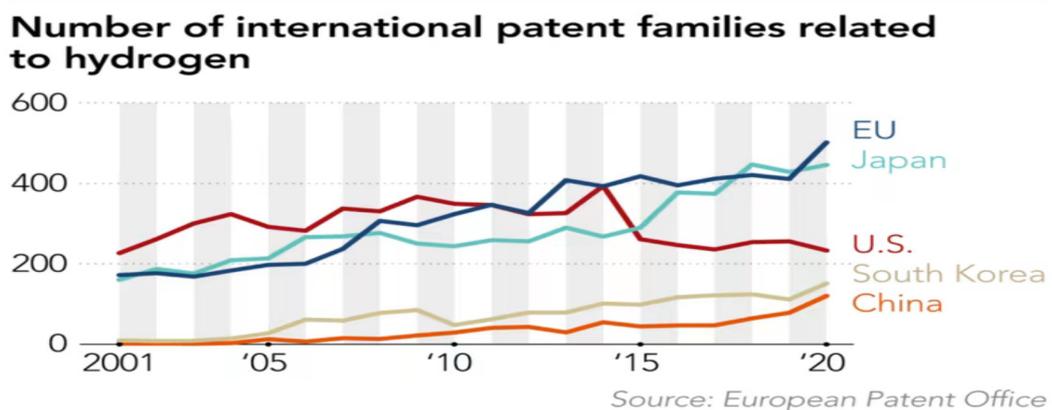


- Le considerazioni di cui sopra rafforzano ulteriormente, la necessità di un approccio pragmatico per evitare che obiettivi difficilmente raggiungibili possano innescare

processi di inefficiente indirizzamento di investimenti e risorse, in quantità e tempi, su tutta la catena del valore, dai costruttori di veicoli a tutta la loro catena di fornitura.

- “colli di bottiglia” nella disponibilità di terre rare per costruire le batterie
- difficoltà a raggiungere in tempi ragionevolmente brevi la capacità di produrre veicoli europei con prezzi sufficientemente contenuti;
- l’obiettivo di realizzare una compiuta neutralità tecnologica (vedi sopra) richiede tempo;
- il parco auto circolante in molti paesi europei è ancora estremamente vecchio e quindi inadeguato sia sotto il profilo dell’emissione di sostanze inquinanti sia sotto il profilo dell’emissione di CO2. In Italia il parco auto è di circa 40 milioni di autoveicoli con una età media di 12,5 anni (UNRAE). Essendo impossibile oggi produrre (e collocare presso i consumatori) milioni di veicoli elettrici, ci sembra evidente che una virtuosa sostituzione dei vecchi veicoli inquinanti debba passare anche attraverso l’utilizzo di motori a combustione interna euro 6 e 7 di piccole e medie potenze. E’ opportuno quindi assicurare comunque una quota sufficientemente alta del parco circolante a livello Euro 6 e 7, anche permettendo ai produttori europei di sfruttare ancora tecnologie e impianti di eccellenza assoluta.
- La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e da nucleare è ancora del tutto insufficiente.
- Motori a combustione interna alimentati direttamente con H2 o Fuel Cell potrebbero coprire una parte non trascurabile del fabbisogno di mobilità (soprattutto *heavy trucks*) e l’Europa potrebbe giocare un ruolo da leader viste anche le competenze che sta sviluppando sul tema (vedi Figura 9).

Figura 9



Dal punto di vista della politica industriale, notiamo inoltre che un ulteriore vantaggio di avere una pluralità di soluzioni tecnologiche consiste nel fatto che ciò eliminerebbe “l’imbuto tecnologico” rappresentato oggi dalla via obbligata all’elettrico che sta costringendo molte aziende a concentrarsi sugli stessi prodotti con una competizione che ha più a che fare con la sopravvivenza di imprese di assoluta eccellenza piuttosto che con una normale dinamica di mercato che tenda a escludere le imprese meno efficienti. Il rischio di questa competizione imposta dall’alto e di perdere per sempre

preziose eccellenze industriali europee che invece, con una transizione più graduale plurale, potrebbero evolversi con grande successo. Un approccio “plurale” può determinare nel breve periodo minori economie di scala ma nel medio-lungo termine l’esplorazione di più alternative tecnologiche può determinare benefici per i consumatori e per le imprese.

4. Italia, che fare? Qualche proposta

Come è noto l'industria *automotive* ha sempre avuto una presenza importante nel nostro Paese, contribuendo allo sviluppo economico, anche grazie alle ricadute tecnologiche su altri settori.

Come evidenziato nella Tabella 1, negli ultimi 25 anni, pur a fronte di un aumento di circa 30 milioni nella produzione mondiale di auto passeggeri, l'Europa perde circa 5 milioni di veicoli, il NAFTA quasi 4,6 milioni mentre il Giappone mantiene sostanzialmente i volumi produttivi. Come abbiamo visto è la Cina ad aumentare enormemente la propria produzione (di oltre 25 milioni). All'interno del quadro europeo, l'Italia e la Francia perdono le quote maggiori (-61,4% e -60%, rispettivamente) mentre la Germania ha un calo più contenuto (-23,2% e -14% rispettivamente).

TABELLA 1: Produzione di AUTO passeggeri (fonte OICA, anni vari)

	1998	2007	2013	2023	var % 98/23	var % 98/07	var % 07/23	Var % 13/23	Var ass 98/23
EUROPA*	16.695.610	19.331.225	17.383.144	15.449.729	-7,5	1,6	-20,1	-11,1	-1.245.881
EU**	14.464.448	14.427.667	11.341.479	9.551.152	-34,0	0,0	-33,8	-15,8	-4.913.296
Francia	2.558.231	2.550.869	1.458.000	1.026.690	-59,9	0,0	-59,8	-29,6	-1.531.541
Germania	5.348.115	5.709.139	5.439.904	4.109.371	-23,2	0,7	-28,0	-24,5	-1.238.744
Italia	1.402.382	910.860	388.465	541.953	-61,4	-3,5	-40,5	39,5	-860.429
NAFTA	7.629.569	6.475.498	7.106.013	3.025.512	-60,3	-1,5	-53,3	-57,4	-4.604.057
USA	5.554.373	3.924.268	4.368.835	1.745.171	-68,6	-2,9	-55,5	-60,1	-3.809.202
Cina	507.103	6.381.116	18.085.213	26.123.757	5051,6	115,8	309,4	44,4	25.616.654
Giappone	8.055.763	9.944.637	8.189.323	7.765.428	-3,6	2,3	-21,9	-5,2	-290.335
Sud Corea	1.625.125	3.723.482	4.122.604	3.908.747	140,5	12,9	5,0	-5,2	2.283.622
Totale mondo	37.262.942	53.049.391	65.462.496	68.020.264	82,5	4,2	28,2	3,9	30.757.322
* EU15+Uk+nuovi paesi est entrati in EU + Turchia; **EU15+UK									
Fonte: nostre elaborazioni su dati OICA									

Queste riduzioni di volumi produttivi hanno quindi inciso pesantemente sulle catene di fornitura, in particolare su quella italiana.

Allo scopo di contribuire al dibattito avanziamo le seguenti considerazioni e proposte:

1. Come è noto il nostro tessuto manifatturiero è composto principalmente da PMI e mancano i "rimorchiatori tecnologici" autoctoni ovvero grandi imprese con una riconosciuta leadership tecnologica nei propri settori di attività e capaci di "trainare" lo sviluppo della filiera. Questo significa che l'azione di traino nello sviluppo di nuovi prodotti e processi deve avvenire integrandosi nelle catene globali del valore: essere

fornitori delle più importanti case costruttrici tedesche e francesi non basta più (Tabella 2).

Tabella 2: peso % sulla produzione mondiale auto			
	1998	2007	2023
EUROPA*	44,8	36,4	22,7
EU**	38,8	27,2	14,0
Francia	6,9	4,8	1,5
Germania	14,4	10,8	6,0
Italia	3,8	1,7	0,8
NAFTA	20,5	12,2	4,4
USA	14,9	7,4	2,6
Cina	1,4	12,0	38,4
Giappone	21,6	18,7	11,4
Sud Corea	4,4	7,0	5,7
TOTALE	100,0	100,0	100,0
* EU15+Uk+nuovi paesi est entrati in EU + Turchia; **EU15+UK			
Fonte: nostre elaborazioni su dati OICA			

2. Le trasformazioni in atto stanno spostando la leadership tecnologica verso la Cina (vedi la Tabella precedente). Occorre saper interagire e operare anche con i nuovi soggetti emergenti; immaginiamo che la Cina svilupperà ulteriormente una politica *"Local for Local"* che porterà i costruttori cinesi ad avere fabbriche in vari paesi europei. L'Europa continuerà a rappresentare un interlocutore importante e un mercato di sbocco molto significativo. Ecco, dunque, l'opportunità di integrare le eccellenti capacità delle nostre imprese in queste nuove catene di fornitura, anche trasformando i prodotti per intercettare i nuovi fabbisogni. Sarà compito della politica, delle imprese e delle parti sociali far sì che tale sviluppo avvenga nel massimo rispetto dei valori economici, sociali ed etici che non sono negoziabili.
3. Il nostro Paese ha caratteristiche uniche in termini di creatività e di genialità dei nostri imprenditori, dei nostri tecnici e delle nostre maestranze. Ciò può costituire una carta vincente per collocare le nostre imprese nel business complessivo mondiale. Anche la lunga esperienza nel settore *automotive*, la presenza di distretti tecnologici, la qualità eccellente delle nostre produzioni e l'affidabilità complessiva delle nostre imprese possono rendere il nostro Paese molto attraente per investimenti diretti esteri. Possiamo *"inventare"* nuovi prodotti e processi e trasformare il *"Made in Italy"* in *"Invented & Made in Italy"* evitando che l'Italia diventi luogo di manifattura povera.

4. Dopo l'introduzione di dazi del 100% in USA e di quelli proposti dalla Commissione Europea (vedi nota 3) le tensioni commerciali tra i paesi occidentali e la Cina nel settore *automotive* rischiano di degenerare. Vale quindi la pena di riflettere se perseguire una logica di *escalation* oppure cercare soluzioni di reciproco vantaggio. Non è un'operazione facile ma una profonda, sistematica e puntuale analisi della catena del valore può offrire opportunità di collaborazione piuttosto che di contrapposizione.
5. Le sfide sopra elencate presuppongono però il superamento di alcuni importanti vincoli. Innanzi tutto occorre parlare di crescita dimensionale delle imprese: le trasformazioni in atto richiedono investimento in R&D di ingenti risorse, economiche e umane, capacità di relazioni internazionali e *governance* solide: si tratta di condizioni necessarie per essere "in partita". Il raggiungimento di una soglia critica minima sia in termini di conoscenza sia in termini di capitalizzazione, diventa un requisito fondamentale per il nostro tessuto produttivo; il rischio è di restare ai margini delle grandi trasformazioni tecnologiche in atto e di sopravvivere accontentandosi di produzioni a basso valore aggiunto con bassa profittabilità e bassi salari. Il problema della crescita dimensionale non è di facile soluzione: gli imprenditori hanno, ed è comprensibile, difficoltà a mettere in comune esperienze, sforzi e successi ottenuti negli anni anche se, come si evince dal recente studio di Federmeccanica (2024) è aumentata la propensione alla condivisione nei clusters, università ecc. Ci vorrebbe uno sforzo complessivo più organico che veda accanto al sistema imprenditoriale anche la volontà e l'accompagnamento delle istituzioni pubbliche. Questo tema si collega naturalmente alla questione del passaggio generazionale in corso in tante piccole e medie aziende italiane che dovrebbero urgentemente aprirsi a una *governance* manageriale e a uno scenario di crescita per aggregazioni.
6. Da più parti viene sottolineata la necessità di una visione strategica dell'intero sistema paese e ci si interroga su quale sia la vocazione manifatturiera nazionale. In questo senso vale la pena ricordare il lavoro fatto da Federmeccanica e le organizzazioni sindacali con l'osservatorio sull'*automotive* (Osservatorio automotive, 2023). In tale studio sono state fatte comparazioni industriali e strategiche con altre nazioni europee e si sono individuati alcuni campi di maggiore attenzione. Negli ultimi anni, per alcuni aspetti, l'azione di politica economica si è mostrata addirittura controproducente dal momento che gli incentivi - pensati fondamentalmente a sostegno della domanda di autoveicoli elettrici - nei fatti hanno supportato maggiormente i veicoli ibridi e a combustione interna di nuova generazione. Abbiamo quindi favorito il parziale rinnovo del parco auto circolante ma non si sono dati stimoli sufficienti all'evoluzione tecnologica dell'auto europea. Ciò meriterebbe una profonda riflessione che oggi non sembra in atto. Un Paese come il nostro, importante nella filiera dell'*automotive*, ha interesse ad avere una pluralità di interlocutori.
7. L'apertura a una effettiva neutralità tecnologica potrebbe dare un supporto notevole alla individuazione di una vocazione nazionale: l'Italia, per esempio, potrebbe

diventare un Hub produttore dell'H2 verde e quindi, a cascata, anche degli e-fuels; il nostro Paese potrebbe anche avere un ruolo nell'economia circolare e nel riciclo. La grande sfida consiste nel collegare in modo intelligente e di ampio respiro i diversi progetti territoriali. Come auspicato anche da Luca de Meo, occorre una politica europea che favorisca il passaggio dal "monoteismo elettrico" al "bouquet" della neutralità tecnologica.

8. Riteniamo che si possano tracciare alcune tendenze per il futuro.
 - a. La supremazia tecnologica e di costo delle auto elettriche cinesi continuerà: lo sfruttamento di enormi economie di scala, l'accesso agevole a materie prime fondamentali e anche una capacità innovativa ormai dimostrata, costituiscono fattori competitivi decisivi. Appare difficile che in un futuro prossimo gli europei possano conquistare una leadership di mercato nel settore delle auto elettriche.
 - b. La guerra commerciale tra USA e Cina sembra destinata a protrarsi nel tempo; il mercato europeo diventerà quindi sempre più strategico per i produttori cinesi che hanno un crescente eccesso di capacità produttiva. La pressione commerciale dell'*automotive* cinese diventerà più aggressiva creando minacce ma anche opportunità di collaborazione; inoltre, le interdipendenze con la Cina nel settore *automotive* sono tali da rendere l'ipotesi di una guerra commerciale devastante per tutti. Occorre negoziare con grande fermezza ma anche con grande realismo anche per costruire alleanze strategiche.
9. Bene farebbe l'Europa a prevedere una transizione meno drastica verso l'elettrico ammettendo un ruolo importante dei veicoli ibridi a basso consumo energetico e di veicoli che sviluppino altre tecnologie (ad esempio idrogeno, bio-fuel...). Questo, tra l'altro, potrebbe consentire di creare e mantenere leadership tecnologiche in alcuni campi.
10. Infine, ma la questione ci appare della massima importanza, riteniamo che l'Europa debba valutare con attenzione le implicazioni di un'impostazione normativa che, ponendo vincoli in termini di densità di emissioni allo scarico e non di emissioni assolute, hanno penalizzato la produzione europea di veicoli leggeri e poco inquinanti privilegiando veicoli pesanti, veloci e costosi (vedi la fondamentale analisi di Pardi 2022). Vincoli di emissioni assolute potrebbero valorizzare il ruolo dei PHEV nella transizione energetica dei prossimi decenni.

La transizione verso una mobilità sostenibile deve offrire pertanto una chance di riequilibrio di questo scenario: occorrono una vera neutralità tecnologica, corretti incentivi alla produzione di veicoli poco inquinanti e una capacità di stabilire alleanze strategiche con i grandi players mondiali.

Riferimenti bibliografici

- Allianz Research (2023), *The Chinese Challenge to the European Automotive Industry*, May.
- Alochot Marc, Midler Christophe, Shou Yongyi and Wang Xieshu, (2021) *The road to autonomous mobility services: who drives the transition, where, and how?* Int. J. Automotive Technology and Management, Vol. 21, No. 4.
- Beltrametti Luca, Di Maria Eleonora, Xieshu Wang, (2024) *The role of industrial policies in sustaining the electrification transition – comparing China with Europe* working paper presentato al Gerpisa International Colloquium “Convergence and divergence of trajectories of change. The end of the CASE (connected, autonomous, shared, electric) paradigm in the automotive industry?” Bordeaux 25-28 Giugno 2024.
- Chu Yidan, Cui Hongyang, He Hui, (2023), *Nine Trends in the Development of China Electric Passenger Car Market*, The International Council on Clean Transportation, March.
- Davis Lucas, Jing Li, and Katalin Springel (2023), *Political Ideology and U.S. Electric Vehicle Adoption*, Energy Institute WP 342, October.
- de Meo L. (2024) *Lettera all’Europa. Appello per un’industria automobilistica sostenibile, inclusiva e competitiva*. Marzo.
- De Podestà Gomes Alexandre, Pauls Robert, ten Brink Tobias, (2023) *Industrial Policy and the Creation of the Electric Vehicles Market in China: Demand Structure, Sectoral Complementarities and Policy Coordination*, Cambridge Journal of Economics, 47, 45–66
- Federmeccanica (2024) *Il futuro della meccatronica in Italia*, Supplemento di Sistemi&Impresa N. 2, edizioni Este.
- International Council on Clean Transportation (2017), *Adjustment to Subsidies for New Energy Vehicles in China*, Policy Update, May.
- ITA (Italian Trading Agency) (2024) *China Auto Market Report*, May.
- Jin Lingzhi, Chu Yidan, Wang Xiyuan, (2023), *Accelerating New Energy Vehicle Uptake in Chinese Cities. Assessment of Policies for Private Passenger Cars in Leading City Markets*, The International Council on Clean Transportation, February.
- Li Shanjun, Zhu Xianglei, Ma Yiding, Zhang Fan, Zhou Hui, (2020) *The Role of Government in the Market for Electric Vehicles. Evidence from China*, World Bank Policy Research Working Paper no. 9359, August.
- Li Wembo, Yang Muiyi, Sandu Suwin, *Electric Vehicles in China: a Review of Current Policies*, (2018) in “Energy and Environment”, vol. 29, no. 8: 1512-1524.
- Liu Yiran, Zhao Xiaolei, Lu Dan, Li Xiaomin (2023), *Impact of policy incentives on the adoption of electric vehicles in China*, in “Transportation Research Part A”, vol. 176:103801.
- Ma Shao-Chao, Fan Ying, Feng Lianyong (2017) *An evaluation of government incentives for new energy vehicles in China focusing on vehicle purchasing restrictions*, in “Energy Policy” n. 110:609-618.

- Osservatorio Automotive Federmeccanica, Fim-Cisl, Fiom-Cgil, Uilm (2023), *Automotive - Uno scenario regionale. Studio comparativo delle politiche industriali nelle economie automotive. Focus Cina*, Roma.
- Pardi Tommaso,(2022) *Heavier, faster and less affordable cars* Report etui luglio.
- Pelegov Dimitry, Eremenko Gleb, (2021), *State Support of Electric Vehicle Industry in China: the Driving Forces, Actions and Perspectives* , in “Economy of Regions”, Vol 16, no. 3:921-934.
- Roland Berger e Lazard (2023) *Global automotive supplier study 2023*
- Teece David J., (2019) *China and the Reshaping of the Auto Industry: A Dynamic Capabilities Perspective* , Management and Organization Review 15:1, March, 177 – 199
- Wang Ning, Pan Huizhong, Zheng Wenhui (2017), *Assessment of the incentives on electric vehicle promotion in China* , in “Transportation Research Part A”, vol. 101:177-189.
- Wang Shaoda, Yang David Y., (2021) *Policy Experimentation in China: The Political Economy of Policy Learning* NBER Working Paper 29402.
- WU, C.(C.), & Wang H. (2024). [Examine the relationship between structure of value chain and competitiveness - the case of BYD. Gerpisa colloquium.](#) Bordeaux
- Zhang Rui *Compensatory subsidies cannot prevent Chinese electric vehicles from going abroad* Securities Times Network: 10/24/2023 (translation from Chinese to Italian made by with Google translator).