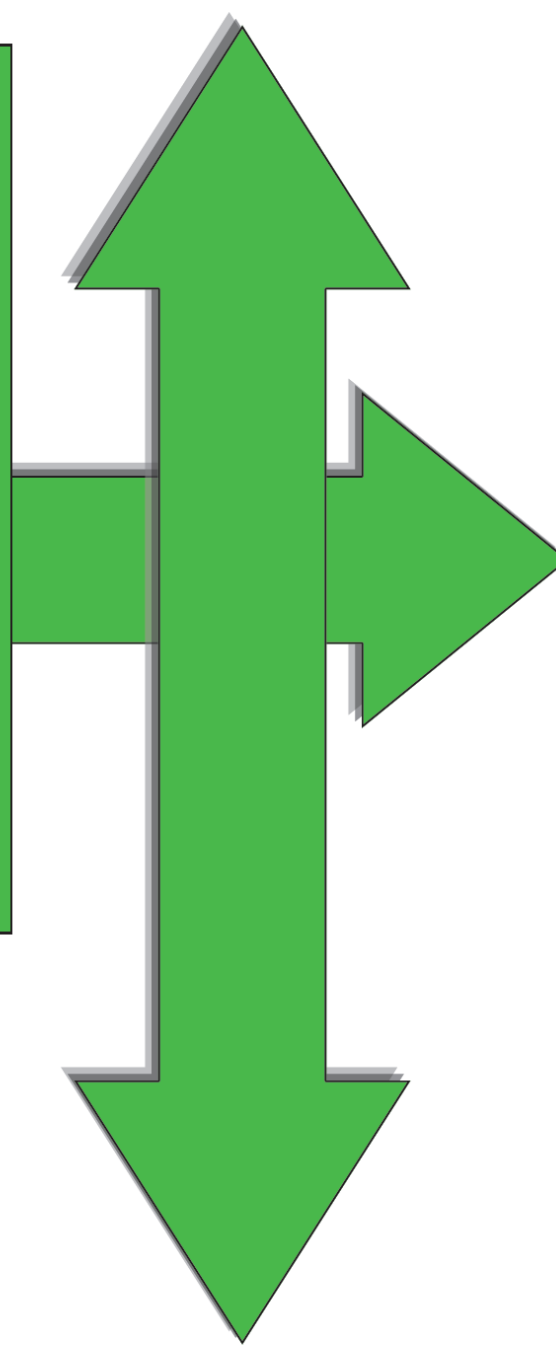


R.E.Po.T.
Rivista di
Economia e
Politica dei
Trasporti



Anno 2015, Numero 2

Rivista Scientifica della Società Italiana di
Economia dei Trasporti e della Logistica



ISSN 2282-6599

L'automobile elettrica in Italia: un'opportunità da cogliere?

Romeo Danielis*

Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche, Università degli Studi di Trieste, V. Valerio,4, 34127 Trieste

Riassunto

L'automobile elettrica (AE) ha alcune proprietà interessanti per ridurre l'impatto ambientale dei trasporti e migliorare la qualità urbana quali l'assenza del rumore prodotto dal motore, la non emissione di gas da combustione nella fase di utilizzo del veicolo, la potenziale riduzione della dipendenza dal petrolio. Ad oggi, l'Italia mostra un tasso di penetrazione delle AE più lento rispetto agli altri paesi europei e un più lento sviluppo della rete delle stazioni di ricarica. E' un'opportunità persa? In questo articolo si sostiene che la risposta a questa domanda è però meno scontata di quanto sembri e merita un'analisi scientifica approfondita. In primo luogo si deve ammettere che, al momento attuale, le AE mancano ancora dei requisiti di convenienza economica e di comodità d'uso che invece contraddistinguono le auto tradizionali. Come per tutte le nuove tecnologie, i margini di incertezza sono ancora molto ampi, anche se i progressi realizzati negli ultimi anni relativamente alle batterie elettriche, ottenendo consistenti miglioramenti della loro capacità e durata e contemporaneamente una riduzione del loro peso, volume e costo, fanno ben sperare. Affinché le opportunità si realizzino è necessario che, non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche da quello industriale e da quello organizzativo e regolamentare, i diversi attori operino in modo coerente allo sviluppo della mobilità elettrica. Gli investitori privati, soprattutto i produttori di automobili ma anche tutta la filiera della componentistica ad essi collegata, devono svolgere il proprio essenziale compito. Le autorità pubbliche devono, se ritengono che le AE siano un'opportunità anche per l'Italia, fatta un'accurata analisi dei costi e dei benefici avvalendosi delle tecniche di stima più avanzate e coordinandosi a livello nazionale e locale, devono predisporre quell'insieme di incentivi fiscali e non che ne favoriscano l'adozione. Finora ciò non è avvenuto. Sono stati deliberati incentivi poco mirati che non sono risultati efficaci e si è pianificata la rete di infrastrutture di ricarica, realizzandola ad oggi in misura molto contenuta. Più che concentrarsi sulla realizzazione di un'infrastruttura diffusa, che - anche se giudicata non troppo impegnativa economicamente - è comunque difficile, alla luce dei possibili sviluppi della capacità delle batterie, da posizionare e dimensionare correttamente, si sostiene che sia preferibile procedere per sperimentazioni successive su aree di utilizzo efficiente delle potenzialità delle AE. Le aree più promettenti, date le caratteristiche attuali dei veicoli elettrici e delle esperienze internazionali, sono il trasporto urbano delle merci, il servizio dei taxi e le flotte pubbliche e private (carsharing) ad alta percorrenza. E' possibile che in queste aree ci siano le condizioni sia private che sociali per una loro efficiente introduzione. Per quanto riguarda la mobilità privata, contrariamente a quanto ci si aspettava, le AE sembrano, al momento attuale, essere convenienti solo se si dispone di un garage privato e si percorrono più di 13 mila km all'anno (circa 40 km al giorno), tenendo comunque conto che in Italia viaggi lunghi sono ancora problematici.

Congiuntamente alla penetrazione delle AE, è estremamente importante ulteriormente rafforzare il peso delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica. Solo se l'energia elettrica è prodotta da fonti rinnovabili il bilancio ambientale delle AE è inequivocabilmente positivo. Anzi, proprio nell'interazione positiva tra produzione di energia elettrica e uso dei veicoli elettrici (smart grid, grid-to-vehicle, vehicle-to-grid, produzione di energia a livello locale e immagazzinamento dell'energia) sta uno dei punti principali su cui lavorare e investire. Su questi aspetti è indispensabile che il decisore pubblico guidi il processo innovativo.

Parole chiave: Automobili elettriche, infrastrutture di ricarica, mobilità sostenibile.

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Romeo Danielis (romeo.danielis@deams.units.it)

1. I veicoli elettrici

I veicoli elettrici (biciclette, motorini, automobili, autobus) sono spesso descritti come un'opportunità per migliorare la sostenibilità ambientale dei trasporti. Una prima importante differenza tra i veicoli alimentati da una batteria elettrica e quelli azionati da un motore a combustione interna, infatti, è l'assenza del rumore prodotto dal motore e la non emissione di gas da combustione nella fase di utilizzo del veicolo. La prima caratteristica è assai rilevante quando il veicolo è utilizzato in area abitate se è vero, come sostengono alcuni autori (Mahajan and Rajopadhye, 2013), che almeno l'85% del rumore di un veicolo dipende dal motore¹. La seconda, pubblicizzata con l'etichetta "veicolo a emissione zero", implica in sostanza uno spostamento spaziale delle emissioni atmosferiche, dal luogo di utilizzo del veicolo al luogo di produzione di energia elettrica. Dal punto di vista della qualità degli ambienti urbani, il luogo in cui si sviluppa buona parte della mobilità delle persone, ciò è indubbiamente un'opportunità: significa ridurre significativamente (fino all'80% a seconda della stagione e del tipo di insediamento urbano) gli inquinanti locali (PM₁₀, CO, NO_x, SO₂). Lo è in particolare per le dense città italiane, in cui l'efficienza dei motori termici è al minimo (date le basse velocità e i frequenti *stop-and-go*). Relativamente agli inquinanti che contribuiscono all'effetto serra, la situazione è più controversa, in quanto l'effetto di traslazione spaziale non ha significato, ed invece è rilevante tracciare l'intero ciclo di vita del veicolo elettrico in un'analisi che comprenda tutte le fasi della produzione e smaltimento del veicolo e della batteria nonché della produzione e distribuzione dell'energia elettrica, confrontato con un altrettanto ampia analisi del veicolo a combustione interna. L'analisi diventa quindi più complessa e i risultati più incerti. Una descrizione dettagliata della letteratura in materia è riportata in Rusich e Danielis (2015). In termini sintetici, le evidenze che stanno emergendo sono le seguenti.

- Le proprietà dei veicoli elettrici, e quindi la loro performance relativa rispetto a quelle convenzionali, dipende dal modo in cui è prodotta l'energia elettrica. Il vantaggio è chiaro e rilevante se l'energia elettrica è prodotta principalmente da fonti rinnovabili. Meno evidente e dipendente dalla potenza del motore, se l'energia elettrica è prodotta principalmente da combustibili fossili, in particolare quelli ad alto contenuto di carbone. Ciò fa sì che l'introduzione dei veicoli elettrici debba essere accompagnata da un progressivo sviluppo delle fonti rinnovabili, con tutte le difficoltà che ciò comporta sia in termini economici che ingegneristici. Parallelamente emergono opportunità d'interessanti relazioni biunivoche *grid-to-vehicle* e *vehicle-to-grid* che sono ancora in via di sperimentazione.
- E' in atto un processo di differenziazione tra motori e combustibili utilizzate nelle automobili e di progressiva elettrificazione/computerizzazione delle automobili. Mi riferisco all'utilizzo di vari tipi di combustibili (benzina, gasolio, metano, GPL) e alla comparsa delle auto bi-fuel, auto ibride, plug-in ibride, elettriche con range-extender, elettriche pure e a quelle a celle a combustibile.

¹ Mahajan e Rajopadhye (2013) stimano dal 9% al 15% il rumore causato dalle gomme. Il rimanente viene dal motore (22 - 30), dal tubo di scappamento (25 - 35), dal sistema di presa dell'aria (5 - 15), dalla ventola e dal sistema di raffreddamento (7 - 15) e dal sistema di trasmissione (12 - 15).

- Infine, con riferimento alle automobili in cui la batteria svolge un ruolo primario nella movimentazione del veicolo, è sempre più evidente che le proprietà ambientali ed energetiche delle stesse (per non parlare dei costi e dell'autonomia a cui si farà cenno successivamente) variano in relazione alla potenza delle batterie installate ed alla tipologia di batterie usate (anche se al momento attuale sembrano prevalere quelle agli ioni di litio).

Essendo l'energia elettrica producibile tramite molte fonti, la diffusione dei veicoli elettrici si accompagna naturalmente a un potenziale allentamento della dipendenza dal petrolio, con evidenti riflessi economici, strategici e politici.

Nel seguito dell'articolo mi concentrerò solo sull'automobile elettriche (AE), tralasciando le altre, pur importanti, tipologie di veicoli che posso funzionare in modalità elettrica quali i furgoni, le biciclette, i motocicli, gli autobus ed i camion.

2. La lenta penetrazione delle auto elettriche in Italia

La tabella 1, pubblicata da Acea - *European Automobile Manufacturers' Association*, mostra che la penetrazione delle AE, in Italia è più lenta che in altri paesi. Nel 2014 sono stati immatricolati solo 1473 AE, contro le 12\13 mila in Francia o Germania, ovvero circa un centinaio al mese. Una parziale sorpresa per l'Italia è stato il mese di marzo 2015 con più di 300 immatricolazioni.

Tabella 1 - Diffusione delle AE* in Europa.

	2014	2013	% Chg 2014/2013
AUSTRIA	3.641	3.227	12,8%
BELGIUM	2.032	819	148,1%
BULGARIA	2	1	100,0%
CZECH REPUBLIC	583	475	22,7%
DENMARK	1.612	650	148,0%
ESTONIA	402	150	168,0%
FINLAND	440	218	101,8%
FRANCE	12.488	9.622	29,8%
GERMANY	13.118	7.706	70,2%
GREECE	64	4	1500,0%
HUNGARY	43	16	168,8%
IRELAND	256	50	412,0%
ITALY	1.473	1.174	25,5%
LATVIA	391	13	2907,7%
NETHERLANDS	12.920	22.495	-42,6%
POLAND	3.968	1.900	108,8%
PORTUGAL	289	221	30,8%
ROMANIA**	7	4	75,0%
SLOVAKIA	169	136	24,3%
SPAIN	1.405	883	59,1%
SWEDEN	4.667	1.547	201,7%
UNITED KINGDOM	15.361	3.833	300,8%
EUROPEAN UNION	75.331	55.144	36,6%
EU15	69.766	52.449	33,0%
EU (New Members)	5.565	2.695	106,5%
NORWAY	19.767	8.210	140,8%
SWITZERLAND	2.693	1.717	56,8%
EFTA	22.460	9.927	126,3%
TOTAL EUROPE (EU+EFTA)	97.791	65.071	50,3%
WEST. EUROPE (EU15+EFTA)	92.226	62.376	47,9%

*AE = Pure Electric Vehicles + Extended-Range Electric Vehicles + Plug-In Hybrid Electric Vehicles

**Includes only Pure Electric Vehicles. No data available for Other Electrically Charged Vehicles

Fonte: Acea - European Automobile Manufacturers' Association

E' quindi evidente che l'Italia ha mantenuto finora una posizione di retroguardia o attendista, relativamente all'accoglimento di questa innovazione tecnologica, rinunciando sia a coglierne i potenziali benefici sia a rispondere alla sfide a cui si è accennato nella prima sezione. Le cause di questo "scetticismo" sono, come al solito, molte. Una di queste è stata, a mio parere, l'assenza di politiche di promozione della automobili elettriche. Ma quali politiche sarebbe opportuno adottare?

3. Le determinanti della domanda di auto elettrica

Un'importante fonte d'idee per rispondere alla domanda appena posta viene dalle analisi sulle determinanti della domanda di automobili.

La domanda di automobile è soggetta a studio da parte degli economisti dei trasporti da molti anni, utilizzando metodologie assai differenziate (macroeconomiche o microeconomiche). Spiegare la domanda totale di automobili e la scelta tra i diversi modelli si è dimostrato assai complesso. Una rassegna della letteratura è presente anche in Valeri e Danielis (2015). Le ragioni di tale complessità derivano dal fatto che l'automobile è un bene durevole, e quindi è soggetto a un processo decisionale complesso e importante, che spesso coinvolge più di una persona (famiglia). E' un bene simbolo, o meglio lo è stato soprattutto in passato, mentre attualmente sta prendendo piede la condivisione dell'auto stessa. E' un bene ad alto contenuto tecnologico, studiato e discusso da schiere di appassionati. Inoltre, la scelta dell'automobile, in particolare di quella elettrica, è spesso connessa alla disponibilità del garage e di altre automobili nell'ambito del nucleo familiare. Tali caratteristiche rendono non facile modellizzare e prevedere la domanda di automobili in generale e per tipo di alimentazione.

Con riferimento all'Italia, un nostro studio (Valeri e Danielis, 2015) - realizzato nei primi mesi del 2014 intervistando 116 persone residenti in 3 città italiane (Trieste, Bologna, Urbino) e stimando un modello a scelta discreta - ha mostrato come nella scelta dell'auto tra 7 diversi tipi di alimentazione\motore giochino un ruolo importante il prezzo d'acquisto, il costo chilometrico per il suo utilizzo, l'autonomia che permette con un pieno\ricarica e la distanza del luogo di rifornimento (in particolare per il metano e per il GPL). Nel nostro modello non sono risultate variabili significative la disponibilità del garage e il numero di viaggi effettuati nel corso dell'anno su distanze medio-lunghe. L'effetto dei tempi per la ricarica, invece, non è stato studiato. Il modello così stimato ci ha permesso di effettuare delle simulazioni su cui riferiremo nel paragrafo 3.2.

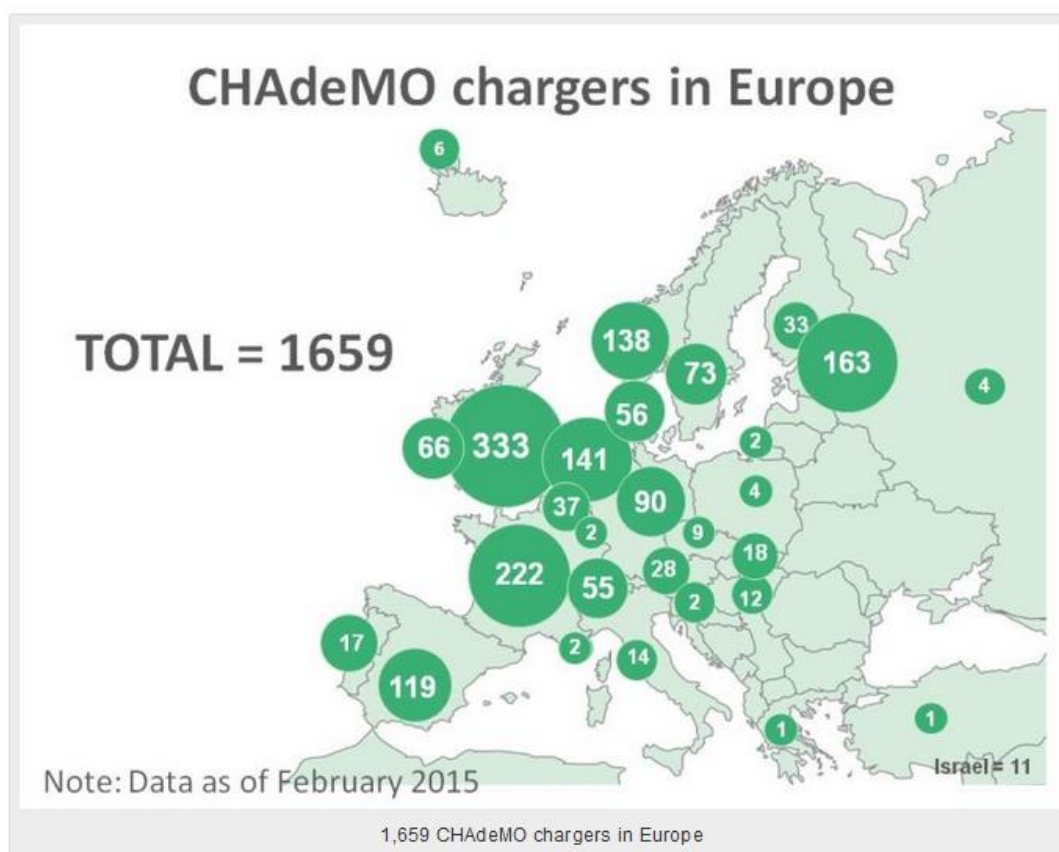
3.1 Stazioni di ricarica

Dato il problema della limitata autonomia delle attuali AE, uno dei temi più dibattuti è l'installazione delle stazioni di ricarica (colonnine di ricarica), in quanto si pensa che esista un dilemma "uova-gallina": senza le stazioni di ricarica, le persone non si fidano ad acquistare un'AE; se non c'è una domanda per la ricarica da parte dei proprietari di AE non verranno installate le stazioni di ricarica. È inoltre possibile che esistano anche economie di rete per cui, come sostiene la teoria economica, debba essere superata una soglia minima (di AE\di stazioni di ricarica) affinché il settore sia economicamente sostenibile.

Le stazioni di ricarica vanno distinte in base alla potenza con cui ricaricano le batterie elettriche. Esistono varie potenze (da 3.3 kW delle utenze residenziali, alle infrastrutture pubbliche di ricarica che possono andare da 7 a 50 KW, con tempi di ricarica che vanno dalle 8-12 ore delle utenze residenziali alle 3-4 ore delle ricarica a 7 KW ed ai 20-30 minuti con stazioni a 50 kW) e automobili

elettriche con differenti capacità di essere alimentate da potenze diverse. La potenza, in soldoni, si traduce in tempi di ricarica, un elemento decisivo nella decisione di acquistare un'auto elettrica. Sussistono inoltre diverse tipologie di prese elettriche, tipiche di un prodotto che è in fase di definizione e che non si è ancora assestato su uno standard condiviso.

Dati recenti sulla diffusione delle stazioni di ricarica CHAdeMO, caratterizzate da una potenza fino a 62,5 kW, quindi definibili veloci e che possono ricaricare una batteria all'80% in circa 30 minuti mostrano che l'Italia è indubbiamente in ritardo rispetto ad altri paesi europei.



- elettrificare le autostrade costituendo i corridoi elettrici veloci bidirezionali attrezzando le stazioni di servizio autostradali con coppie di sistemi fast multistandard;
- attrezzare i distributori di carburante con coppie di sistemi fast multistandard, coinvolgendo entro il 2016 almeno il 20% dei distributori di carburante extraurbani, con il vincolo di rispettare una distanza tra i distributori non superiore a 50 km, e il 10% di tutti i distributori urbani;
- estendere l'installazione di ricarica fast multistandard ai poli attrattori di traffico caratterizzati da tempi di sosta compatibili con tale tipo di ricarica (centri commerciali, cinema multisala, parchi divertimento, zone fieristiche, etc).

Secondo stime RSE (Ricerca sul Sistema Energetico), citate in Lombardo (2015), i costi sarebbero contenuti: “circa 100 milioni di euro sarebbero sufficienti per predisporre un'infrastrutturazione minima per permettere agli autoveicoli elettrici di muoversi in tutta l'Italia oppure 200 milioni nell'ipotesi di attrezzare ogni sito con due sistemi di ricarica in eccesso al fine di garantire la continuità del servizio (anche durante le manutenzioni) ed eventualmente la ricarica simultanea di due veicoli elettrici nel sito”.

Ma quanto è veramente importante la presenza di una rete capillare di ricarica per convincere i consumatori a comprare AE? Non ci sono risposte certe a questa domanda. Si deve infatti considerare che:

- esistono prime significative evidenze, nei paesi dove le AE stanno prendendo progressivamente piede (come la California), che molti utenti caricano le loro auto principalmente a casa. In questo senso la proprietà di un garage è il requisito principale, mentre l'uso delle stazioni di ricarica pubblica è solo occasionale ed emergenziale.
- Dipende dal prezzo applicato nelle stazioni di servizio pubblico, che può essere anche molto più elevato del costo dell'energia usata a domicilio.
- L'effetto “incoraggiante” ad acquistare l'auto elettrica, svolto dalla presenza e visibilità delle reti di ricarica pubblica non sembra significativo (Bailey et al., 2015).
- Ciononostante, in contrasto con il primo punto, l'attuale esperienza cinese mostra che, nonostante l'elevata promozione fiscale, i consumatori non sembrano volere acquistare AE proprio a causa della mancanza di un'adeguata rete pubblica di stazioni di ricarica.

Infine, si deve tener conto che nello sviluppo delle stazioni di ricarica è importante il ruolo del regolatore pubblico, ma anche quello degli investitori semi-privati, come le *public utilities*, e degli investitori privati, che, a volte coincidono, con i produttori di AE, come dimostra emblematicamente il caso Tesla.

3.2 *Incentivi fiscali*

In un precedente articolo su questa rivista abbiamo elencato gli incentivi fiscali presenti in diversi paesi e criticato la struttura degli incentivi, e soprattutto la loro gestione in Italia (Danielis, 2014). Essi vanno da sussidi all'acquisto, alle esenzioni dalle imposte di acquisto o alla circolazione, alle riduzioni delle aliquote Iva. Ma quanto sono veramente importanti gli incentivi fiscali per la penetrazione delle AE?

Uno degli studi più accreditati, svolto da Mock e Yang (2014) per conto dell'ICCT (International Council for Clean Transportation), confrontando gli anni 2012-13, ovvero gli anni di avvio della mobilità elettrica, mostra come i paesi con la maggiore penetrazione siano anche quelli in cui gli incentivi fiscali sono stati più generosi (Figura 1).

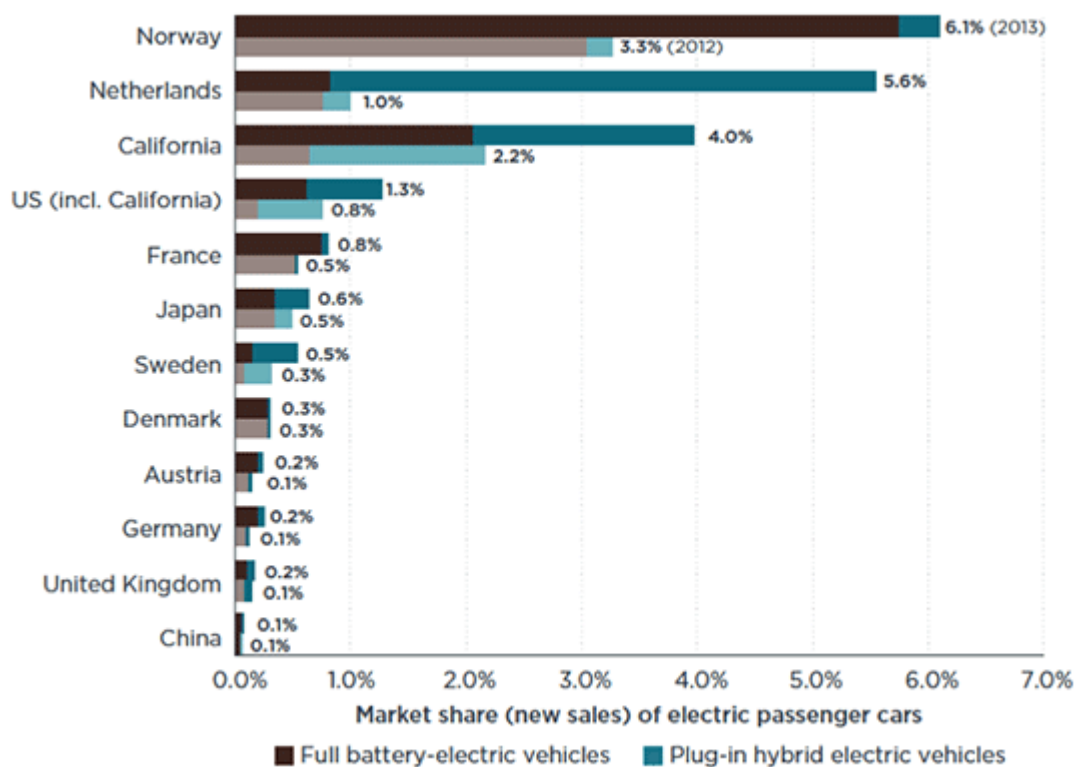
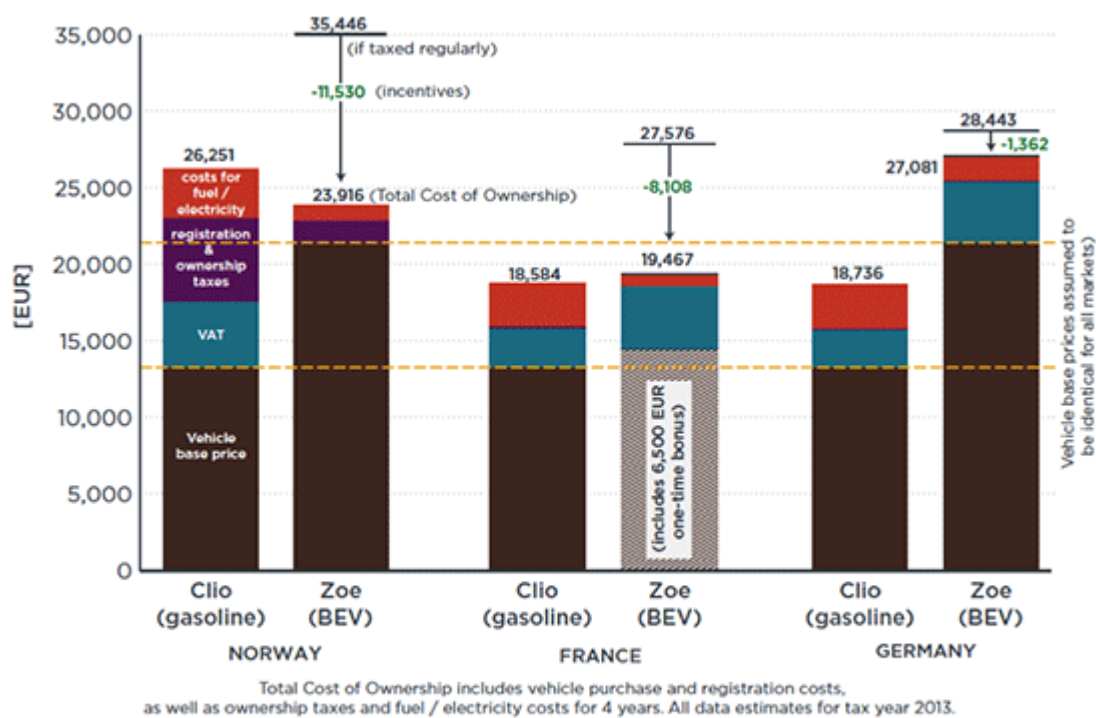


Figura 2 – Tassi di penetrazione delle AE (fonte: Mock e Yang, 2014)

La figura 2 mostra quanto gli incentivi possano modificare il costo relativo di un veicolo. Laddove si è deciso a livello politico di orientare fortemente il mercato (Norvegia e Francia), l'auto elettrica ha un costo equivalente o addirittura inferiore a quella convenzionale.



Comparison of total cost of ownership for a Renault Zoe battery electric vehicle and a Renault Clio gasoline vehicle for Norway, France, and Germany.

Figura 3 – Confronto tra auto tradizionali ed elettriche (fonte: Mock e Yang, 2014)

Tuttavia Mock e Yang (2014) concludono che gli incentivi fiscali possono non essere decisivi, citando come esempio la Gran Bretagna, dove nonostante generosi incentivi nel 2013 il tasso di penetrazione è rimasto assai limitato. A risultati simili, ovvero che gli incentivi fiscali potrebbero non bastare, giungono anche altri autori (Sierzchula et. Al., 2014; Zhang et al., 2014).

Similmente il nostro studio (Valeri e Danielis, 2015) ci ha portato a concludere che politiche singole sarebbero poco efficaci. Solo se si realizzano contemporaneamente diversi fattori, la penetrazione delle AE sarebbe significativa. Nello studio è stata condotta un'analisi di scenario, ipotizzando l'introduzione di sussidi all'acquisto delle auto meno inquinanti pari a quelli stabiliti dal governo italiano, aumenti pari a tre volte dell'autonomia delle AE, un aumento del 20% del prezzo dei carburanti tradizionali (che invece è diminuito), diminuzioni del costo d'acquisto delle automobili elettriche pari a 5.000 euro.

Tabella 2 – Variazioni della quota di mercato rispetto allo scenario base. Fonte: Valeri, E., Danielis, R. (2015)







Modelli di automobili	<u>Scenario 1:</u> sussidio	<u>Scenario 2:</u> tripla autonomia delle AE	<u>Scenario 3:</u> aumento del 20% del prezzo dei combustibili fossili	<u>Scenario 4:</u> riduzione del prezzo di €5.000 per le AE	<u>Scenario 5:</u> tutte i precedenti scenari allo stesso tempo
VW Polo (benzina)	-18.4	-0.3	-3.4	-0.1	-24.5
Ford Fiesta (diesel)	20.8	-0.4	0.5	-0.1	11.4
Fiat Punto Evo (bi-fuel - CNG)	-6.2	-0.4	1.9	-0.2	-7.9
Natural Power Alfa Romeo Mito (bi-fuel - LPG)	-2	-0.5	0.2	-0.1	-3.4
Toyota Yaris (ibrid - benzina)	5.3	-0.3	-0.3	-0.1	3.2
Peugeot iOn (BEV – owned battery)	0.19	0.91	0.86	0.21	6.3
Renault Zoe (BEV – leased battery)	0.16	0.9	0.14	0.25	14.86

Come si vede dalla tabella 2, nessuna di queste misure singolarmente prese ha un impatto rilevante sulla penetrazione di AE in Italia. Solo se tutti questi scenari si avverassero contemporaneamente il tasso di penetrazione potrebbe salire al 15% delle immatricolazioni.

Tuttavia, un economista non può sfuggire alla domanda se gli incentivi fiscali alle AE siano giustificati o meno dal punto di vista dell'efficienza sociale. Prud'homme e Koning (2012) sono stati tra i primi in ambito scientifico a sostenere che la risposta è negativa. Mettendo a confronto due auto, una diesel, la Renault Clio, ed una elettrica, la Renault Zoe, trovano che la seconda è superiore alla prima dal punto di vista sociale (incluso in questo concetto oltre alle esternalità ambientali anche il minor gettito da tassazione dei combustibili fossili²) solo se si valutano le emissioni di CO₂ per tonnellata pari a 895 euro, un valore poco giustificabile dal punto di vista dell'analisi costi benefici, che solo in scenari estremi scende a 102 euro. Gli autori sottolineano che i risultati dipendono in modo cruciale dalle ipotesi sulla percorrenza, da loro fissati a 10 mila km all'anno in quanto l'autonomia della Renault Zoe è limitata a soli 150 km ed i tempi di ricarica sono lunghi. A nostro parere, sono poco convincenti invece le stime di consumo di carburante delle auto tradizionali stimate in 7.623 euro per 10 mila km per 15 anni.

² L'inclusione del minor gettito da tassazione nel concetto di costo sociale, a mio parere, non è corretta. Essa infatti rappresenta un trasferimento dagli individui alle casse dello Stato e non un costo in termini di risorse. E' dunque senz'altro vero che, stante la tassazione attuale sui carburanti, l'auto convenzionale genera gettito fiscale che le AE non producono, ma ciò non è un costo in termini di risorse consumate, come invece lo sono altri costi sociali come le esternalità ambientali.

Table 8: Results of baseline case for three BEV-ICE pairs

4-door Sedan Km/day, 365 days Km/yr (new)											
Fluence ZE (electric) 12g CO2/km	Purchase cost (€) w/ subsidy	Battery cost (€82/month)	Electricity cost (€)	Electricity taxes (€)	Electric vehicle subsidy (€)	CO ₂ intensity Electricity (g/kWh)	Total lifetime usage cost (€)	Additional consumer cost (veh. life)	Additional consumer cost (3 yrs)*	Additional societal cost (veh. life)	CO ₂ reduction (Tonnes)
	21300	10940	1622	605	5000	90	39668	4388	2889	12240	23.4
Fluence dCi 90 (diesel) 141.87g CO2/km	Purchase cost (€)	Oil cost of fuel (€)	Other fuel costs (€)	Fuel taxes (€)	Additional repair cost (€)	Local pollution costs (€)					Cost per Tonne CO ₂ reduced (€/t)
	20500	4751	1159	4091	778	634	31200				524
5-door Compact Km/day, 365 days Km/yr (new)											
Zoe ZE (electric) 10g CO2/km	Purchase cost (€) w/ subsidy	Battery cost (€79/month)	Electricity cost (€)	Electricity taxes (€)	Electric vehicle subsidy (€)	CO ₂ intensity Electricity (g/kWh)	Total lifetime usage cost (€)	Additional consumer cost (veh. life)	Additional consumer cost (3 yrs)*	Additional societal cost (veh. life)	CO ₂ reduction (Tonnes)
	15700	10540	1190	444	5000	90	29074	4875	2265	12005	17.9
Clio dCi 75 eco2 (diesel) 125.84g CO2/km	Purchase cost (€)	Oil cost of fuel (€)	Other fuel costs (€)	Fuel taxes (€)	Additional repair cost (€)	Local pollution costs (€)					Cost per Tonne CO ₂ reduced (€/t)
	15800	3620	883	3117	778	543	24199				673
2-seat Compact Van Km/day, 260 days Km/yr (new)											
Kangoo Maxi Z.E. 15g CO2/km	Purchase cost (€) w/ subsidy	Battery cost (€75/month)	Electricity cost (€)	Electricity taxes (€)	Electric vehicle subsidy (€)	CO ₂ intensity Electricity (g/kWh)	Total lifetime usage cost (€)	Additional consumer cost (veh. life)	Additional consumer cost (3 yrs)*	Additional societal cost (veh. life)	CO ₂ reduction (Tonnes)
	16200	11874	3907	1420	5000	90	34501	-4264	322	6992	50.0
Kangoo Maxi - dCi 85 (diesel) 166.738g CO2/km	Purchase cost (€)	Oil cost of fuel (€)	Other fuel costs (€)	Fuel taxes (€)	Additional repair cost (€)	Local pollution costs (€)					Cost per Tonne CO ₂ reduced (€/t)
	16400	10249	2501	8827	778	1161	38755				140

Source: ITF analysis based on data from Renault, ITF, IEA.

Figura 4 - Confronto tra auto tradizionali ed elettriche (fonte: Crist, 2012)

Anche Crist (2012) (figura 4), utilizzando una metodologia simile a Prud'homme e Koning (2012) giunge alla conclusione che l'auto elettrica è giustificata in termini sociali (definito come sopra) solo se si valuta la una tonnellata di CO₂ tra 500 e 700 euro, mentre il furgoncino elettrico necessiterebbe di una valutazione inferiore, pari a 140 euro per tonnellata. Ciò perché il costo sociale dell'auto elettrica è di circa 12 mila euro superiore all'auto diesel. Le valutazioni sono fatte per la Renault Zoe e la Renault Fluence. Tutto ciò con ipotesi di percorrenza di circa 13 mila km all'anno. Dal punto di vista privato, Crist (2012) trova che il costo complessivo di un'auto privata è di circa 5.000 euro maggiore della corrispondente auto diesel³. Un sussidio pari a quella cifra renderebbe quindi conveniente dal punto di vista privato l'auto elettrica, ma non dal punto di vista sociale. Viceversa, appare che il furgoncino elettrico è già conveniente dal punto di vista privato anche senza sussidio.

Zondag *et al.* (2013) ulteriormente si interrogano sugli impatti di una eventuale penetrazione dell'auto elettrica, giungendo alla conclusione che il gettito fiscale derivante dal trasporto passeggeri ne risulterebbe ridotto, ma anche le emissioni di CO₂ risulterebbero più che dimezzate.

³ Questo valore è più vicino alle stime che noi (Rusich e Danielis, in pubblicazione) abbiamo stimato per l'Italia.

3.3 *Incentivi non monetari*

In Norvegia, il 100% dell'energia elettrica è di origine idroelettrica. Ciò è alla base del fatto che la Norvegia abbia trovato molto interessante stimolare la diffusione delle AE al posto di quello tradizionali, riducendo in questo modo sia le emissioni d'inquinanti locali che quelli globali. Grazie ad una coscienza ambientalista diffusa e a un potere d'acquisto elevato (dovuto anche alla disponibilità di giacimenti di petrolio), il governo norvegese ha potuto emanare una batteria di incentivi estremamente favorevoli all'acquisto delle AE. Non solo considerevoli incentivi fiscali (in un paese in cui la tassazione sull'acquisto dell'automobile è quasi pari al costo del veicolo), come l'esclusione dalle tasse di acquisto, la riduzione del 25 dell'Iva sul prezzo d'acquisto (che hanno reso il prezzo della Nissan Leaf inferiore a quello della Volkswagen Golf), ma anche l'esenzione dalla tassa di circolazione annuale, il parcheggio gratuito nelle spazi a pagamento pubblici, l'esenzione dal pagamento dei pedaggi sulle strade, sui ponti e sui traghetti ed infine anche la possibilità di accesso alle corsie riservate agli autobus (con risparmi di tempo pari a più di 20 minuti rispetto alle auto convenzionali. Tutto ciò fino alla fine del 2017 o fino che fossero state acquistate 50 mila AE. Questo mix di incentivi fiscali e non fiscali, congiuntamente alla disponibilità di una gamma ampia ed affidabile di AE (in primis, Nissan Leaf, Tesla Model S), ha portato ad una rapida penetrazione in Norvegia delle AE che hanno raggiunto nel marzo 2015 più del 20% dell'immatricolato.

Questi sviluppi, che indubbiamente stanno contribuendo a ridurre rapidamente il grado di carbonizzazione del trasporto passeggeri in Norvegia, hanno trovato voci dissenzienti in relazione alla eccessiva discriminazione a favore delle AE, all'aumento della congestione delle corsie riservate al trasporto pubblico (l'85% dei veicoli che usano le corsie riservate sono AE), alla caduta del gettito proveniente dai parcheggi, alla sostituzione tra AE e trasporto pubblico, alla riduzione di gettito per i gestori dei traghetti. Queste critiche, e il raggiungimento con due anni di anticipo della quota prefissata a 50 mila AE, stanno spingendo le autorità nazionali a ridurre progressivamente, senza però eliminare completamente, i privilegi accordati alle AE.

Cosa si può imparare dal caso norvegese? Ovviamente che lo svantaggio attuale delle AE può essere colmato tramite un opportuno pacchetto di incentivi fiscali e non. Tra l'altro i sondaggi tra chi ha comprato le AE mostrano abbastanza unanimemente che gli utenti sono soddisfatti delle prestazioni tecniche delle AE. L'obiettivo deve però essere adeguatamente comunicato e perseguito con determinazione a tutti i livelli di governo, sia nazionale sia locale. Prima di tutto però l'obiettivo deve essere condiviso, dopo essere stato adeguatamente vagliato. Nel caso norvegese, l'uso esclusivo della fonte idroelettrica per la produzione di energia elettrica è stato l'elemento cruciale, che ha reso inequivocabilmente possibile ridurre gli impatti negativi del trasporto privato sull'ambiente locale e globale. Nel caso di altri paesi, compresa l'Italia, la situazione non è questa in quanto l'energia elettrica è prodotta da un insieme di fonti che comprendono quelle fossili e ciò dimostra che le strategie relative all'automobile debbano, per essere efficaci e per essere accettate, andare di pari passo a quelle inerenti la promozione dell'uso delle risorse rinnovabili per la produzione di energia elettrica.

4. Conclusioni

L'Italia mostra un tasso di penetrazione delle AE più lento rispetto agli altri paesi europei. Allo stesso modo non si sviluppa allo stesso ritmo la rete delle stazioni di ricarica. E' un'opportunità persa?

Le AE, e in generale i veicoli elettrici, possono contribuire a ridurre gli impatti negativi dei trasporti sull'ambiente urbano e globale, un contributo importante per le dense città italiane, per mantenere gli impegni internazionali di ridurre le emissioni di gas serra e anche per ridurre la dipendenza dal petrolio. Potenzialmente quindi le AE rappresentano un'opportunità rilevante.

La risposta alla domanda che ci siamo posti è però meno scontata di quanto sembri. In primo luogo si deve ammettere che, al momento attuale, le AE mancano ancora dei requisiti di convenienza economica e di comodità d'uso che invece contraddistinguono le auto tradizionali.

Come per tutte le nuove tecnologie, i margini di incertezza sono ancora molto ampi, anche se i progressi realizzati negli ultimi anni relativamente alle batterie elettriche, ottenendo consistenti miglioramenti della loro capacità e durata e contemporaneamente una riduzione del loro peso, volume e costo, fanno ben sperare. Inoltre, prosegue a pieno ritmo la sperimentazione delle batterie allo stato solido e l'utilizzo di componenti chimici diversi dagli attuali ioni di litio.

Affinché le opportunità si realizzino è necessario che, non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche da quello industriale e da quello organizzativo e regolamentare, i diversi attori operino in modo coerente allo sviluppo della mobilità elettrica. Gli investitori privati, soprattutto i produttori di automobili ma anche tutta la filiera della componentistica ad essi collegata, devono svolgere il proprio essenziale compito e molti, anche se con diversa convinzione, lo stanno infatti svolgendo, sviluppando AE sempre migliori e stazioni di ricarica a costi sempre più bassi. Le autorità pubbliche devono svolgere il proprio compito. Se veramente si ritiene, fatta un'accurata analisi dei costi e dei benefici avvalendosi delle tecniche di stima più avanzate, che le AE siano un'opportunità anche per l'Italia, le autorità pubbliche italiane, coordinandosi a livello nazionale e locale, devono predisporre quell'insieme di incentivi fiscali e non che ne favoriscano l'adozione.

Finora ciò non è avvenuto. Sono stati deliberati incentivi poco mirati che non sono risultati efficaci e si è pianificata la rete di infrastrutture di ricarica, realizzandola ad oggi in misura molto contenuta. Più che concentrarsi sulla realizzazione di un'infrastruttura diffusa, che - anche se giudicata non troppo impegnativa economicamente - è comunque difficile, alla luce dei possibili sviluppi della capacità delle batterie, da posizionare e dimensionare correttamente, credo che sia preferibile procedere per sperimentazioni successive su aree di utilizzo efficiente delle potenzialità delle AE.

Le aree più promettenti, date le caratteristiche attuali dei veicoli elettrici e delle esperienze internazionali, sono, a mio parere, il trasporto urbano delle merci, il servizio dei taxi e le flotte pubbliche e private (carsharing) ad alta percorrenza. E' possibile che in queste aree ci siano le condizioni sia private che sociali per una loro efficiente introduzione.

Per quanto riguarda la mobilità privata, contrariamente a quanto ci si aspettava, le AE sembrano, al momento attuale, essere convenienti solo se si dispone di un garage privato e si percorrono più di 13 mila km all'anno (circa 40 km al giorno), tenendo comunque conto che in Italia viaggi lunghi sono ancora problematici. Un quadro ben diverso quindi dall'uso urbano su brevi distanze che sembrava il segmento più adatto alle AE.

Congiuntamente alla penetrazione delle AE, è però estremamente importante ulteriormente rafforzare il peso delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica. Solo se l'energia elettrica è prodotta da fonti rinnovabili il bilancio ambientale delle AE è inequivocabilmente positivo. Anzi, proprio nell'interazione positiva tra produzione di energia elettrica e uso dei veicoli elettrici (*smart grid, grid-to-vehicle, vehicle-to-grid*, produzione di energia a livello locale e immagazzinamento dell'energia) sta, a mio parere, uno dei punti principali su cui lavorare e investire. Su questi aspetti è indispensabile che il decisore pubblico guidi il processo innovativo.

Riferimenti bibliografici

- Crist, P. (2012), *Electric Vehicles Revisited - Costs, Subsidies and Prospects*, OECD, Paris.
- Bailey, J., Miele, A., Axsen, J. (2015) "Is awareness of public charging associated with consumer interest in plug-in electric vehicles?", *Transportation Research Part D*, 36, 1–9.
- Danielis, R. (2014) - Quali politiche per promuovere le automobili elettriche in Italia? Un commento, *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*.
- Lombardo, G. (2015) Infrastrutture di ricarica veloce: una proposta operativa, *Veicoli Elettrici*, Maggio.
- Mahajan, S.R., Rajopadhye, R.D. (2013) Transportation Noise and Vibration-Sources, Prediction, and Control, *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 3 (5).
- Mock, P., Yang, Z. (2014) *Driving electrification a global comparison of fiscal incentive policy for electric vehicles*, International Council on Clean Transportation.
- Prud'homme, R., Koning, M. (2012), Electric vehicles: a tentative economic and environmental evaluation, *Transport Policy* 23, 60-69.
- Rusich, A., Danielis, R., (in pubblicazione), Total cost of ownership, social lifecycle cost and energy consumption of various automotive technologies in Italy, *Research in Transportation Economics*.
- Sierzhula, W., Bakker, S., Maat, K. (2014) The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption, *Energy Policy*, 68, 183–194.
- Valeri, E., Danielis, R. (2015). Simulating the market penetration of cars with alternative fuelpowertrain technologies in Italy. *Transport Policy*, 37, 44-56.
- Zhang, X.; Xie, J.; Rao, R.; Liang, Y. Policy Incentives for the Adoption of Electric Vehicles across Countries. *Sustainability* 2014, 6, 8056-8078.
- Zondag, B., Nijland, H., Hoen, A., Snellen, D. (2013) *The electric vehicle scenario: does it get us into the right lane and can we afford it?*, European Transport Conference.