

**IL RINNOVO DEL PARCO VEICOLARE ITALIANO
PER UNA MOBILITÀ PIÙ SICURA, EQUA E SOSTENIBILE**

Fondazione **Filippo Caracciolo**
Centro Studi



**IL RINNOVO DEL PARCO VEICOLARE ITALIANO
PER UNA MOBILITÀ PIÙ SICURA, EQUA E SOSTENIBILE**

Ringraziamenti

Lo studio è stato realizzato dalla Fondazione Filippo Caracciolo.

Un sentito ringraziamento va a Francesco Ciro Scotto, responsabile scientifico e agli autori che hanno contribuito alla realizzazione di questo volume: Marco Cilione (Area professionale Statistica di ACI), Federica Cossu (Fondazione Filippo Caracciolo), Alessia Grande (Area professionale Statistica di ACI), Chiara Ronzoni (Fondazione Filippo Caracciolo), Federica Rullo (Fondazione Filippo Caracciolo), Cecilia Tortora (Fondazione Filippo Caracciolo).

Un sentito ringraziamento va inoltre a Lucia Pennisi dell'Area Professionale Statistica di ACI e a Michele Giardiello, Direttore Sviluppo della Fondazione Caracciolo, per i preziosi consigli forniti.

Si ringraziano, infine, i componenti del Comitato scientifico della Fondazione Filippo Caracciolo per il costante lavoro di guida, confronto e orientamento: il prof. Ennio Cascetta, il prof. Vito Mauro, il prof. Francesco Russo, il prof. Roberto Zucchetti e il prof. Stefano Zunarelli.

Gennaio 2021

© 2021 Fondazione Filippo Caracciolo
ISBN 9788832245073

Sommario

GLOSSARIO.....	5
PREMESSA	7
PRIMA PARTE.....	9
1. LA FOTOGRAFIA DEL PARCO VEICOLARE.....	9
1.1. I dati sul parco italiano ed europeo.....	9
1.2. Evoluzione del parco	12
1.3. Il parco per tipo di alimentazione	15
1.4. Il parco per età e classe di euro.....	18
1.4.1 Il parco autovetture.....	18
1.4.2 I parchi motocicli, autobus e veicoli merci.....	23
2. LE ESTERNALITÀ DEL PARCO VEICOLARE.....	25
2.1 Gli incidenti	25
2.1.1 I veicoli coinvolti in incidenti stradali per anno di immatricolazione	28
2.1.2 L'indice di sinistrosità in virtù delle percorrenze	30
2.1.3 Il ruolo strategico dei veicoli nella lotta agli incidenti stradali.....	32
2.2 L'inquinamento	33
2.2.1 Innovazione per auto e carburanti.....	40
2.2.2 Effetti del traffico sulla qualità dell'aria.....	42
2.2.3 La città di Roma	44
2.2.4 La città di Milano	49
2.2.5 La città di Torino	52
SECONDA PARTE.....	57
3. L'ANALISI DELLE POLITICHE DI SETTORE	57
3.1 Gli effetti della crisi.....	57
3.2 I benefici sociali ed ambientali legati al rinnovo del parco	57
3.3 Le valutazioni economiche nelle politiche di acquisto.....	60
3.4 Disincentivi e incentivi.....	62
3.5 Per una transizione ecorazionale della mobilità automobilistica.....	71
4. PROPOSTE PER IL RINNOVO DEL PARCO VEICOLARE ITALIANO	79
4.1. Gli effetti della crisi sulle scelte di trasporto	79
4.2 Definire le priorità	81
4.2.1 Pianificare gli incentivi in maniera proporzionale alle emissioni di CO2 valutate sull'intero ciclo di vita dell'auto.....	81
4.2.2 Small is beautiful. La discriminante dimensionale delle emissioni.....	84
4.2.3 Pianificare gli incentivi all'acquisto sulla base della maturità tecnologica	86
4.2.4 Una rete diffusa e resiliente.....	88
4.2.5 Consentire un accesso equo agli incentivi per evitare sperequazioni sociali.....	90
4.2.6 Puntare sulla ricerca per lo sviluppo industriale del Paese	90

CONCLUSIONI.....	93
INDICE TABELLE.....	96
INDICE FIGURE.....	97
ALLEGATI.....	99

GLOSSARIO

ACEA – Associazione Europea delle Case Automobilistiche

ACI – Automobile Club d'Italia

ADAS – Advanced Driver Assistance System

ANFIA – Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica

ARPA – Agenzia regionale per la Protezione Ambientale

BEV – Battery Electric Vehicle

CAGR – Compound Annual Growth Rate

CNR – Centro Nazionale delle Ricerche

CO – Monossido di carbonio

CO₂ – Biossido di carbonio

DIITET – Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti

DPF – Diesel Particulate Filter

EAFO – European Alternative Fuels Observatory

EEA – European Environment Agency

ENEA – Ente Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

EV – Electric Vehicle

FAP – Filtre à Particules

GPL – Gas di Petrolio Liquefatti

GSE – Gestore Servizi Energetici

HEV – Hybrid Electric Vehicle

HVO – Hydrotreated Vegetable Oil

ICE - Internal Combustion Engine

ICEV – Internal Combustion Engine Vehicles

IEA – International Energy Agency

IPCC – International Panel on Climate Change

IPT – Imposta Provinciale di Trascrizione

ISFORT – Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica

KPI – Key Performance Index

LCA – Life Cycle Assessment
MISE – Ministero per lo Sviluppo Economico
MIT – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
NEDC – New European Driving Cycle
NOx – Ossidi di azoto
NO2 – Diossido di azoto
PFT – Progetti Finalizzati Trasporti
PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PIL – Prodotto Interno Lordo
PM 10 – Particular Matter 10µm
PM 2,5 – Particular Matter 2,5µm
PRA – Pubblico Registro Automobilistico
RCA – Responsabilità Civile Auto
RDE – Real Driving Emissions
TPL – Trasporto Pubblico Locale
TTW – Tank To Wheel
UNRAE – Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri
VRU – Utenti vulnerabili della strada
V2G – Vehicle to Grid
WLTP – Worldwide harmonized Light-vehicles Test Procedure
WTT – Well To Tank
WTW – Well To Wheel

PREMESSA

Lo sviluppo della pandemia da Sars-CoV-2 e le relative misure di contrasto messe in atto dal Governo hanno prodotto profondi cambiamenti nello stile di vita individuale e familiare delle persone, influenzando fortemente le scelte modali di spostamento, a discapito dell'utilizzo dei mezzi di trasporto collettivo o condiviso, che negli ultimi anni si stavano affermando per le lunghe e brevi percorrenze, in particolare nelle grandi città italiane. La minore capacità del trasporto pubblico, ridotta temporaneamente a circa il 40% della capienza massima nella prima fase post *lockdown*, per essere poi allargata all'80% e, infine, tornare all'attuale 50%, per consentire un adeguato distanziamento fisico, e la paura del contagio degli utenti abituali del TPL hanno favorito un significativo ritorno all'uso dell'auto privata.

Al di là dei lodevoli e parzialmente efficaci tentativi degli amministratori nazionali e locali di contenere gli effetti di uno spostamento modale di massa dal trasporto collettivo all'auto privata, appare oggi evidente, ancor di più con l'apertura delle scuole, l'aumento del flusso di autovetture, non tutte "ecologiche" e "sicure". Secondo gli ultimi dati Isfort nel periodo 18 maggio-15 ottobre gli spostamenti con mezzo pubblico si sono ridotti del 46% rispetto al 2019, mentre l'uso dell'auto privata recupera molto, dopo il lockdown, fermandosi nello stesso periodo (maggio-ottobre) ad un -21% (sul 2019). I dati presentati trovano conferma anche nelle dichiarazioni degli intervistati Isfort sui flussi di riposizionamento modale, secondo cui, chi usava il Tpl ora usa soprattutto l'auto privata (il 43%).

Da queste ultime evidenze emerge il paradosso di una mobilità che, nell'inseguire gli obiettivi di sicurezza legati alla prevenzione dei contagi, cade nella contraddizione di aumentare i rischi legati all'incremento dell'inquinamento e degli incidenti stradali.

Alla crisi sanitaria si affianca, poi, lo spettro della depressione economica che riduce le possibilità e le scelte di acquisto in generale e, per quel che riguarda il tema qui di interesse, di veicoli nuovi, più performanti dal punto di vista ambientale e della sicurezza.

Una crisi che colpisce tutti i settori della mobilità, tra questi, in particolare, quello automotive; un settore al centro di un processo di evoluzione industriale che vede nell'automazione e nell'elettrificazione dei veicoli i driver di una sfida tecnologica che non ha altri precedenti negli ultimi cinquant'anni. Una sfida fra costruttori, fra strategie industriali e scommesse sul futuro energetico. Nel contempo, una sfida fra continenti, giocata sul filo dell'innovazione, degli aiuti di Stato, delle materie prime, nonché sugli accordi fra colossi del settore automotive, in un mercato dell'auto sempre più globalizzato e fatto di catene produttive de-localizzate e di centri decisionali sovranazionali.

In sintesi, si tratta di una partita complessa nella quale si fondono traiettorie di sviluppo globale con problemi che impongono misure trasversali a tutti i livelli territoriali. Tali problemi sono connessi, da un lato, alle emissioni climalteranti e all'inquinamento da polveri sottili e, dall'altro, ai rischi legati all'aumento dell'incidentalità stradale. In questo scenario, la composizione del parco circolante gioca un ruolo importante nel miglioramento degli standard ambientali e di sicurezza stradale.

Questi aspetti sono trattati nel rapporto della Fondazione Caracciolo, realizzato anche allo scopo di fornire alcune valutazioni legate a possibili linee di intervento finalizzate a rinnovare il parco circolante italiano con iniziative tese a rendere la mobilità automobilistica più sostenibile dal punto di vista ambientale, della sicurezza stradale e della equità sociale.

Giuseppina Fusco

Presidente Fondazione Filippo Caracciolo

PRIMA PARTE

1. LA FOTOGRAFIA DEL PARCO VEICOLARE

1.1. I dati sul parco italiano ed europeo

Il parco veicolare italiano registra, da tempo oramai, uno dei valori più elevati nel rapporto vetture abitanti. Nel 2018, come mostra la Tabella 1, erano presenti 64,5 autovetture ogni 100 abitanti – valore aumentato di un ulteriore punto nel 2019 (65,5, dati ACI), con una crescita di oltre 5 punti in 10 anni; soltanto il Lussemburgo continua a registrare valori più elevati del nostro, mentre Spagna e Francia, ad esempio, mostrano tassi di motorizzazione privata decisamente più bassi (rispettivamente 52 e 49), così come la Germania (57 autovetture ogni 100 abitanti), pur con valori del PIL pro capite più elevato.

Un andamento, quello del parco italiano, dovuto probabilmente ad una non uniforme evoluzione delle immatricolazioni e delle radiazioni delle autovetture (Cfr. Figura 5).

Tabella 1: Autovetture circolanti in alcuni Paesi europei e confronti su aree e continenti - Anno 2018

Pz	Paese	Autovetture circolanti 2018	Popolazione residente	Autovetture ogni 100 ab.	Pz	Paese	Autovetture circolanti 2018.	Popolazione residente	Autovetture ogni 100 ab.
1	Lussemburgo	415.128	602.000	69,0	20	Grecia	5.164.183	10.741.000	48,1
2	Italia	39.018.170	60.483.973	64,5	21	Danimarca	2.593.568	5.781.000	44,9
3	Cipro	544.484	864.000	63,0	22	Irlanda	2.104.060	4.830.000	43,6
4	Malta	97.113	475.000	62,6	23	Slovacchia	2.326.787	5.443.000	42,7
5	Polonia	23.429.016	37.976.000	61,7	24	Croazia	1.665.391	4.105.000	40,6
6	Slovenia	1.203.774	2.066.000	58,3	25	Bulgaria	2.818.117	7.050.000	40,0
7	Germania	47.095.784	82.792.000	56,9	26	Ungheria	3.638.374	9.778.000	37,2
8	Estonia	746.464	1.319.000	56,6	27	Romania	6.450.750	19.530.000	33,0
9	Austria	4.978.852	8.822.000	56,4	28	Lettonia	636.671	1.934.000	32,9
10	Ceca Rep.	5.802.520	10.610.000	54,7					
11	Regno Unito	34.887.915	66.273.000	52,6		UNIONE EUROPEA 15	373.597.457	408.411.000	54,0
12	Spagna	24.074.216	46.658.000	51,6		Nuovi Membri UE	1.267.911.995	103.958.000	49,0
13	Paesi Bassi	8.787.283	17.181.000	51,1		UNIONE EUROPEA	379.120.793	512.369.000	53,0
14	Lituania	1.430.520	2.808.000	50,9		UE + EFTA	378.576.309	526.496.000	53,0
15	Belgio	5.782.685	11.398.000	50,7		AFRICA	34.150.000	1.287.900.000	2,7
16	Francia	33.020.132	66.926.000	49,3		AMERICA	317.400.000	1.015.000.000	31,3
17	Finlandia	2.696.334	5.513.000	48,9		ASIA	394.000.000	4.545.100.000	8,7
18	Portogallo	5.015.057	10.291.000	48,7		OCEANIA	18.160.000	41.000.000	44,3
19	Svezia	4.870.783	10.120.000	48,1		TOTALE MONDO	1.118.410.000	7.632.800.000	14,7

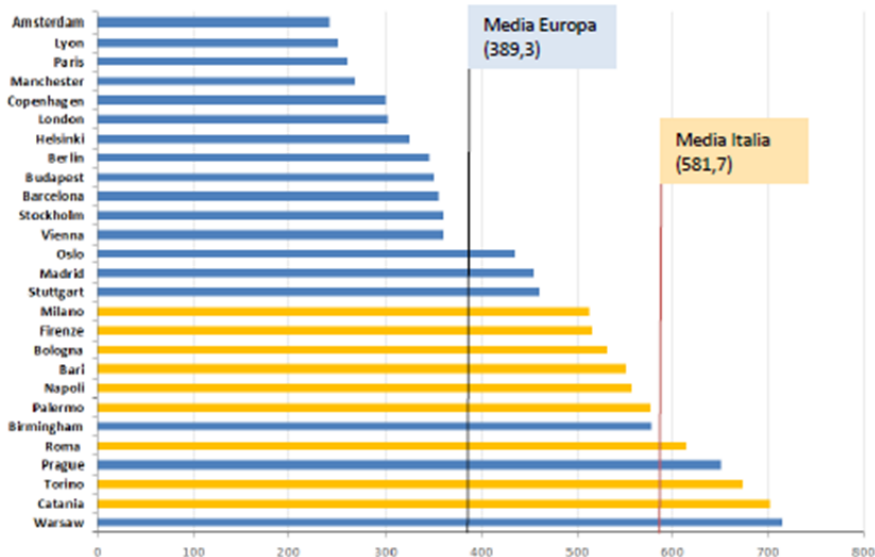
Fonte: Anfia 2020 su dati 2018

L'elevato tasso di motorizzazione italiano risulta ancora più evidente a livello locale se ci si appresta a fare qualche confronto con alcune città straniere. Un recente rapporto di Isfort¹ rivela che città come Roma, Torino e Catania, nel 2017, avevano un rapporto auto/abitanti più che doppio rispetto ad altre città europee come Parigi, Londra, Copenaghen, Amsterdam (Figura 1). La situazione non cambia se si passa a considerare le aree metropolitane (Figura 2): il rapporto autovetture/abitanti vedeva, infatti, ancora una volta l'hinterland di alcune nostre aree primeggiare per densità di autovetture presenti sulle strade. Secondo Isfort queste differenze, pur limitando l'attenzione alla sola sfera urbana, sono dovute

¹ "Modelli di mobilità, strumenti di pianificazione e policy per il trasporto sostenibile nelle aree urbane. Lo stato dell'arte e un'agenda di lavoro", Isfort 2020.

ad una serie di elementi di diversa natura, come livelli di benessere più elevati, preferenze per la mobilità attiva ed ecologica, scelte di politiche di investimento da parte delle autorità locali “in reti e servizi alternativi all’auto”².

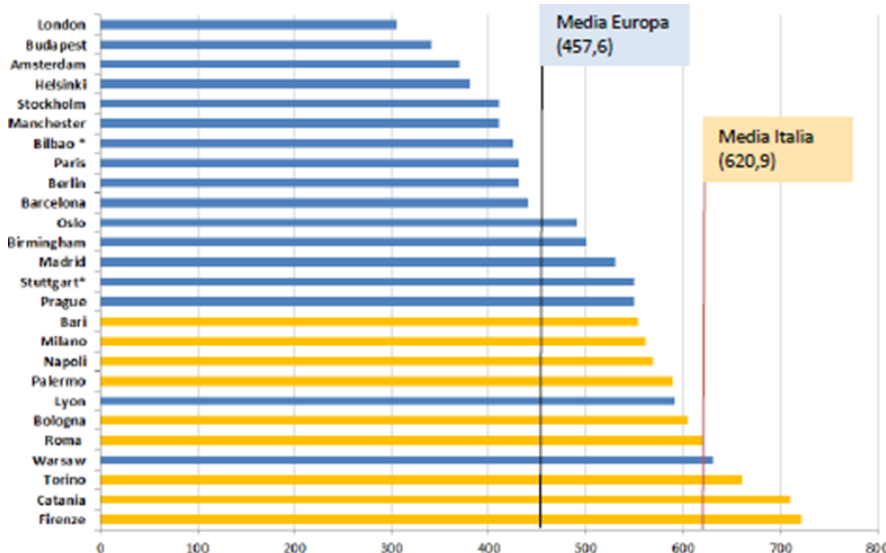
Figura 1: Autovetture ogni 1.000 ab. nei comuni capoluogo (num. ass.) – Anno 2017



Fonte: “Modelli di mobilità, strumenti di pianificazione e policy per il trasporto sostenibile nelle aree urbane Lo stato dell’arte e un’agenda di lavoro”, Isfort, 2020

I dati più recenti dell’Automobile Club d’Italia mostrano, per i grandi comuni italiani, tassi di motorizzazione ancora elevati: nel 2019 a Roma il numero delle auto ogni 1.000 abitanti è 631, a Napoli 589, mentre a Milano 561.

Figura 2: Autovetture ogni 1.000 ab. a livello Area metropolitana (num. ass.) – Anno 2017



Fonte: “Modelli di mobilità, strumenti di pianificazione e policy per il trasporto sostenibile nelle aree urbane Lo stato dell’arte e un’agenda di lavoro”, Isfort, 2020

² Fonte: Isfort, op. cit. pag. 28.

Il rapporto fra veicoli e abitanti in Italia non è però uniforme lungo tutto il territorio³: nel confronto fra le aree del Paese (Nord, Centro, Sud e Isole), il Centro risulta essere quella con il maggior numero di veicoli e autovetture per abitante, seguito dal Nord ed infine dal Sud e dalle Isole (Tabella 2). Per un maggior dettaglio sull'evoluzione del parco circolante si veda il paragrafo 1.2.

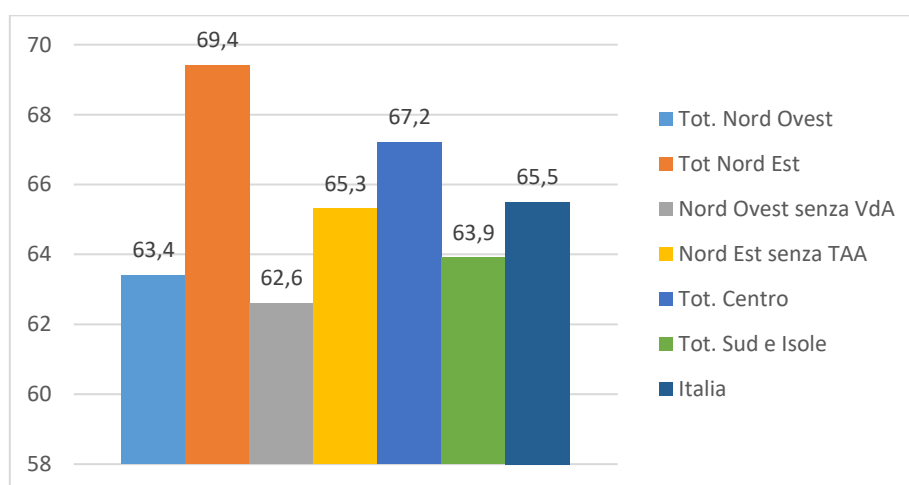
Tabella 2: Popolazione, autovetture e veicoli nelle Regioni - Anno 2019

Regioni	Pop.	Autovetture	Veicoli	Autovetture ogni 100 ab. (n.a.)	Veicoli ogni 100 ab. (n.a.)
Piemonte	4.356.406	2.938.022	3.861.183	67,4	88,6
Valle d'Aosta	125.666	213.904	292.943	170,2	233,1
Lombardia	10.060.574	6.212.479	8.150.925	61,8	81,0
Trentino Alto Adige	1.072.276	1.173.169	1.505.455	109,4	140,4
Veneto	4.905.854	3.185.227	4.176.685	64,9	85,1
Friuli Venezia Giulia	1.215.220	806.858	1.065.651	66,4	87,7
Liguria	1.550.640	845.602	1.371.967	54,5	88,5
Emilia Romagna	4.459.477	2.918.129	3.933.935	65,4	88,2
Toscana	3.729.641	2.577.918	3.548.051	69,1	95,1
Umbria	882.015	644.296	841.782	73	95,4
Marche	1.525.271	1.036.604	1.407.927	68	92,3
Lazio	5.879.082	3.818.372	4.947.338	64,9	84,2
Abruzzo	1.311.580	891.886	1.188.432	68	90,6
Molise	305.617	214.785	292.398	70,3	95,7
Campania	5.801.692	3.542.042	4.642.474	61,1	80,0
Puglia	4.029.053	2.403.021	3.060.266	59,6	76,0
Basilicata	562.869	378.819	487.861	67,3	86,7
Calabria	1.947.131	1.302.302	1.670.667	66,9	85,8
Sicilia	4.999.891	3.354.491	4.538.305	67,1	90,8
Sardegna	1.639.591	1.070.678	1.394.164	65,3	85,0
Tot. Nord Ovest	16.093.286	10.210.007	13.677.018	63,4	85,0
Tot. Nord Est	11.652.827	8.083.383	10.681.726	69,4	91,7
Tot. Centro	12.016.009	8.077.190	10.745.098	67,2	89,4
Tot. Sud e Isole	20.597.424	13.158.024	17.274.567	63,9	83,9
ITALIA	60.359.546	39.528.604*	52.378.409*	65,5	86,8

*Il dato non tiene conto della categoria "non definito".

Fonte: ACI

Figura 3: Autovetture ogni 100 abitanti per area geografica – Anno 2019



Fonte: ACI

³ In alcune aree geografiche, è il caso ad esempio della Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige, si concentra un'elevata presenza di veicoli per abitante legata probabilmente a ragioni fiscali che possono indurre le grandi società ad immatricolare le flotte in alcune province piuttosto che in altre.

Le differenze riscontrate tra le macroaree geografiche del Paese tendono a riproporsi, in maniera ancora più evidente, a livello comunale (Tabella 3): Catania, ad esempio, conta il 56% in più delle autovetture per abitante rispetto a Genova – la città, tra quelle riportate, che ha il minor numero di autovetture in rapporto alla popolazione residente (47 ogni 100 ab.).

Tabella 3: Popolazione, autovetture e veicoli in alcuni comuni italiani - Anno 2019

Comuni	Pop.	Autovetture	Veicoli	Veicoli ogni 100 ab. (n.a.)	Autovetture ogni 100 ab. (n.a.)
Bari	320.862	183.228	237.438	74,0	57,1
Bologna	390.636	208.487	292.913	75,0	53,4
Catania	311.584	228.139	329.807	105,8	73,2
Firenze	378.839	199.882	302.933	80,0	52,8
Genova	578.000	270.889	451.388	78,1	46,9
Milano	1.378.689	690.914	957.100	69,4	50,1
Napoli	959.188	551.651	756.290	78,8	57,5
Palermo	663.401	393.544	559.544	84,3	59,3
Roma	2.856.133	1.771.969	2.342.374	82,0	62,0
Torino	875.698	554.422	698.626	79,8	63,3
Venezia	260.520	110.459	143.408	55,0	42,4
Verona	257.993	167.027	224.859	87,2	64,7
ITALIA	60.359.546	39.528.604*	52.378.409	86,8	65,5

*Il dato non tiene conto della categoria "non definito".

Fonte: ACI

1.2. Evoluzione del parco

Il volume del parco veicolare nazionale continua ad aumentare (Tabella 4). L'ultimo decennio ha fatto registrare una crescita dei mezzi circolanti totali di 8 punti percentuali. Questo andamento, in realtà, non è stato uniforme lungo l'intero periodo considerato: il primo quinquennio, segnato fortemente dalla crisi, ha visto una crescita del parco piuttosto lenta, per poi accelerare nella seconda parte del decennio (quello della ripresa economica).

I motocicli sono i veicoli che hanno visto un incremento maggiore (+9,4%), un possibile motivo va rintracciato nei continui fenomeni di congestione urbana, che spingono gli utenti a scegliere mezzi più flessibili per circolare in strade sempre più affollate. Seguono, in termini di crescita, le autovetture (+7,6%).

Tabella 4: Evoluzione del parco veicolare - Anni 2010, 2015, 2019 (valori assoluti e variazioni %)

Tipo di Veicolo	2010	2015	2019	Var. % 2010-2019
Motocicli	6.305.032	6.543.612	6.896.048	9,4
Motocarri	291.757	267.822	250.234	-14,2
Autovetture	36.751.311	37.351.233	39.545.232	7,6
Autobus	99.895	97.991	100.149	0,3
Merci totali	4.798.671	4.792.710	5.119.374	6,7
<i>di cui:</i>				
fino a 3,5 tonn.	3.797.915	3.873.340	4.171.981	9,8
da 3,5 a 16 tonn.	481.891	453.609	442.545	-8,2
da 16 a 32 tonn.	298.427	268.189	274.206	-8,1
oltre 32 tonn.	4.515	3.497	3.332	-26,2
trattori stradali	158.289	153.858	190.303	20,2
ND	57.634	40.217	37.007	-35,8
Altro*	415.735	435.125	490.262	18

*In altro sono compresi i rimorchi, i semirimorchi e i motoveicoli speciali
Fonte: ACI

In relazione alla popolazione, l'andamento del parco veicoli e delle autovetture circolanti è, coerentemente con quanto appena detto, riportato nella Tabella 5.

Tabella 5: Evoluzione veicoli e autovetture in rapporto alla popolazione – Anni 2010, 2015, 2019

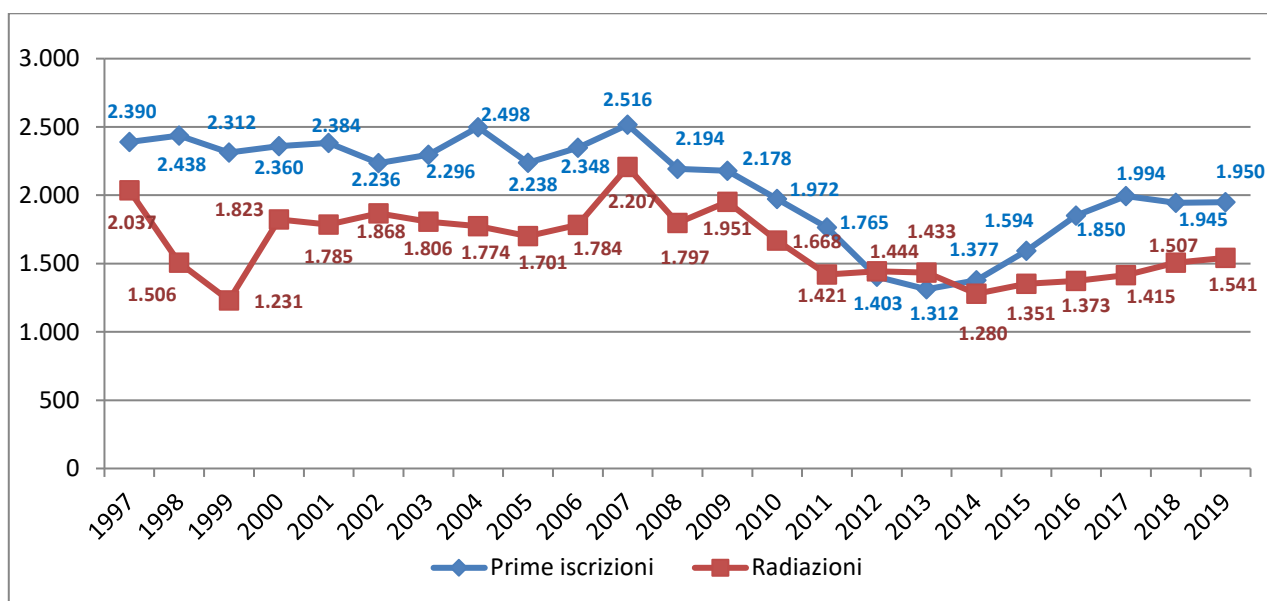
Anno	Veicoli ogni 100 ab. (n. a.)	Autovetture ogni 100 ab. (n.a.)
2010	82,0	61,9
2015	81,6	61,6
2019	86,8	65,5

Fonte: ACI

Focalizzando l'attenzione sulla storia delle prime immatricolazioni e radiazioni totali delle autovetture in Italia nelle ultime due decadi, la Figura 4 mostra un andamento costante, con circa 2 milioni di autovetture registrate ogni anno, fino all'avvento della Grande recessione che, partendo dagli Stati Uniti, nel 2007, si allargò a tutto il mondo, aprendo una fase di forte contrazione degli acquisti in Italia, durata fino al 2013, per poi iniziare una lenta ripresa a partire dal 2015, senza tuttavia più riuscire a raggiungere i livelli dei primi anni del Duemila.

Sul fronte delle radiazioni, invece, gli ultimi 10 anni non hanno fatto registrare cambiamenti significativi: il volume delle autovetture annualmente rottamate si è oramai attestato, in lieve crescita, sul milione e mezzo di veicoli.

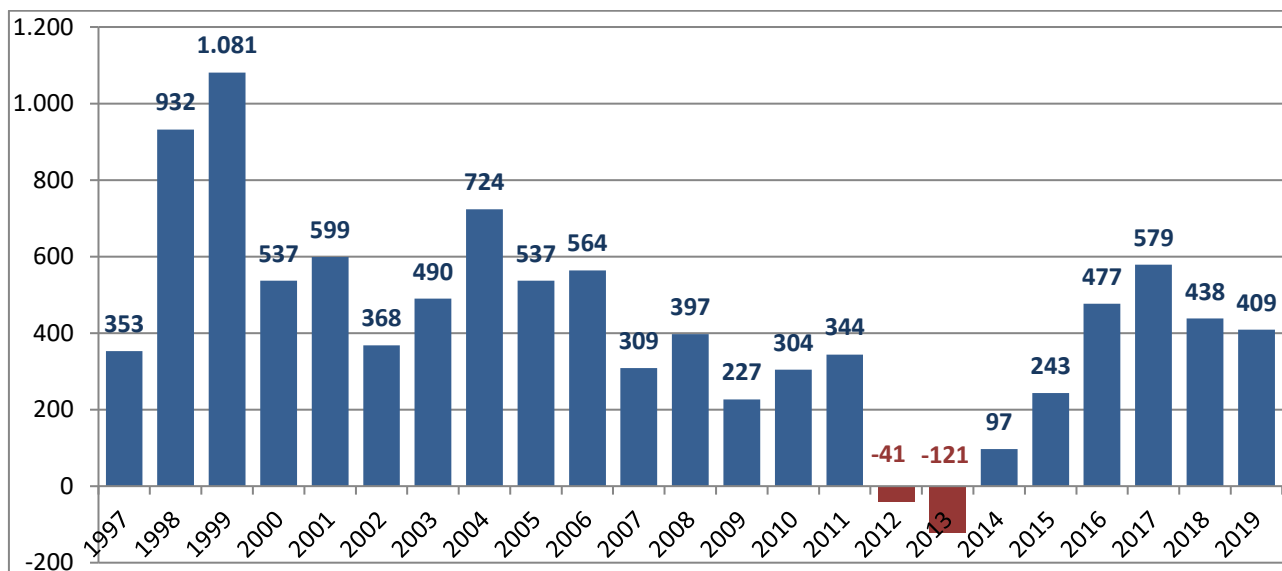
Figura 4: Totale prime iscrizioni e radiazioni autovetture per anno. Anni 1997-2019 (val. in migliaia)



Fonte: ACI

La Figura 5 riporta il saldo annuale iscrizioni-radiazioni e mostra come il differenziale sia sempre positivo, ad eccezione degli anni 2012 e 2013.

Figura 5: Saldo annuale iscrizioni/radiazioni autovetture – Anni 1997-2019



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI

La Tabella 6 mostra l'andamento dell'età mediana del parco circolante autovetture in Italia degli ultimi 6 anni.

Tabella 6: Evoluzione età mediana autovetture per alimentazione - Anni 2014 - 2019

	Benzina	Gasolio	Gpl	Metano	Totale
2014	12 a 10 m	8 a 3 m	5 a 10 m	5 a 11 m	9 a 11 m
2015	13 a 3 m	8 a 9 m	6 a 8 m	6 a 7 m	10 a 4 m
2016	13 a 10 m	9 a 2 m	7 a 5 m	7 a 4 m	10 a 8 m
2017	14 anni	9 a 6 m	8 a 2 m	8 a 2 m	10 a 11 m
2018	14 a 4 m	9 a 8 m	8 a 11 m	8 a 10 m	11 a 4 m
2019	14 a 2 m	9 a 10 m	9 a 6 m	9 a 5 m	11 a 5 m

Fonte: ACI

1.3. Il parco per tipo di alimentazione

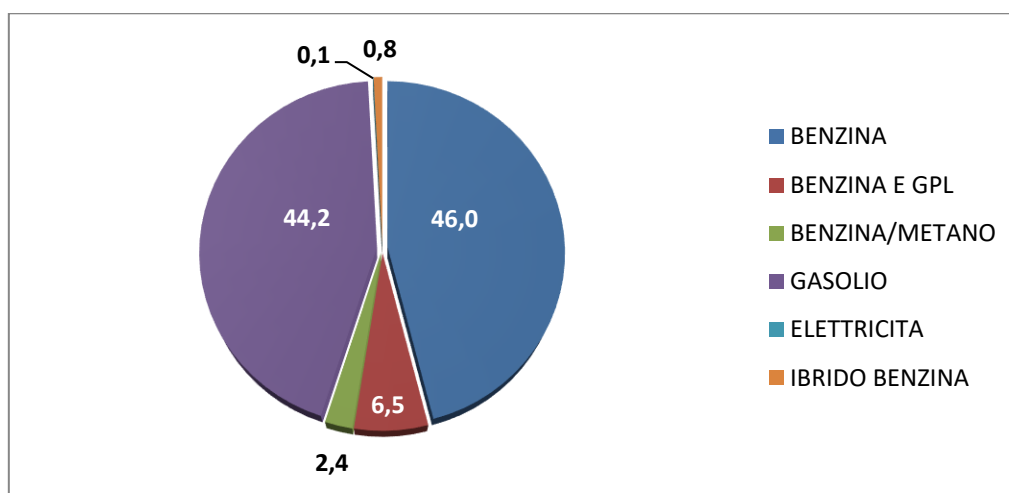
L'analisi del parco autovetture circolanti secondo l'alimentazione (Figura 6) mostra che il 46% circa delle autovetture attualmente circolanti è a benzina; il 44% di queste ultime è stata immatricolata prima del 2004 (questa fascia, autovetture a benzina immatricolate prima del 2004, rappresenta il 20% dell'intero parco autovetture).

L'alimentazione a gasolio, che ha cominciato a guadagnare mercato sulla benzina a partire dalla metà degli anni 2000 (per ragioni legate sia al progresso tecnologico, che ha reso questi veicoli più performanti, sia per le politiche fiscali favorevoli praticate su questo tipo di carburante), copre oggi il 44% del parco.

Per quanto riguarda le motorizzazioni bifuel, i numeri si attestano sul 6,5% per le vetture benzina-gpl e poco più del 2% per le auto a benzina-metano. Si devono aspettare gli anni 2014-2015⁴ per avere i primi numeri significativi di veicoli a propulsione elettrica sia nella forma ibrida, che hanno cominciato a circolare in modo evidente intorno al 2013, sia, ancora più di recente, in quella elettrica pura. Oggi le auto ibride elettriche a benzina rappresentano ancora lo 0,8% del parco, mentre le auto elettriche BEV lo 0,1% (oltre 15.000 le autovetture completamente elettriche immatricolate nel corso del 2018-2019).

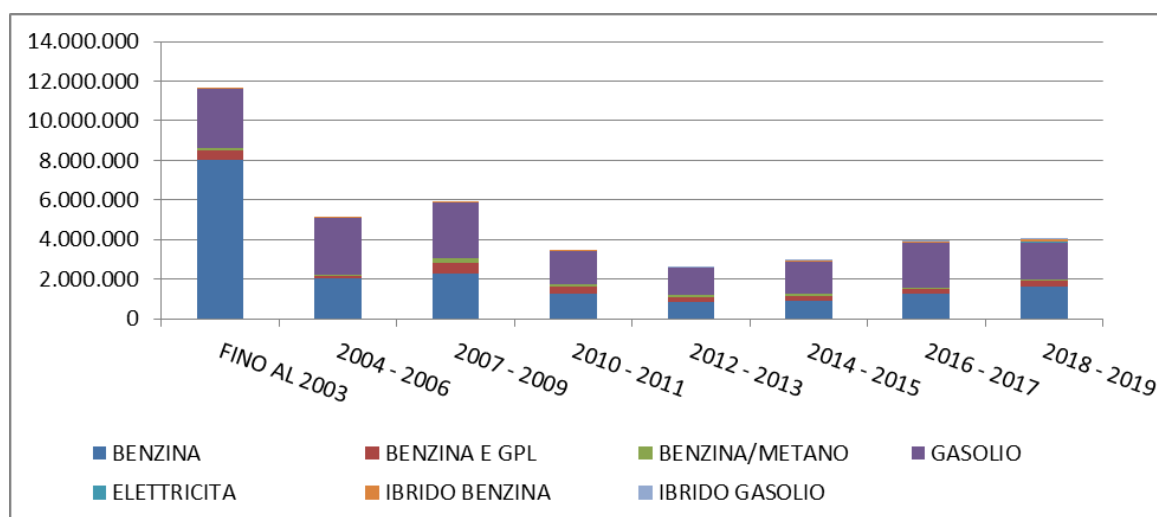
⁴ Nel 2013 le autovetture elettrico-ibride erano 45.000 (0,1% del totale).

Figura 6: Parco autovetture circolanti distinte per tipo di alimentazione – Anno 2019



Fonte: ACI

Figura 7: Autovetture distinte per alimentazione e anno d'immatricolazione



Fonte: ACI

A livello locale, il dato sulla ripartizione del parco autovetture per tipo di alimentazione, pur con qualche variazione nei numeri, indica che il 90% delle auto è ancora a benzina e gasolio. In alcune regioni come la Lombardia, il Friuli Venezia Giulia e la Liguria è più elevata la percentuale di veicoli alimentati a benzina (oltre il 54%), in altre, come la Valle d'Aosta, il Trentino Alto Adige, il Molise, la Puglia e la Basilicata le autovetture a gasolio superano il 52%. Fra le alimentazioni diverse da quelle tradizionali, spicca il dato dell'Emilia Romagna per la presenza di veicoli con alimentazione a benzina e gas liquido (11%), quello delle Marche per l'alimentazione benzina e metano (13%). Mentre le auto elettriche e ibride-elettriche vedono la loro quota superare l'1% solo in Lombardia, Trentino, Emilia Romagna e Veneto e Lazio (queste ultime rispettivamente con l'1,3% e l'1,2%).

Tabella 7: Autovetture circolanti nelle regioni distinte per alimentazione. Anno 2019 (val in %)

Regione	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Elettrico/ibrido elettrico	Gasolio	Altre/non definito	Totale
Piemonte	48,4%	9,0%	1,2%	1,0%	40,4%	0,0%	100,0%
Valle d'Aosta	39,7%	1,5%	0,2%	0,6%	58,1%	0,0%	100,0%
Lombardia	54,6%	5,5%	1,2%	1,6%	37,1%	0,0%	100,0%
Trentino Alto Adige	33,5%	2,6%	0,9%	1,4%	61,5%	0,0%	100,0%
Veneto	42,5%	7,9%	3,2%	1,3%	45,1%	0,0%	100,0%
Friuli Venezia Giulia	55,9%	2,6%	0,4%	1,1%	40,0%	0,0%	100,0%
Liguria	54,3%	3,6%	1,1%	0,9%	40,1%	0,0%	100,0%
Emilia Romagna	40,4%	10,9%	7,2%	1,4%	40,1%	0,0%	100,0%
Toscana	45,0%	6,2%	3,4%	0,8%	44,6%	0,0%	100,0%
Umbria	38,8%	7,2%	6,8%	0,6%	46,5%	0,0%	100,0%
Marche	36,1%	6,6%	13,1%	0,6%	43,6%	0,0%	100,0%
Lazio	47,4%	7,8%	0,9%	1,2%	42,7%	0,0%	100,0%
Abruzzo	40,8%	7,3%	3,1%	0,5%	48,4%	0,0%	100,0%
Molise	35,2%	5,9%	2,7%	0,2%	56,0%	0,0%	100,0%
Campania	44,5%	8,9%	2,4%	0,2%	43,9%	0,0%	100,0%
Puglia	38,5%	5,8%	2,8%	0,3%	52,6%	0,0%	100,0%
Basilicata	37,5%	4,6%	1,9%	0,2%	55,8%	0,0%	100,0%
Calabria	44,1%	3,1%	0,5%	0,2%	52,2%	0,0%	100,0%
Sicilia	49,1%	3,7%	0,6%	0,2%	46,4%	0,0%	100,0%
Sardegna	49,5%	2,4%	0,1%	0,4%	47,7%	0,0%	100,0%
Italia	46,0%	6,5%	2,4%	0,9%	44,2%	0,0%	100,0%

Fonte: ACI

Per gli altri veicoli del parco, l'analisi secondo l'alimentazione mette in luce come la quasi totalità degli autobus e dei veicoli merci sia a gasolio. Sul lato opposto si trovano i motocicli, alimentati nove volte su dieci a benzina. Le autovetture, come già visto, sono i veicoli dove la distribuzione tra le due tipologie di alimentazione (benzina e gasolio) rimane più equilibrata.

Tabella 8: Parco veicolare per categoria e alimentazione (Valori percentuali). Anno 2019

2019	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Elettricità	Ibrido benzina	Non definito	Totale
Autobus	0,4	0,3	4,7	93,8	0,5	0,1	0,0	100,0
Veicoli merci	4,2	1,1	1,9	92,5	0,1	0,0	0,0	100,0
Autovetture	46,0	6,5	2,4	44,2	0,1	0,8	0,0	100,0
Motocicli	92,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	7,7	100,0
Altri veicoli	64,1	0,0	0,1	15,9	2,5	0,0	17,6	100,0
Totale	48,0	5,1	2,1	43,0	0,1	0,6	1,2	100,0

Fonte: ACI

1.4. Il parco per età e classe di euro

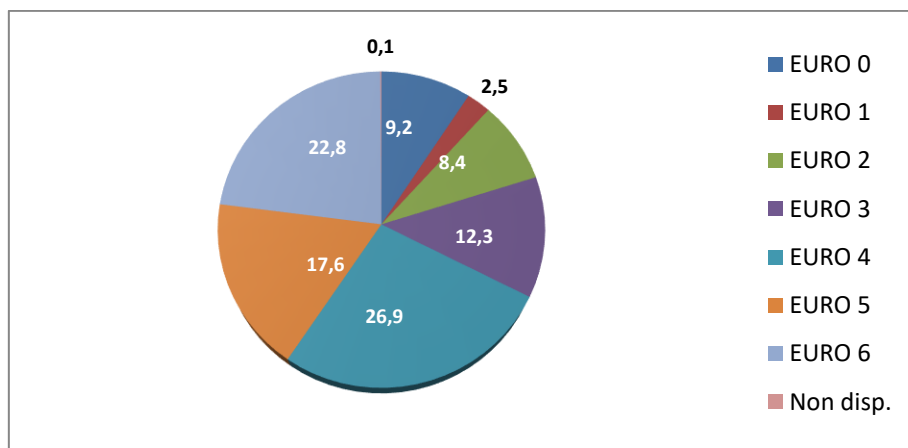
1.4.1 Il parco autovetture

La distribuzione del parco circolante per classi Euro, corrispondenti agli standard emissivi massimi dei veicoli per anno di immatricolazione, permette di analizzare l'evoluzione del parco per età e valutare il correlato impatto ambientale e di sicurezza dei veicoli.

Il parco autovetture italiano, oltre ad essere, come già visto, uno dei più numerosi in relazione alla popolazione, è anche composto da veicoli molto vecchi, a causa di una non costante sostituzione. La Figura 8 mostra come un quinto delle automobili in circolazione, a livello nazionale, appartenga alle categorie Euro 0-2. Tradotto in termini assoluti, ciò significa che per le strade del Paese ancora girano 8 milioni di automobili aventi un'età compresa tra i 20-30 anni, con tutte le inevitabili conseguenze che questo comporta dal punto di vista ambientale e della sicurezza. Con riferimento a quest'ultima annotazione, si deve tuttavia precisare che i dati riportati si basano necessariamente sulle notazioni ufficiali del Pubblico Registro Automobilistico che, in mancanza della registrazione delle radiazioni dei veicoli più vecchi (oltre 20 anni), non può eliminarli dal proprio Data base, anche se, verosimilmente, esiste una percentuale di questi ultimi, non cancellata appunto dal Registro, che non circola più. Detto questo, facendo una ipotesi di eliminazione dell'80% delle auto Euro 0, quindi immatricolate prima del 1993, il parco autovetture risulterebbe di 36.624.574 (-7% circa rispetto ai dati PRA), con un tasso di motorizzazione pari a 61 auto ogni 100 abitanti, rimanendo tra i Paesi con i livelli più alti e comunque sopra la Germania, la Francia, il Regno Unito, la Spagna e via dicendo (Cfr. Tabella 1, par. 1.1), e ancora circa 5 milioni di veicoli dai 20 anni e oltre (il 14% del parco auto ipotizzato).

Come meglio sarà possibile leggere nel capitolo 2, il passaggio più significativo in termini di limitazione delle emissioni inquinanti è stato il salto dalle Euro 3 alle Euro 4. Se nel 2010 le autovetture inferiori alle Euro 4 rappresentavano il 61% del parco nostrano, oggi (2019) sono scese al 33% circa, una quota ancora elevata.

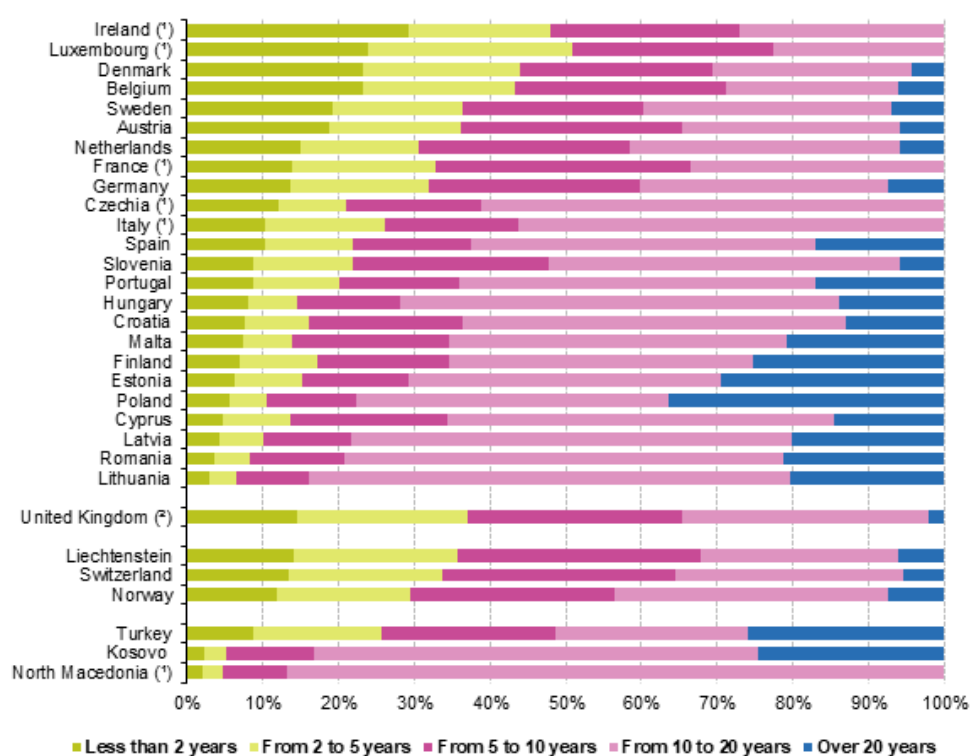
Figura 8: Autovetture suddivise per classe di Euro. Anno 2019



Fonte: ACI

Le caratteristiche del parco per età diventano ancora più evidenti nel confronto con gli altri Paesi europei. La Figura 9 mostra come in Italia nel 2018 oltre la metà delle automobili avessero almeno 10 anni di vita (il 56,3%), valore cresciuto ancora di un punto percentuale nel 2019 (dati ACI, 57,1%). Il confronto, ad esempio, con l'Irlanda, la Gran Bretagna, la Francia o la Germania, senza contare il Lussemburgo, dimostra il grande ritardo accumulato negli anni dal Paese.

Figura 9: Autovetture in Europa - distribuzione per fasce d'età. Anno 2018 (val. in %)



Nota: Bulgaria, Grecia, Slovacchia e Islanda: dati non disponibili.

(¹) La ripartizione "da 10 a 20 anni" comprende le autovetture > 20 anni

(²) Solo Gran Bretagna.

Fonte: Eurostat 2020 su dati 2018

Per un maggior dettaglio sull'Italia si riportano di seguito i dati aggiornati al 2019 del parco autovetture per fasce di età (valori in %).

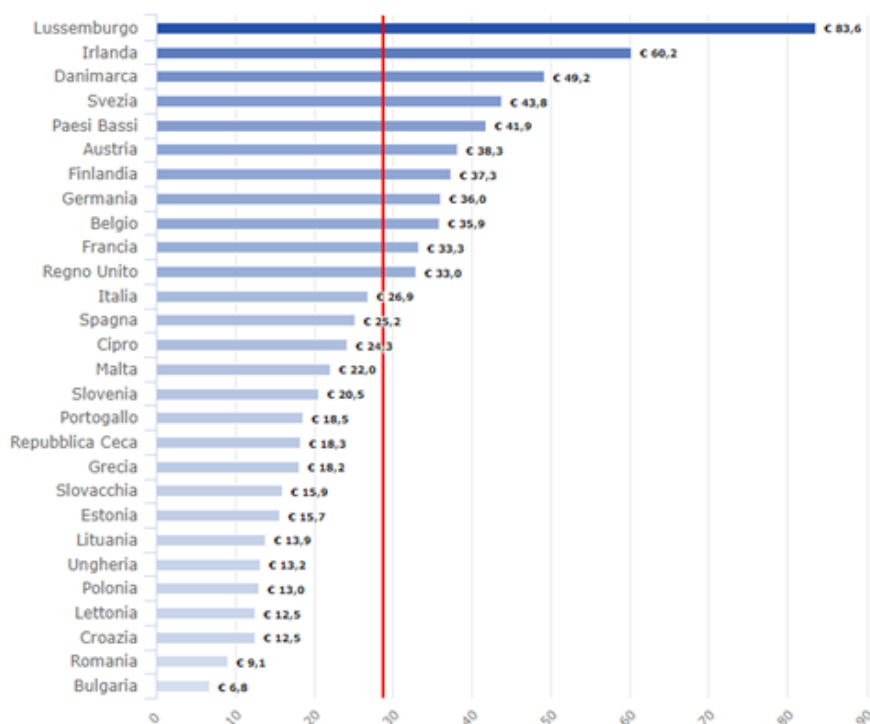
FINO A 2 ANNI	DA 3 A 5 ANNI	DA 6 A 10 ANNI	DA 11 A 20 ANNI	OLTRE 20
10,2	14	18,6	39,5	17,7

Fonte: ACI

Se si mettono a confronto i dati del parco autovetture dei Paesi europei (2018, Figura 9) con il PIL pro capite (Figura 10), appare evidente come gli Stati con il PIL più alto siano anche quelli che registrano il numero di auto nuove (fino a 2 anni) più alto, anche se con un parco che non supera i 6 milioni di veicoli: l'Irlanda, il Lussemburgo, la Danimarca, il Belgio e l'Austria (rispettivamente con il 29%, il 24%, il 23% la Danimarca e il Belgio e il 19% l'Austria); mentre, tra i Paesi con un parco autovetture superiore ai 20 milioni di veicoli, i primi Stati, benché con percentuali molto più basse, sono il Regno Unito (15%), la Germania e la Francia (14%) e infine la Spagna e l'Italia con il 10%.

Confermano il rapporto i numeri delle autovetture dai 10 anni in su, la Polonia, con un Pil pro capite di 13 mila euro, tra i più bassi dell'EU-28, conta il 78% di veicoli over 10 anni, la Spagna con un Pil di 25,2 mila euro, il 62% e l'Italia, circa il 56%. La Germania, la Francia e il Regno Unito registrano una percentuale al di sotto del 40%.

Figura 10: PIL pro capite dell'Unione europea (migliaia di euro a prezzi concatenati – Anno 2019); Pil pro capite della UE-28 28,6 mila



Fonte dati: Eurostat

Dalla distribuzione per fasce di età si ricava l'età media del parco dei diversi Paesi. La Tabella 9, tratta dal Rapporto Acea sulle auto in uso in Europa, fornisce la sintesi del panorama internazionale.

Tabella 9: Età media autovetture circolanti in alcuni Paesi europei. Anno 2018

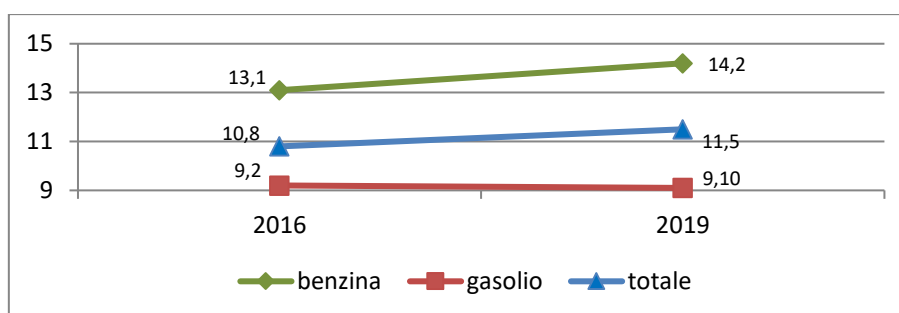
Pz	Paese	Età media (in anni)	Pz	Paese	Età media (in anni)
1	Lussemburgo	6,4	15	Finlandia	12,1
2	Regno Unito	8	16	Spagna	12,4
3	Austria	8,2	17	Croazia	12,6
4	Irlanda	8,4	18	Portogallo	12,9
5	Svizzera	8,6	19	Lettonia	13,9
6	Danimarca	8,8	20	Polonia	13,9
7	Belgio	9	21	Slovacchia	13,9
8	Francia	9	22	Ungheria	14,2
9	Germania	9,5	23	Repubblica Ceca	14,8
10	Svezia	9,9	24	Grecia	15,7
11	Slovenia	10,1	25	Romania	16,3
12	Norvegia	10,5	26	Estonia	16,7
13	Paesi Bassi	10,6	27	Lituania	16,9
14	Italia	11,3		Unione Europea	10,8

Fonte: Vehicles in use in Europe, Acea 2019 su dati 2018

Altro dato interessante è quello riguardante l'età in relazione al tipo di alimentazione del veicolo (Figura 11). Secondo i dati ACI, le auto a benzina hanno un'età mediana più elevata di quelle diesel, con valori pari rispettivamente a 14,2 e 9,10, in crescita entrambe, con un trend in salita a partire dal 2009-2010⁵.

Negli ultimi tre anni (2016-2019) le autovetture a benzina sono diventate più anziane di 2 anni, quelle a gasolio di quasi 1. Nel complesso, considerando l'alimentazione di tutto il parco, l'età mediana generale è arrivata a 11 anni e mezzo.

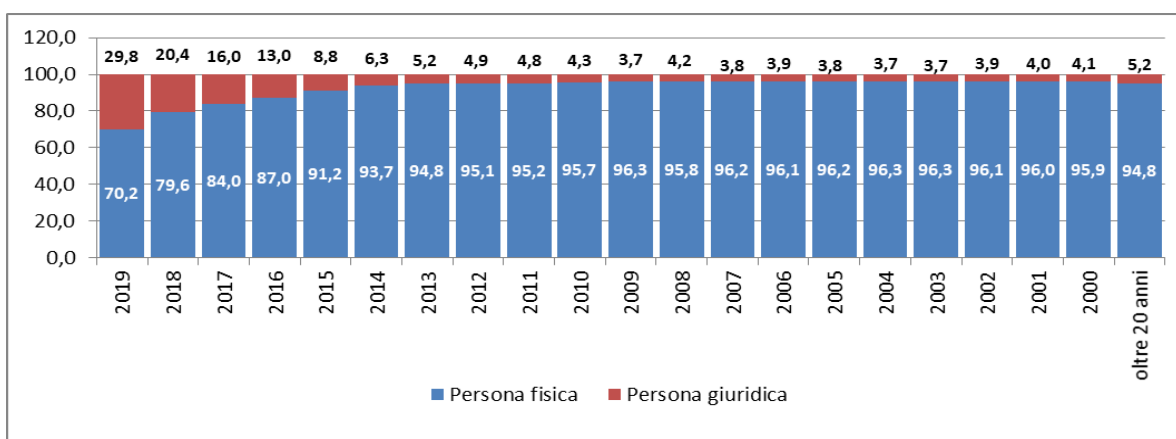
Figura 11: Anzianità delle vetture circolanti per alimentazione (valore espresso in anni e mesi) - Anno 2019



Fonte: ACI

È necessario fare un'ulteriore annotazione con riguardo al soggetto cui l'automobile è intestata. Dati alla mano, emerge che una quota non trascurabile delle auto di più recente generazione (proporzionalmente più elevata per gli anni via via più recenti) risulta di proprietà di persone giuridiche, quelle più vecchie, invece, sono quasi interamente intestate a persone fisiche (Figura 12). Ciò significa che le società rinnovano la propria flotta con maggiore frequenza di quanto non riesca a fare il privato cittadino. Segno, quest'ultimo, anche di una crescita della mobilità on-demand.

Figura 12: Autovetture per anno di immatricolazione e tipologia di proprietario (persona fisica e persona giuridica) - Anno 2019



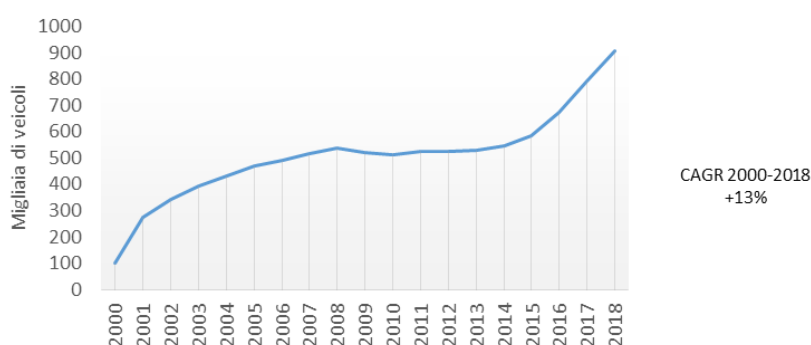
Fonte: ACI

Confermano questa tendenza i dati dell'industria italiana dell'autonoleggio. La Figura 13 mostra come la flotta dei veicoli a noleggio in uso sia cresciuta in maniera esponenziale durante gli ultimi quindici anni, per un tasso medio annuo del 12,5%. Nel 2018 si è registrato un numero di immatricolazioni pari a 265.000 unità aggiuntive, equivalente a quasi il 29% del mercato, con una clientela in gran parte formata da aziende e pubbliche amministrazioni⁶.

⁵ Cfr. Rottamazione e rinnovo del parco circolante, Graf. 10, pag. 22, ACI, Fondazione Filippo Caracciolo, 2014.

⁶ Cfr. *MOBITALY AS A SERVICE. Mobilità condivisa nelle grandi città italiane. PARTE I – Una fotografia del settore*, Fondazione Filippo Caracciolo, 2020.

Figura 13: Flotta circolante noleggio a lungo termine



Fonte: ANIASA

Concludendo sulla distribuzione per classe Euro del parco circolante, anche la distribuzione del parco autovetture per categorie emittive non risulta uniforme nel territorio nazionale. La fotografia regionale e per area (rappresentata nella Tabella 10) sembra riflettere il divario di reddito pro-capite esistente fra le diverse aree del Paese. Nelle regioni del Nord le autovetture Euro 4, 5 e 6 toccano i 3/4 del proprio circolante, nel Centro coprono il 70%, mentre nel Sud e Isole superano di poco la metà del proprio parco. Da notare i casi limite, da un lato, della Campania, che detiene il record delle Euro 0 e, dall'altro, opposto, quello della Toscana, che risulta essere la regione nella quale il peso delle sole Euro 6 arriva complessivamente ad un terzo del totale - non si considerano la Valle d'Aosta e il Trentino-Alto Adige che dal 2012 godono di una tassazione favorevole al momento dell'immatricolazione della nuova vettura (IPT⁷).

Tabella 10: Autovetture distinte per regione e classe di Euro - Anno 2019

	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	NC/ND
Piemonte	7,5%	1,9%	7,2%	11,5%	26,8%	18,9%	26,0%	0,1%
Valle D'Aosta	3,0%	0,8%	3,1%	5,1%	12,7%	9,7%	65,5%	0,0%
Lombardia	6,5%	1,7%	6,1%	9,9%	26,5%	21,5%	27,8%	0,1%
Trentino Alto Adige	2,8%	0,8%	3,3%	5,8%	16,2%	14,1%	56,5%	0,5%
Veneto	5,7%	1,8%	7,3%	11,3%	27,8%	20,7%	25,3%	0,1%
Friuli Venezia Giulia	6,2%	2,1%	8,4%	12,4%	29,1%	19,5%	22,1%	0,1%
Liguria	8,0%	2,1%	7,2%	11,6%	27,5%	19,8%	23,7%	0,1%
Emilia Romagna	6,7%	1,8%	6,8%	10,4%	26,8%	20,6%	26,9%	0,1%
Toscana	6,6%	1,6%	6,0%	9,9%	24,1%	19,3%	32,2%	0,2%
Umbria	9,6%	2,5%	9,1%	12,6%	26,9%	17,7%	21,6%	0,1%
Marche	8,4%	2,2%	8,5%	12,3%	27,9%	18,8%	21,9%	0,1%
Lazio	9,3%	2,3%	8,2%	12,7%	28,4%	17,5%	21,5%	0,1%
Abruzzo	9,5%	2,7%	9,9%	14,4%	27,9%	16,5%	18,9%	0,1%
Molise	10,9%	3,5%	12,5%	16,6%	28,3%	14,9%	13,3%	0,1%
Campania	17,5%	4,0%	11,3%	14,1%	27,1%	13,3%	12,6%	0,1%
Puglia	11,1%	3,1%	10,9%	16,2%	30,0%	15,1%	13,6%	0,1%
Basilicata	12,0%	3,8%	12,5%	16,7%	27,5%	14,1%	13,4%	0,1%
Calabria	15,4%	4,7%	12,9%	15,2%	26,0%	12,9%	12,9%	0,1%
Sicilia	13,9%	4,0%	12,8%	16,3%	27,7%	13,1%	12,1%	0,1%
Sardegna	9,3%	2,7%	10,1%	16,3%	30,9%	15,2%	15,3%	0,1%
Totale Nord Ovest	6,8%	1,8%	6,4%	10,4%	26,4%	20,4%	27,7%	0,1%
Totale Nord Est	5,1%	1,6%	6,6%	10,2%	25,3%	19,0%	31,9%	0,2%
Totale Centro	7,9%	2,0%	7,4%	11,4%	26,8%	18,9%	25,5%	0,1%
Totale Sud e Isole	13,7%	3,7%	11,6%	15,5%	28,1%	13,9%	13,3%	0,1%
Italia	9,2%	2,5%	8,4%	12,3%	26,9%	17,6%	22,8%	0,1%

Fonte: ACI

⁷ L'imposta provinciale di trascrizione, in questi territori, è infatti molto più bassa che altrove; condizione che, nel giro di pochi anni, ha favorito il mercato locale delle autovetture soprattutto per le flotte aziendali, generando un imponente flusso di nuove immatricolazioni.

1.4.2 I parchi motocicli, autobus e veicoli merci

Per quel che riguarda invece gli altri veicoli circolanti, si sottolinea come ancora il 56,4% del parco motocicli sia composto da Euro 0-2, con punte oltre il 60% nelle cilindrata fino a 250, che rappresenta la quota maggiore delle due ruote a motore del Paese, e nella fascia 501-750 cc.

Tabella 11: Motocicli distinti per cilindrata e classe Euro - Anno 2019

Cilindrata	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	NC /ND	TOTALE
Fino a 125	36,3%	14,9%	8,7%	30,9%	9,0%	0,2%	100,0%
126 – 250	24,1%	21,5%	18,0%	32,2%	4,1%	0,1%	100,0%
251-500	19,5%	6,5%	15,5%	43,2%	15,3%	0,0%	100,0%
501-750	35,5%	15,0%	15,7%	26,0%	7,9%	0,0%	100,0%
Oltre 750	17,8%	15,1%	11,5%	39,3%	15,7%	0,5%	100,0%
Totale complessivo	27,4%	15,2%	13,8%	33,9%	9,6%	0,1%	100,0%

Fonte: ACI

All'interno della categoria autobus, il trasporto pubblico conta quasi il 10% di Euro 0-1 e quasi il 50% (48,9) di veicoli ante Euro 4; tra i veicoli privati (che rappresentano il 18% del totale del parco autobus) e quelli a noleggio (il 30% del totale) sono ancora significativi i numeri degli Euro 0, rappresentando rispettivamente il 30,5% e il 17,5% del proprio parco (per i numeri assoluti si veda All. 1.22).

Con riferimento al parco autobus del Trasporto pubblico locale, si deve qui ricordare che il Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile ha previsto uno stanziamento di 2,2 miliardi di euro alle Regioni (di cui circa 400 milioni per i Comuni), per il rinnovo degli autobus con mezzi meno inquinanti (elettrici, a metano o a idrogeno) e più moderni e per le relative infrastrutture, con l'obiettivo prioritario di abbassare l'età media dei mezzi⁸.

Tabella 12: Autobus distinti per tipo d'uso e classe Euro - Anno 2019

USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	NC/ND	TOTALE
Noleggio	12,8	4,2	14,7	18,1	9,8	18,5	21,8	0,0	100,0
Privato	29,9	7,8	19,8	19,5	10,5	7,2	4,8	0,5	100,0
Pubblico	8,1	1,7	15,5	24,1	9,9	21,8	18,7	0,1	100,0
Non definito	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	100,0
Totale	13,7	3,6	15,9	21,3	9,9	18,0	17,0	0,7	100,0

Fonte: ACI

Anche il parco dei veicoli adibiti al trasporto merci risulta piuttosto datato: stando ai numeri attuali, il 35% circa dei mezzi in circolazione appartiene alle classi da Euro 0 a Euro 2.

Tabella 13: Parco veicoli merci distinto per classe Euro. Anno 2019

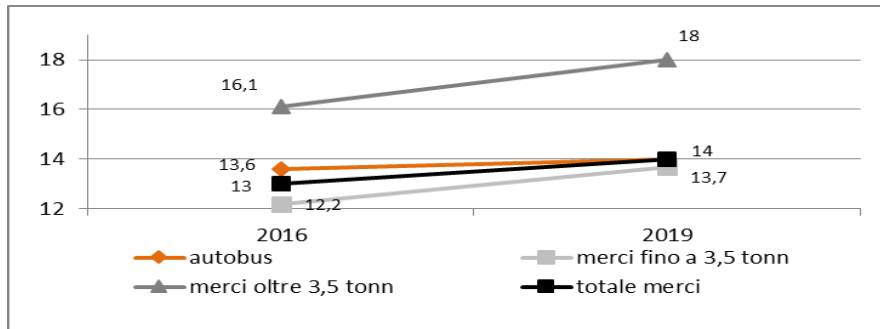
EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	NC/ND	TOTALE
16,2%	6,2%	12,4%	18,5%	17,2%	14,0%	15,4%	0,2%	100,0%

Fonte: ACI

⁸ DPCM n. 1360 del 24/04/2019 e DM 81 del 14/02/2020.

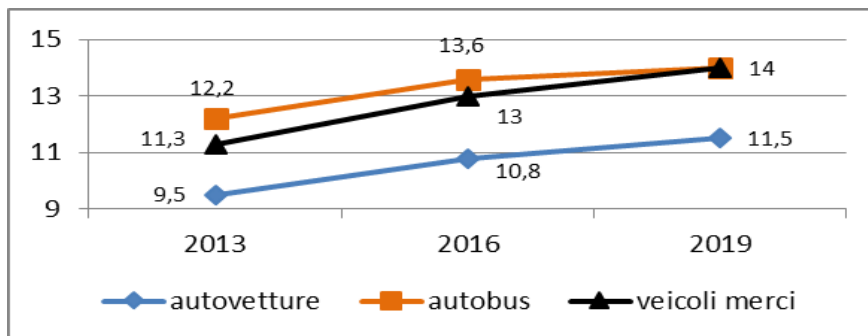
Le Figure qui sotto riportate mettono in evidenza quanto segue: l'età mediana degli autobus si è allungata fino a raggiungere quota 14 anni, così come quella dei veicoli adibiti al trasporto merci fino a 3,5 tonnellate, mentre i veicoli oltre le 3,5 tonnellate raggiungono un'età mediana di 18 anni (dati ACI al 2019). Una condizione particolarmente rischiosa per la circolazione in sicurezza sulle nostre strade che rende indispensabile e non più rinviabile un serio intervento di svecchiamento (si vedano anche gli allegati 1.18 e 1.19).

Figura 14: Anzianità degli autobus e veicoli merci circolanti per alimentazione (valore espresso in anni e mesi)



Fonte: ACI

Figura 15: Anzianità dei veicoli circolanti (valore espresso in anni e mesi)



Fonte: ACI

2. LE ESTERNALITÀ DEL PARCO VEICOLARE

2.1 Gli incidenti

La composizione del parco circolante è direttamente correlata agli standard di sicurezza e ai livelli di inquinamento dei veicoli.

La letteratura esistente più recente e i test di laboratorio e su strada mostrano i notevoli passi avanti, fatti dai costruttori auto, dal settore della componentistica e dei carburanti, in termini di sicurezza: da un lato, degli occupanti i veicoli, degli utenti vulnerabili (pedoni, ciclisti e altri VRU⁹) e di assistenza alla guida per ridurre il rischio di sinistrosità; dall'altro, di sostenibilità ambientale (riduzione delle emissioni inquinanti e dei gas serra) dei veicoli di nuova generazione.

Se gli strumenti di sicurezza "passiva" si attivano a seguito del sinistro, per attenuarne gli effetti negativi (cinture di sicurezza, airbag, barre anti intrusione, cellule di protezione, dispositivi di ritenuta per bambini, poggiatesta etc.), gli strumenti di sicurezza "attiva" (Advanced driver-assistance systems – ADAS) vengono valutati sulla base della capacità dimostrata di contrastare i fenomeni di incidentalità stradale intervenendo in via preventiva, e sono quindi rivolti a diminuire il rischio di collisioni. Il BOX di seguito riportato illustra le caratteristiche funzionali di alcuni di questi sistemi (ADAS).

BOX - Alcuni sistemi di sicurezza attivi e passivi delle autovetture			
	Strumento	Funzionamento	Livello SAE
ADAS sicurezza passiva	Cinture di sicurezza	In caso di collisione proteggono i passeggeri contro gli urti all'interno dell'abitacolo e dal rischio di essere sbalzati fuori dal veicolo. Sono fornite di pretensionatore e di limitatori di tensione. Il primo, in caso di collisione, agisce tenendo il corpo attaccato al sedile, il secondo entra in funzione dopo l'urto impedendo alla cintura di esercitare una eccessiva pressione sul corpo.	
	Airbag	Rappresenta una sorta di pallone che può essere installato nel volante, nella plancia e in altre parti dell'abitacolo che in caso di urto, si gonfia immediatamente proteggendo i passeggeri riducendo il rischio di impatto della testa con volante e cruscotto. Una centralina innesca una sorta di "esplosione" che consente il gonfiaggio dell'airbag.	
ADAS sicurezza attiva	ABS (AntilockBraking System)	In caso di improvvisa frenata i sensori di velocità collocati sulle ruote inviano l'input ad una centralina elettronica che aziona una elettrovalvola in grado di impedire il bloccaggio della ruota che sta slittando, consentendo così alla stessa di continuare a rotolare riducendo il rischio di perdita del controllo del mezzo.	1
	EBD (Electronic Brakeforce Distribution)	Si tratta di un ripartitore di frenata che agisce sulle ruote posteriori evitando l'effetto testa-coda. In casi di criticità, permette una ottimale distribuzione della frenata sui due assali.	1
	ASR (Anti-Slip o Anti-Spin) o TSC (Traction Control)	Agisce sulla trazione per evitare il pattinamento e lo slittamento delle ruote durante la frenata. Come per l'Abs, i sensori posizionati sulle ruote inviano segnali ad una centralina che interviene sulla ruota in fase di slittamento.	1
	ESP (Electronic Stability Control o ESC)	Controlla in modo elettronico la stabilità del veicolo. Composto da una centralina e dai sensori collocati sugli pneumatici agisce frenando sulle ruote in sbandamento con una sorta di sterzata che le riallinea correttamente.	1
	DCAS (Distance Control Assist System)	Consente di controllare la distanza con l'autovettura che precede agendo sul freno e sull'acceleratore per ridurre il rischio di collisione.	

⁹ Utenti Vulnerabili della Strada.

ISA (Intelligent Speed Adaptation)	Supporta il conducente a rispettare i limiti di velocità presenti lungo il percorso ed include l'informazione sul limite di velocità riferito al tronco stradale che sta percorrendo, integrandola con un segnale audio e video che avverte il conducente dell'eventuale superamento del limite (Warning ISA), oppure agendo sul pedale dell'acceleratore (Assisting ISA) o sull'iniezione di carburante (Restricting ISA) per indurre il comportamento del conducente al rispetto dei limiti consentiti.	Warning ISA (level 0); Assisting ISA e Restricting ISA (Level 1)
AEB (Emergency Brake Assist)	Il sistema applica una frenata automatica nei casi di potenziale collisione con veicoli che procedono davanti, con lo scopo di ridurre il tempo e la distanza di arresto, supportando il conducente che tende ad applicare sul freno una pressione non adeguata alla condizione di emergenza.	1
LDW (Lane Keeping Warning Devices)	Il sistema avvisa il guidatore quando i sensori di bordo rilevano che il veicolo non sta mantenendo correttamente la propria corsia. Trattandosi soltanto di un segnale di allerta, l'impatto sulla sicurezza dipende anche dalla reazione del conducente e dalla buona visibilità della segnaletica orizzontale.	0
LKA (Lane Keeping Assist)	È un sistema automatico di assistenza al mantenimento della corsia, che agisce sullo sterzo, per evitare che il veicolo esca dalla corsia di marcia, a meno che non sia attivo l'indicatore di svolta.	1
ACC (Adaptive Cruise Control)	Il sistema regola automaticamente la velocità del veicolo per mantenere la distanza di sicurezza dal veicolo che precede, applicando azioni di accelerazione e frenata	2

L'introduzione di nuovi sistemi di sicurezza è promossa dalle norme europee sulla sicurezza stradale, da ultima la "EU Road Safety Policy Framework 2021-2030", adottata dalla Commissione Europea a partire da giugno 2019, nel cui testo si delineano le azioni da intraprendere per raggiungere gli obiettivi prefissati di riduzione delle vittime della strada del 50% entro il 2030 e zero vittime entro il 2050.

Si ricorda qui il Regolamento europeo emanato nel dicembre 2019¹⁰ che determina l'allargamento dell'obbligatorietà di introduzione di ulteriori tecnologie di sicurezza, tra queste la frenata automatica di emergenza (AEB) e l'avviso di frenata di emergenza (per autovetture, camion e autobus), il controllo intelligente della velocità (ISA), il sistema automatico di mantenimento della corsia (LKA) e altri ancora. L'obbligatorietà riguarderà tutti i nuovi modelli auto a partire dal 2022 e l'adeguamento per i veicoli già sul mercato dal 2024.

Il Laboratorio di Ricerca sui Trasporti del Regno Unito (TRL), in uno studio per la Commissione Europea, ha stimato che il pacchetto di misure di sicurezza previste per i veicoli possa evitare circa 25.000 morti e 140.000 feriti gravi in un arco temporale di 15 anni¹¹. Ma sono numerosi gli studi di valutazione di impatto dei sistemi di assistenza alla guida sulla sicurezza.

Un recente studio realizzato dalla Fondazione Caracciolo¹², teso ad indagare l'esposizione al rischio di diversi modelli di auto in funzione delle tecnologie per la sicurezza presenti a bordo, ha mostrato, attraverso una analisi sperimentale, che i veicoli dotati di AEB hanno fino al 38% di probabilità in meno di essere coinvolti in un incidente stradale rispetto alle vetture che ne sono sprovviste (per un maggior dettaglio sui risultati dello studio e sulle analisi relative agli effetti dell'AEB sull'indice di sinistrosità rispetto alle percorrenze si veda il § 2.1.2).

Questo aggiornamento normativo è legato alla necessità di dare uno sprone alla sicurezza stradale, che sebbene sia in continuo miglioramento, dopo il 2013 ha visto un rallentamento, e infine una stasi, dei progressi in termini di vittime e feriti a causa di incidenti stradali, come mostrato anche nella Figura 16, in cui è riportata l'evoluzione del numero di vittime di incidenti stradali in Europa fino al 2018 (curva verde), confrontato con l'obiettivo al 2020 (curva blu). Le Statistiche indicano che si è passati dal -43% negli anni dal 2001 al 2010, al -20% dal 2010 al 2017, con limitate diminuzioni (dell'ordine dell'1 - 2%

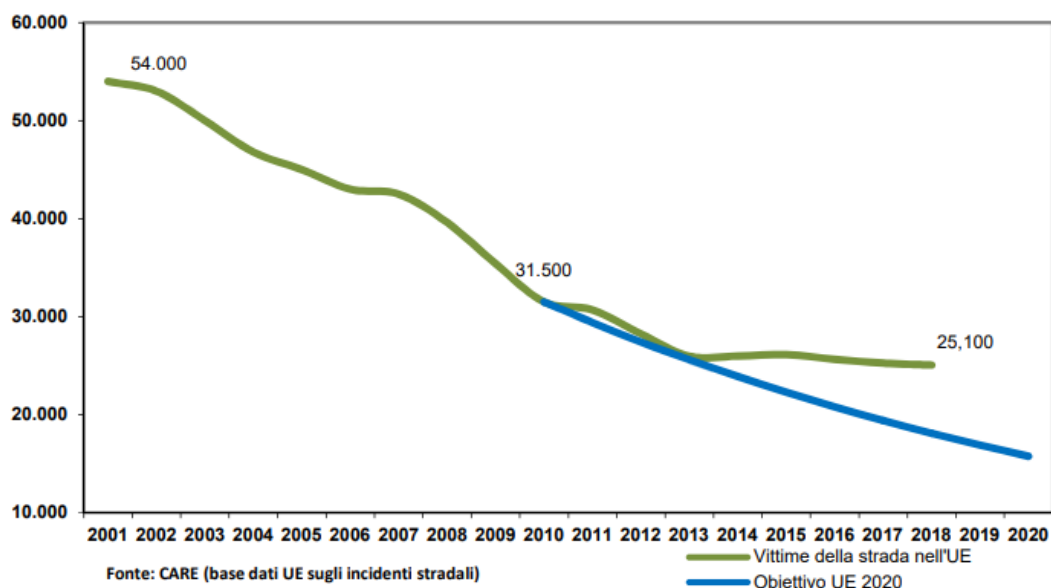
¹⁰ REGOLAMENTO (UE) 2019/2144 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 novembre 2019.

¹¹ TRL, Cost-effectiveness analysis of policy options for the mandatory implementation of different sets of vehicle safety measures, Review of the General Safety and Pedestrian Safety Regulations, <https://bit.ly/2IN9lt>

¹²La Frontiera tecnologica nella lotta agli incidenti stradali. Il ruolo degli ADAS, Fondazione Filippo Caracciolo, 2019.

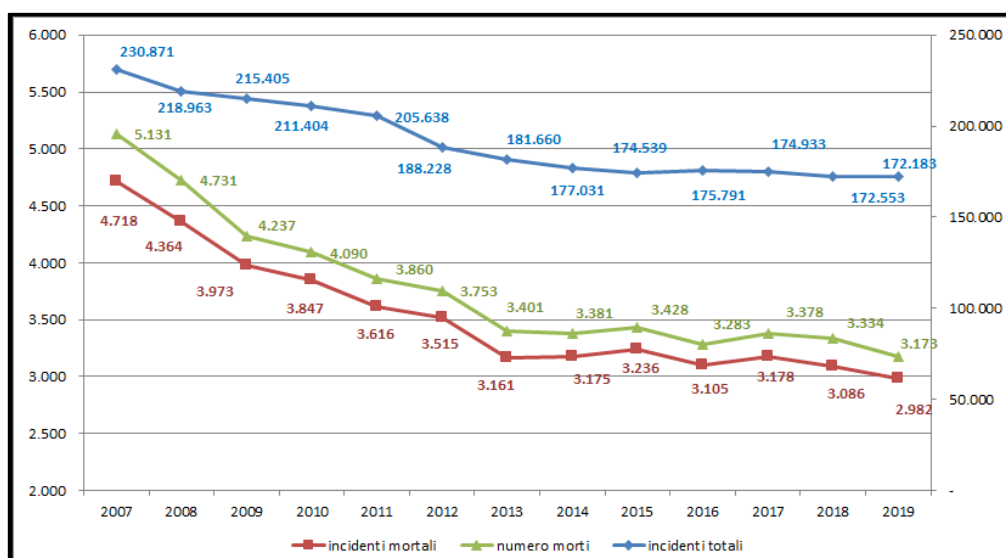
ogni anno, dal 2013 al 2018), rendendo irraggiungibile l'obiettivo iniziale di ridurre del 50% le vittime della strada nel 2020.

Figura 16: Evoluzione del numero delle vittime della strada nell'UE e obiettivi per il 2001-2020¹³



Il costo sociale annuale degli incidenti con morti e feriti è stimato attualmente in 280 miliardi di Euro in Europa, pari a circa il 2% del Pil europeo. L'Europa ha deciso di proporre nuove misure di sicurezza per i veicoli e le infrastrutture, a protezione di conducenti, passeggeri e utenti vulnerabili della strada, anche attraverso lo stanziamento di fondi e il monitoraggio dei progressi raggiunti attraverso la valutazione di 8 indicatori di performance (KPI – Key Performance Index), da applicare a tutti gli Stati membri, necessari anche per la eventuale ricalibrazione degli obiettivi futuri.

Figura 17: Evoluzione incidenti totali, incidenti mortali e morti in Italia (dal 2007 al 2019)



Fonte: Dati ACI-Istat

¹³ Road Safety in The European Union - Trends, statistics and main challenges, 2018.

2.1.1 I veicoli coinvolti in incidenti stradali per anno di immatricolazione

Nella interpretazione delle statistiche di incidentalità, se si guarda ai soli dati relativi ai veicoli coinvolti per anno di immatricolazione, la reale efficacia dei sistemi di assistenza alla guida, presenti in particolare nei veicoli di ultima generazione, non sembra, a prima vista, venire confermata. Ad esempio, l'analisi dei dati relativi ai veicoli coinvolti in incidenti stradali nell'anno 2018, per anno di immatricolazione, sembra rilevare un maggiore coinvolgimento dei veicoli più nuovi rispetto a quelli con oltre 10 anni di età. Ma una analisi approfondita del dato, parametrato con i chilometri percorsi, permette di correggere questa errata interpretazione, come meglio verrà illustrato nel paragrafo 2.1.2.

Tabella 14: Autovetture coinvolte in incidenti per anno di prima immatricolazione - Anno 2018

ANNO 1° IMMATR.	AV coinvolte	AV circolanti	AV coinvolte ogni 1.000 circolanti
< 2009	99.775	21.965.599	4,5
2009	12.549	2.004.026	6,3
2010	11.600	1.845.626	6,3
2011	9.912	1.653.517	6,0
2012	8.451	1.335.369	6,3
2013	7.986	1.275.770	6,3
2014	8.483	1.363.410	6,2
2015	10.342	1.621.145	6,4
2016	12.164	1.901.482	6,4
2017	12.836	2.054.170	6,2
2018	6.258	1.998.056	3,1
Non precisato	29		
Totale	200.385		

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI ed ACI-ISTAT

Nel caso di veicoli adibiti al trasporto merci, la differenza sembra ancora più rilevante. Fra i modelli con più di 10 anni di età, poco più di 3 veicoli ogni 1.000 sono coinvolti ogni anno in incidenti. Nel caso di veicoli con un anno di immatricolazione il rapporto è di 10 ogni 1.000.

Come si spiega questo apparente controsenso? Nei successivi paragrafi si vedrà che esistono notevoli differenze nelle percorrenze dei veicoli in funzione del loro anno di età. I veicoli nuovi percorrono infatti molti più chilometri e sono pertanto esposti ad un maggior rischio di incorrere in un incidente stradale.

Tabella 15: Veicoli merci coinvolti in incidenti per anno di prima immatricolazione - Anno 2018

ANNO 1° IMMATR.	Veicoli merci coinvolti	Veicoli merci circolanti	Veicoli merci coinvolti ogni 1.000 circolanti
< 2009	10.460	3.285.670	3,2
2009	1.116	177.917	6,3
2010	1.230	186.964	6,6
2011	1.247	170.521	7,3
2012	965	124.098	7,8
2013	957	112.858	8,5
2014	1.081	131.204	8,2
2015	1.376	152.106	9,0
2016	2.147	231.657	9,3
2017	2.256	225.613	10,0
2018	892	196.644	4,5
Totale	23.727	4.995.252	

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI-ISTAT

Più significativo in tal senso è il rapporto fra numero di morti e autovetture coinvolte in incidente stradale per anno di immatricolazione. In questo caso, il numero dei morti in rapporto ai veicoli coinvolti

in incidente aumenta in funzione degli anni di età del veicolo. Nei veicoli di recente immatricolazione si verificano in media (2015-2017¹⁴) circa 4 morti ogni 1.000 autovetture coinvolte in incidente. Nei veicoli con più di 10 anni di età questo valore sale a 8,4 morti ogni 1.000 incidenti.

Tabella 16: Morti su autovetture coinvolte per anno di immatricolazione - Anno 2018

ANNO 1° IMMATR.	AV coinvolte	Morti su AV	Morti ogni 1.000 AV coinvolte
< 2009	99.775	839	8,4
2009	12.549	82	6,5
2010	11.600	78	6,7
2011	9.912	51	5,1
2012	8.451	28	3,3
2013	7.986	43	5,4
2014	8.483	41	4,8
2015	10.342	48	4,6
2016	12.164	49	4,0
2017	12.836	43	3,3
2018	6.258	17	2,7

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI-ISTAT

Il dato relativo ai veicoli merci sembra confermare questa tendenza, anche se l'esiguità del campione talvolta può restituire valori che risentono di episodi eclatanti che possono falsare l'andamento medio.

Tabella 17: Morti su veicoli commerciali entro i 35 quintali per anno di immatricolazione - Anno 2018

ANNO 1° IMMATR.	Veicoli merci ≤ 35 q. coinvolti	Morti su veicoli merci coinvolti	Morti ogni 1.000 veicoli merci coinvolti
< 2009	7.732	71	9,2
2009	886	5	5,6
2010	974	11	11,3
2011	966	12	12,4
2012	769	0	0,0
2013	744	7	9,4
2014	884	4	4,5
2015	1.122	4	3,6
2016	1.754	13	7,4
2017	1.870	5	2,7
2018	711	6	8,4

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI-ISTAT

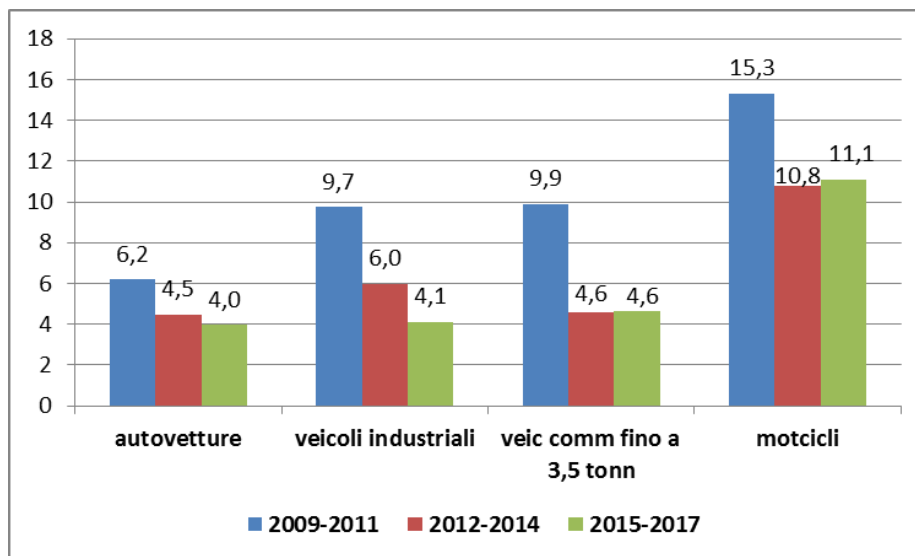
I veicoli più moderni sono più sicuri, e ciò vale per tutte le categorie dei mezzi considerati, come mostra la Figura 18 che evidenzia come il numero dei morti per tipo di veicolo coinvolto tenda progressivamente a ridursi per periodi di immatricolazione del mezzo via via più recenti.

I risultati sono principalmente ascrivibili al progresso tecnologico degli strumenti di sicurezza attiva e passiva. Meno significativa appare la riduzione nel numero di morti a bordo di veicoli a 2 ruote, per i

¹⁴ Sono esclusi dalla media i dati delle autovetture immatricolate nel 2018, poiché i veicoli potrebbero non aver circolato per l'intero anno in esame.

quali sono disponibili meno dispositivi di sicurezza attiva e l'installazione di strumenti di sicurezza passiva risulta più complessa.

Figura 18: Morti ogni 1.000 veicoli coinvolti per periodo di immatricolazione del veicolo – Anno 2018



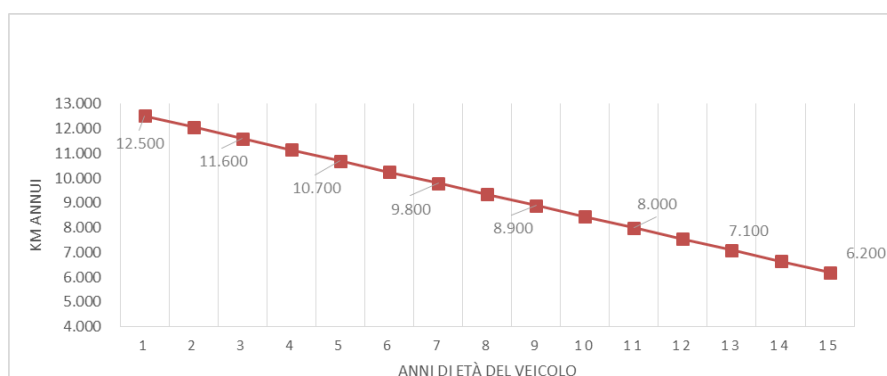
Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI-ISTAT

2.1.2 L'indice di sinistrosità in virtù delle percorrenze

I risultati emersi dall'analisi dei dati relativi al numero dei veicoli coinvolti secondo l'anno di immatricolazione, nella Tabella 14 e nella Tabella 15 risultano falsati dalla mancanza di informazioni sulle percorrenze. I veicoli con maggiore anzianità, infatti, percorrono un numero di chilometri molto più basso dei veicoli più moderni. Per superare questa lacuna e tentare di comprendere gli effettivi miglioramenti che i veicoli più nuovi hanno raggiunto in termini di sicurezza stradale, nel 2019, la Fondazione Caracciolo ha avviato un progetto sperimentale basato sulla lettura dei dati di un campione di oltre 1,5 milioni di scatole nere per l'anno 2017 e 1,8 milioni nel 2018. I test sono stati effettuati analizzando le percorrenze del 2017 (per 11,5 miliardi di km) e del 2018 (per 13 miliardi di km). Si precisa al riguardo che il numero di veicoli coinvolti (oltre 3 milioni) e la quantità di km osservati (quasi 25 miliardi) rende la ricerca in argomento una fra le più significative in termini di dati rilevati.

La ricerca ha prodotto risultati di estremo interesse. Si sono infatti potute ricostruire le percorrenze medie effettuate dai veicoli, portando a formulare stime accurate sul numero di km medio percorso annualmente dai veicoli in Italia per anno di immatricolazione.

Figura 19: Percorrenze medie annue dei veicoli per anno di età

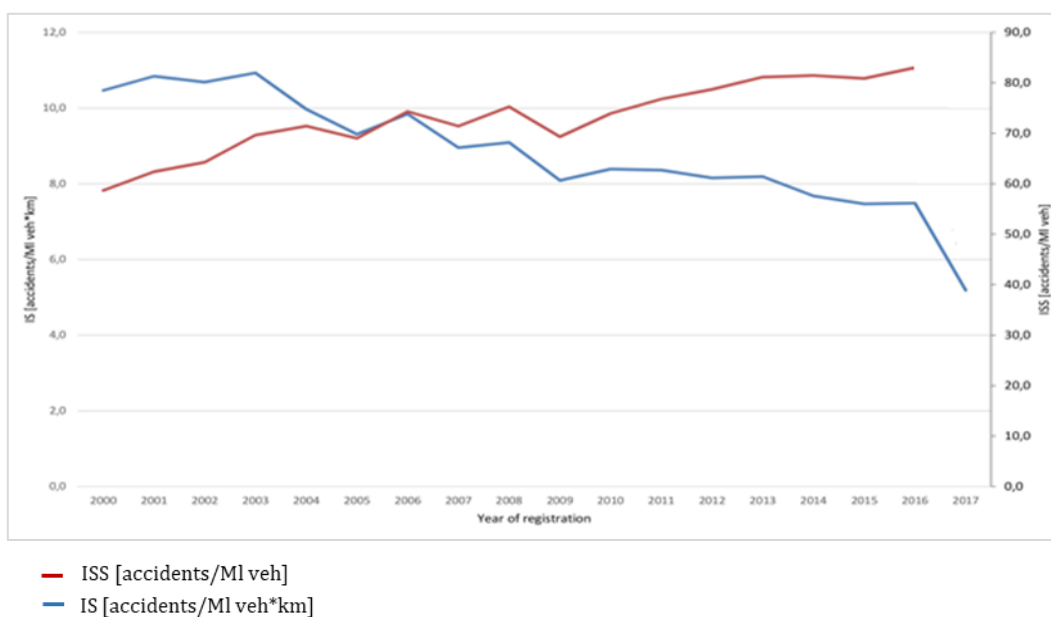


Fonte: Fondazione Caracciolo

Altro tema interessante e inedito è stata la valutazione del rischio di incidentalità in funzione dei km percorsi. La curva di colore rosso indica il numero di incidenti per milione di veicoli, mentre la curva di colore blu quelli per milione di chilometri percorsi. Come si vede dalla Figura 19 e dalla Figura 20, il numero di incidenti ponderato per il numero di km percorsi evidenzia risultati completamente opposti rispetto al semplice rapporto sul parco veicolare e mostra che i veicoli più nuovi e quelli meglio equipaggiati in termini di ADAS sono nettamente più sicuri.

Lo studio ha anche valutato l'efficacia specifica di alcuni ADAS e, in particolare, i miglioramenti in sicurezza legati all'utilizzo del sistema AEB (sistema automatico di frenata di emergenza). Dai risultati è emerso che i veicoli con AEB, rispetto ai veicoli sprovvisti di questa tecnologia, hanno fino al 38% in meno di probabilità di essere coinvolti in un incidente stradale.

Figura 20: Incidenti annui/MI veic*km e incidenti annui/MI veicoli



Fonte: *La frontiera tecnologica nella lotta agli incidenti stradali. Il ruolo degli ADAS*, Fondazione Caracciolo, 2019

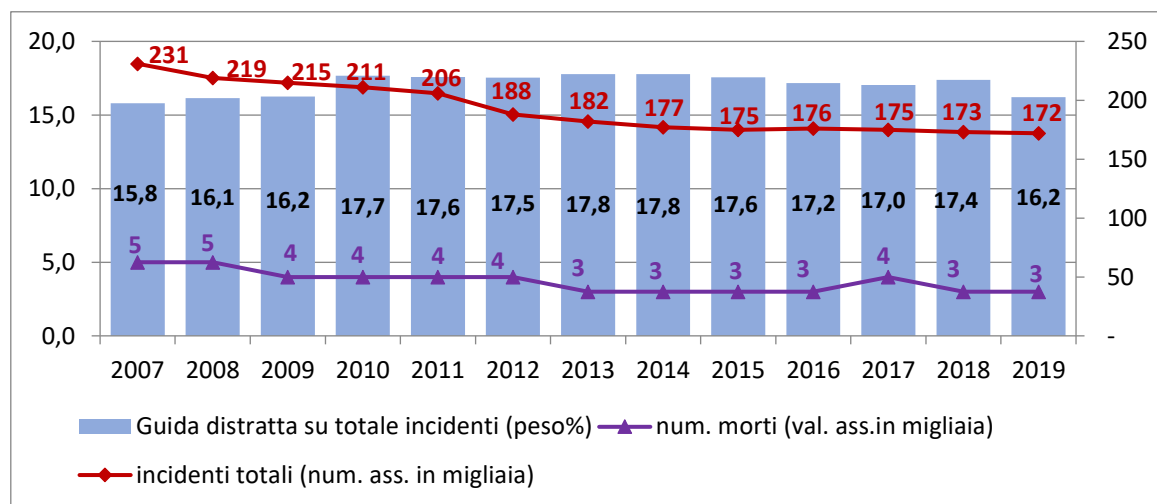
Un ulteriore approfondimento, realizzato nel 2020 attraverso l'incrocio dei dati ACI-ISTAT sulla natura degli incidenti, i dati delle scatole nere e quelli del Pubblico Registro Automobilistico dell'ACI sui modelli delle auto in circolazione, inoltre, ha evidenziato il ruolo svolto dal sistema di assistenza alla frenata (AEB) sugli incidenti per tamponamento. I risultati, espressi sotto forma di IS (indicatori di sinistrosità: rapporto tra numero di incidenti e percorrenze dei veicoli), hanno mostrato che l'AEB consente una riduzione del 45% del rischio di tamponamenti nei veicoli con meno di 3 anni (in media, quasi 1 tamponamento su 2)¹⁵. Un dato non trascurabile se si considera che gli incidenti per tamponamento rappresentano circa un terzo del totale (come sarà possibile vedere nel paragrafo 2.1.2).

¹⁵ *Gli effetti dell'AEB nella riduzione dei sinistri. Il sostegno della tecnologia nella lotta agli incidenti*, Fondazione Filippo Caracciolo, 2020.

2.1.3 Il ruolo strategico dei veicoli nella lotta agli incidenti stradali

Gli strumenti di assistenza alla guida presenti, in misura più o meno diffusa, sui veicoli più moderni hanno il merito di supportare il conducente in una delle cause di incidente più frequenti: la distrazione, oggi sempre più insidiosa anche in virtù del frequente e pericoloso utilizzo dei telefoni cellulari durante la guida. Numerosi studi mostrano come i sistemi di warning o di correzione automatica del veicolo possono rivelarsi fondamentali nell'evitare o ridurre la lesività dei sinistri stradali. C'è una tecnologia che ti salva da una che ti espone al pericolo.

Figura 21: Peso distrazione sul totale delle cause accertate o presunte di incidente¹⁶



Fonte Istat-ACI

Purtroppo gli standard di sicurezza attiva e passiva non sono uguali su tutti i veicoli. Alcune case e alcuni modelli ne hanno fatto una bandiera, altre sono indietro. Analizzando la curva di incidentalità rapportata ai km percorsi ci si accorge che la sicurezza dipende dall'anno di immatricolazione del veicolo (cfr. fig. 20), nonché dal segmento di appartenenza. I modelli di segmento elevato (E-F) o di grandi dimensioni (Large - SUV) sono mediamente coinvolti in incidenti in misura del -18% rispetto ai modelli di segmento medio (C - D). Le utilitarie sono invece i veicoli più esposti al rischio di incidente. Sempre in relazione al numero di km percorsi, i veicoli di segmento A e B hanno il 38% di probabilità in più di essere coinvolti in incidente rispetto a quelli di fascia superiore (C - D).

Partendo dal dato elaborato dalla Commissione Europea nella valutazione dei costi socio-economici determinati dall'incidentalità stradale, si è provato a stimare il costo socio-economico medio annuo prodotto dai diversi veicoli suddivisi per segmento e anno di età.

Partendo dai dati elaborati dalla Commissione Europea nella valutazione dei costi socio-economici determinati dall'incidentalità stradale, si è provato a stimare il costo socio-economico medio annuo prodotto dai diversi veicoli suddivisi per segmento e anno di età.

Nello specifico, assumendo come valore medio il costo socio-economico, stimato dalla Commissione UE per gli incidenti stradali, di 7,2 Euro per 100 km percorsi, si è provveduto a parametrare tale valore al rischio di incidente misurato in funzione dei km, valutando in modo dettagliato i diversi modelli suddivisi per anno di immatricolazione e segmento. Successivamente si è provveduto a ipotizzare una percorrenza media uniforme di 8.000 km annui.

Questa analisi ha permesso di stimare il danno socio-economico degli incidenti stradali in relazione all'anno di immatricolazione del veicolo (rappresentato dalla classe di Euro).

¹⁶ Comportamenti rilevati sui primi due veicoli coinvolti.

I valori ottenuti, riportati nella tabella che segue, mostrano l'importanza di favorire la sostituzione dei veicoli più vecchi, usurati e privi dei moderni sistemi di assistenza alla guida che, come sopra illustrato, danno un importante contributo alla riduzione del rischio di sinistrosità.

Costi socio-economici annuali dovuti ad incidenti stradali per classe di euro	
Classe di Euro	Percorrenza stimata di 8.000 km (Euro per veicolo)
Euro 2	709,69
Euro 3	639,36
Euro 4	576,00
Euro 5	518,40
Euro 6	466,56

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati propri ed estratti dall'*Handbook on the external costs of transport*, edito dalla Commissione europea nel 2019

2.2 L'inquinamento

Il miglioramento degli standard di sicurezza legato al progresso tecnologico è accompagnato anche dal miglioramento degli standard emissivi dei veicoli circolanti.

Le norme anti inquinamento comunitarie hanno imposto, nel tempo, all'industria automobilistica limiti sempre più stringenti in fatto di livelli di emissioni inquinanti e climalteranti consentite ai veicoli commercializzati.

L'anidride carbonica (CO₂) è il più diffuso dei gas ad effetto serra ed è un sottoprodotto della combustione dei carburanti di origine fossile e delle biomasse; non ha un impatto diretto sulla salute umana, ma è un pericoloso gas climalterante, tra i maggiori responsabili dell'effetto serra che agisce sui meccanismi di mantenimento della temperatura terrestre.

Un aumento di 2° C rispetto alla temperatura dell'era preindustriale viene considerato dagli scienziati come la soglia oltre la quale vi è un rischio di gran lunga maggiore che si verifichino mutamenti ambientali pericolosi e potenzialmente catastrofici a livello mondiale. Per questo motivo, la comunità internazionale ha riconosciuto la necessità di limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto di 1,5°C rispetto ai valori preindustriali, ponendosi un obiettivo di riduzione generale delle emissioni di CO₂ (quindi non solo quella originata dai trasporti) al 2030 del 40% rispetto ai valori del 1990, per poi spingersi ancora oltre e raggiungere il target, ancora più ambizioso, della *neutralità carbonica* nel 2050, come previsto dall'Accordo di Parigi sul clima¹⁷.

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ prodotte dai veicoli stradali, con l'emissione dei Regolamenti (CE) 443/2009, aggiornato nel 2014, (UE) 510/2011 e (UE) 631/2019 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 aprile 2019¹⁸ l'Europa interviene in maniera incisiva sui limiti delle emissioni di CO₂/km delle nuove auto immatricolate, passando da un limite di 130 g/km, poi ridotto a 95 g/km, con lo standard Euro 6d, che entrerà in vigore dal 2021. Inoltre, è prevista un'ulteriore riduzione della soglia per le autovetture a 59 g/km di CO₂ entro il 2030 (-37,5% rispetto al 2021). È previsto anche uno step intermedio nel 2025, con una riduzione del 15%, sempre rispetto ai limiti del 2021. Il target emissivo viene calcolato come media della flotta totale delle auto vendute. Per le case costruttrici che non riescano

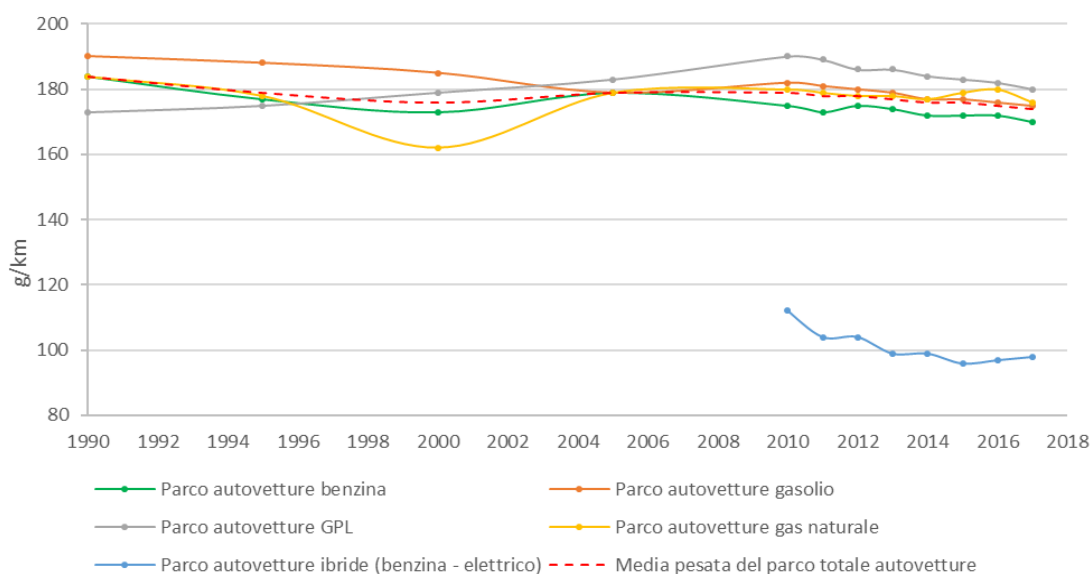
¹⁷ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

¹⁸ Regolamento (UE) 631/2019 definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni di CO₂ delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi e che abroga i regolamenti (CE) n. 443/2009 e (UE) 510/2011.

a rispettare le emissioni stabilite, è stato previsto un sistema di sanzioni in base alle vendite di ogni costruttore/importatore.

Nella Figura 22 sono indicate le emissioni di CO₂ in riferimento al parco auto circolante, differenziate per tipo di alimentazione, secondo il loro uso effettivo, includendo stili di guida differenti e percorsi variabili (urbano, extraurbano e autostradale), secondo le stime ottenute da ISPRA con l'uso del modello europeo COPERT¹⁹. I dati relativi al parco circolante impiegati dal modello vengono forniti da ACI e UNRAE, mentre quelli relativi alle percorrenze per il caso italiano vengono forniti dal MIT; altre possibili informazioni provengono da casi studio o analisi di settore, mentre il mix energetico dei carburanti considerato per le analisi è relativo al Paese su cui viene applicato il metodo²⁰.

Figura 22: Evoluzione delle emissioni specifiche medie di CO₂ del parco circolante autovetture per alimentazione (Anni dal 1990 al 2017)



Fonte: ISPRA annuario.isprambiente.it/sys_ind/258

Dal 1990 al 2017, le emissioni di CO₂ del parco circolante autovetture italiano sono diminuite, in particolare con il contributo delle riduzioni registrate dai mezzi alimentati a diesel, anche in virtù dell'efficientamento energetico dei motori e del rinnovo del parco auto. I dati medi risultano ancora elevati in virtù della presenza di una percentuale elevata di veicoli di vecchia generazione (ante euro 4).

Relativamente ai dati sulle emissioni di CO₂ del venduto, in Europa, il livello medio di CO₂ emesso dalle autovetture di nuova immatricolazione era di 185 g/km nel 1995, scesa poi a 126,7 g/km nel 2013, raggiungendo quindi l'obiettivo fissato per il 2015, con due anni di anticipo.

Come si evince dal grafico in Figura 23, il target di emissioni di anidride carbonica imposto per il 2015, pari a 130 g/km di CO₂, è stato raggiunto a livello europeo in anticipo nel 2013, e in Italia con ulteriore anticipo nel 2011, anno in cui si è registrato il valore di 129,68 g/km, raggiungendo poi i 113,9 g/km nel

¹⁹ COPERT è il software, riconosciuto dall'UE e sviluppato in coordinamento con l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), per il calcolo delle emissioni su scala nazionale, regionale o locale e per stime annuali o giornaliere di tutte le principali emissioni: gas serra, inquinanti atmosferici e specie tossiche. Utilizza i dati sulla popolazione del veicolo, il chilometraggio, la velocità e altre informazioni come la temperatura ambiente e calcola le emissioni e il consumo di energia per un paese o una regione specifici.

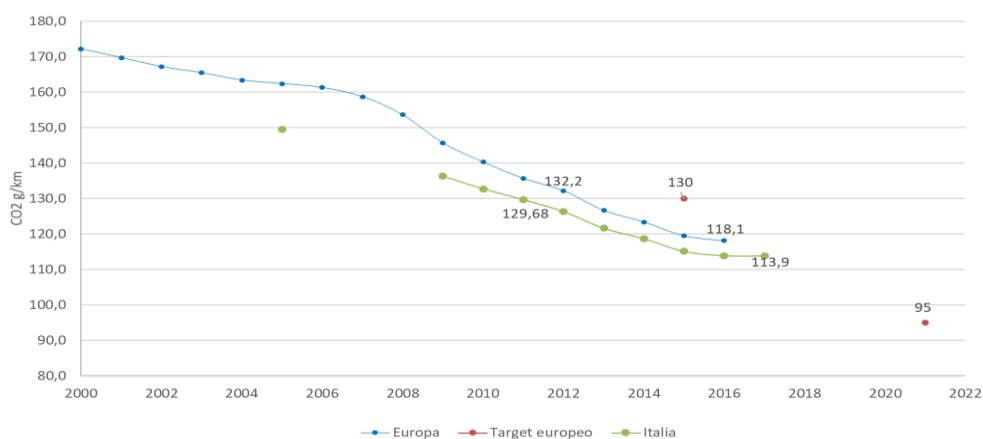
²⁰ *Trasporti su strada. Inventario nazionale emissioni e disaggregazione provinciale*, ISPRA, 124 - 2010 e *Italian emission Inventory 1990-2019 - Informative Inventory Report 2020*, ISPRA, Marzo 2020.

2017, nelle prove di omologazione; un trend in costante diminuzione a partire dall'inizio delle rilevazioni in Italia, nel 2021. Un dato che conferma come il nostro Paese rappresenti un'eccellenza in questo campo. Il nuovo target posto a 95 g/km è stato posticipato di un anno al 2021.

L'evoluzione tecnologica che ha portato a raggiungere delle prestazioni così performanti in termini emissivi rende ancor più chiara l'importanza che riveste una seria politica di svecchiamento del nostro parco circolante (

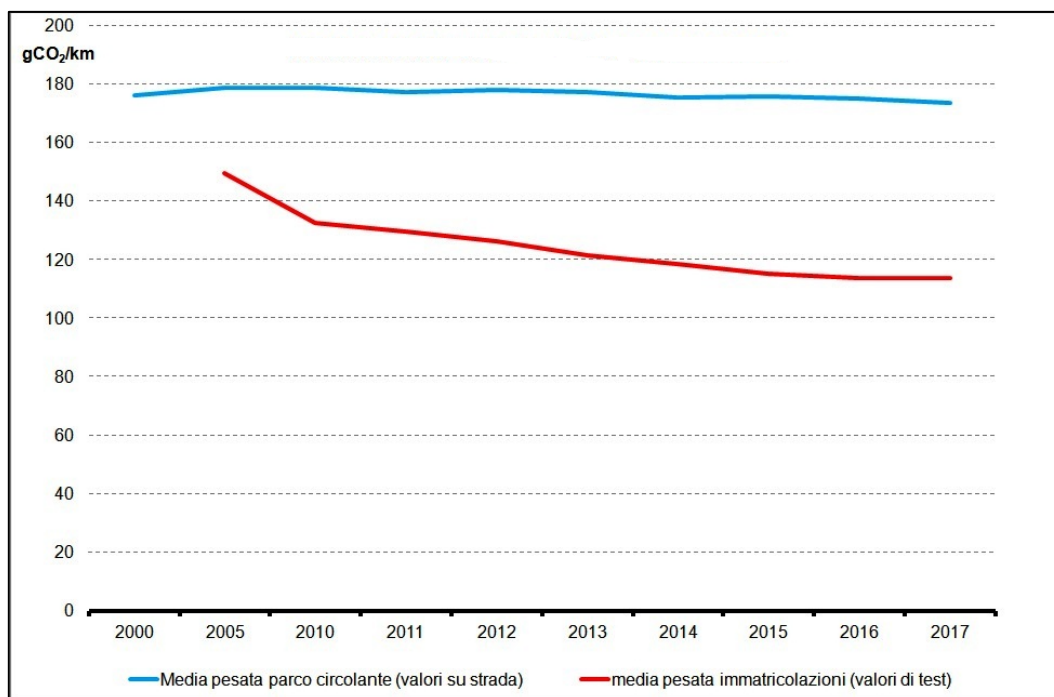
Figura 24).

Figura 23: Evoluzione emissioni medie di CO2 delle autovetture nuove immatricolate in Europa e in Italia.



Fonte EEA e ISPRA - Anno 2018

Figura 24: Andamento delle emissioni specifiche medie di CO2 del parco circolante autovetture e delle immatricolazioni in Italia



Fonte: ISPRA annuario.isprambiente.it/sys_ind/258

Mentre l'effetto della CO2 è quantificabile su scala globale, altre emissioni hanno impatti maggiori su scala locale. Tra questi gli inquinanti come il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto e il particolato, la cui pericolosità è legata alla loro permanenza nell'aria in particolare nelle zone urbane, dove le concentrazioni rilevate sono più alte.

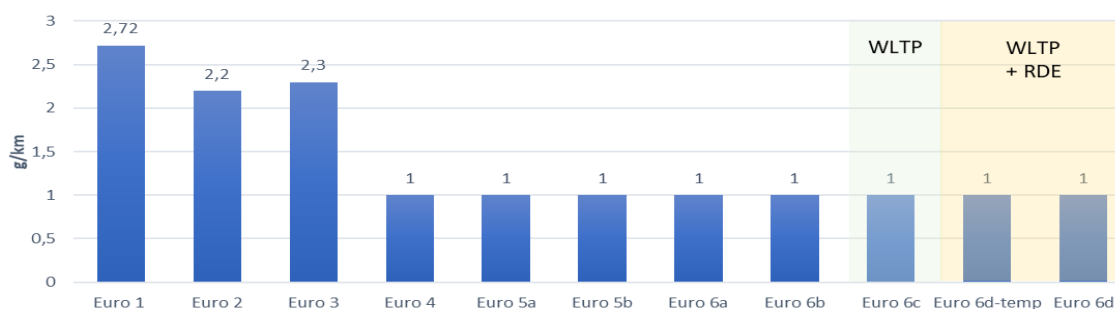
Le limitazioni alle emissioni di tali sostanze degli autoveicoli sono regolamentate dagli standard emissivi, la cui evoluzione è mostrata nella Tabella 18. L'ultima classe introdotta è l'Euro d-temp adottata per le omologazioni nel 2018 (e l'introduzione della misurazione reale su strada). Mentre nel 2021 è prevista la riduzione del margine emissivo consentito tra le valutazioni WLTP e quelle in RDE minore del 50% (Euro 6d).

Tabella 18: Date di implementazione degli standard emissivi europei per le auto

Standard	Data di implementazione (omologazione)	Data di implementazione (veicoli venduti e immatricolati)	Test
Euro 1	lug-92	gen-93	NEDC
	ago-93	ago-94	
Euro 2	gen-96	gen-97	NEDC
Euro 3	gen-00	gen-01	NEDC
Euro 4	gen-05	gen-06	NEDC
Euro 5	A: Settembre 2009	A: Gennaio 2011	NEDC
	B: Settembre 2011	B: Gennaio 2013	
Euro 6	A: Settembre 2014	A: Gennaio 2016	NEDC
	B Settembre 2014	B: Gennaio 2016	NEDC
	C: settembre 2017	C: settembre 2018	WLTP
	D-temp: settembre 2018	D-temp: settembre 2019	WLTP + RDE
	D: gennaio 2020	D: gennaio 2021	WLTP + RDE

Considerando i soli veicoli di categoria M1, adibiti al trasporto di massimo 9 persone incluso il conducente, la più consistente variazione del limite di emissioni imposto per il monossido di carbonio, nei veicoli a benzina, si è avuta nel passaggio dallo standard Euro 3 del 2000 all'Euro 4 del 2005, passando da 2,3 g/km a 1 g/km.

Figura 25: Livelli di monossido di carbonio (CO) previsti dagli standard Euro per le auto a benzina



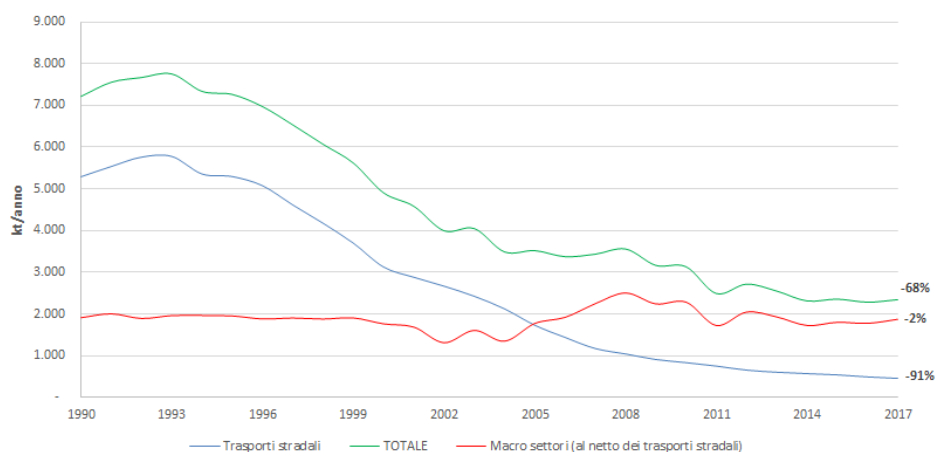
Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati standard Euro

Di fatto l'aggiornamento degli standard non prevede semplicemente una riduzione dei valori di emissione, ma vengono anche migliorate le tecniche di misura e omologazione, ad esempio nel passaggio dallo standard Euro 2 ad Euro 3, il valore limite del monossido di carbonio per le auto alimentate a benzina è stato solo apparentemente aumentato da 2,2 a 2,3 g/km, in virtù del fatto che il test venne modificato includendo il tempo di light-off, ossia il delta temporale tra accensione del motore e attivazione del catalizzatore.

Il monossido di carbonio (CO) emesso dalle automobili è originato dalla combustione incompleta del carburante. È un gas incolore, inodore e insapore ma altamente tossico per l'uomo e pericoloso qualora raggiunga concentrazioni elevate. Gli effetti sono tanto più gravi quanto maggiore è l'esposizione al CO e quanto peggiore è la condizione di salute della persona colpita.

Come rappresentato nella Figura 26, tratta dai Report ISPRA, dal 1990 al 2017 il contributo del trasporto stradale sulle emissioni di CO si è ridotto notevolmente, rappresentando nel 2017 solo il 19% delle emissioni rispetto alle altre sorgenti antropogene (81%), in cui l'apporto del settore non industriale rappresenta oltre il 64% (per i dettagli dei settori si veda All. 2.7). La rilevante riduzione di emissioni derivante dal trasporto stradale (passato dal 73,4% del 1990 al 19% nel 2017) conferma l'importanza che ha avuto lo sviluppo tecnologico per l'autotrazione per la sostenibilità ambientale e la salute dell'uomo.

Figura 26: Andamento delle emissioni nazionali per settore di provenienza di monossido di carbonio dal 1990 al 2017 – Dettaglio trasporti stradali altre fonti aggregate



Fonte: ISPRA

Un altro inquinante pericoloso per la salute umana è la presenza di particolato fine in sospensione nell'aria. Il particolato fine contraddistinto da particelle con diametro inferiore a 10 μm è denominato PM10, mentre quello con diametro inferiore a 2,5 μm è noto come PM2,5. L'insidiosità che contraddistingue il particolato è insita nella sua capacità di legarsi a sostanze tossiche (come metalli pesanti, benzene, solfati ed altre) che, se inalate, possono causare malattie respiratorie.

Per gli autoveicoli diesel il limite di emissioni di particolato è stato progressivamente e sensibilmente ridotto con l'evoluzione degli standard Euro, questo è evidente soprattutto considerando il divario tra la classe Euro 1 e la classe Euro 4, fino alle classi Euro 6c ed Euro 6d che prevedono valori limite pari a 0,0045 g/km (valore 10 volte più basso rispetto alla classe Euro 3 e 5,5 volte rispetto alla classe Euro 4).

È importante notare come gli aggiornamenti degli standard emissivi successivi all'Euro 4 non abbiano visto abbassamenti molto forti dei limiti delle emissioni, ma con l'entrata in vigore dello standard Euro 6c è stato introdotto, dal 2018, un nuovo sistema di test per le emissioni, denominato WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure), che sostituisce il ciclo di guida europeo NEDC (New European Driving Cycle²¹) al quale poi, con il successivo standard Euro 6d-temp, è stato aggiunto anche il test RDE (Real Driving Emissions).

Il test WLTP consiste in un ciclo di prova effettuato in laboratorio, volto a rilevare le emissioni e i consumi, simulando il comportamento del motore su strada in considerazione di tratti urbani (per il

²¹ Il NEDC, entrato in vigore nel 1970, faceva inizialmente riferimento al solo percorso urbano, poi nel 1992 è stata considerata anche una fase extraurbana e dal 1997 è stato utilizzato anche per il rilievo dei consumi e delle emissioni di CO₂. La velocità media del NEDC è bassa (34 km/h) e la velocità massima è di soli 120 km/h.

52%) ed extraurbani (per il 48%), e quindi con condizioni di prova più specifiche e percorrenze maggiori rispetto al precedente test NEDC²².

Il test WLTP consente di avere un riferimento univoco per il confronto tra modelli e marche differenti, tuttavia non permette di tenere conto in modo corretto di tutti gli eventi possibili in cui il guidatore può incorrere sulle strade reali. In questo senso il test RDE²³ integra il WLTP, rilevando le emissioni inquinanti durante prove svolte in condizioni reali su strada. Le condizioni di prova in RDE prevedono che il test venga svolto ad altitudini variabili, temperature differenti a seconda dei periodi dell'anno, con un carico utile aggiuntivo, in salita, in discesa, su strade urbane a bassa velocità, strade extraurbane a velocità media, e autostrade ad alta velocità.

Figura 27: Livelli di particolato (PM) previsti dagli standard Euro per le auto diesel

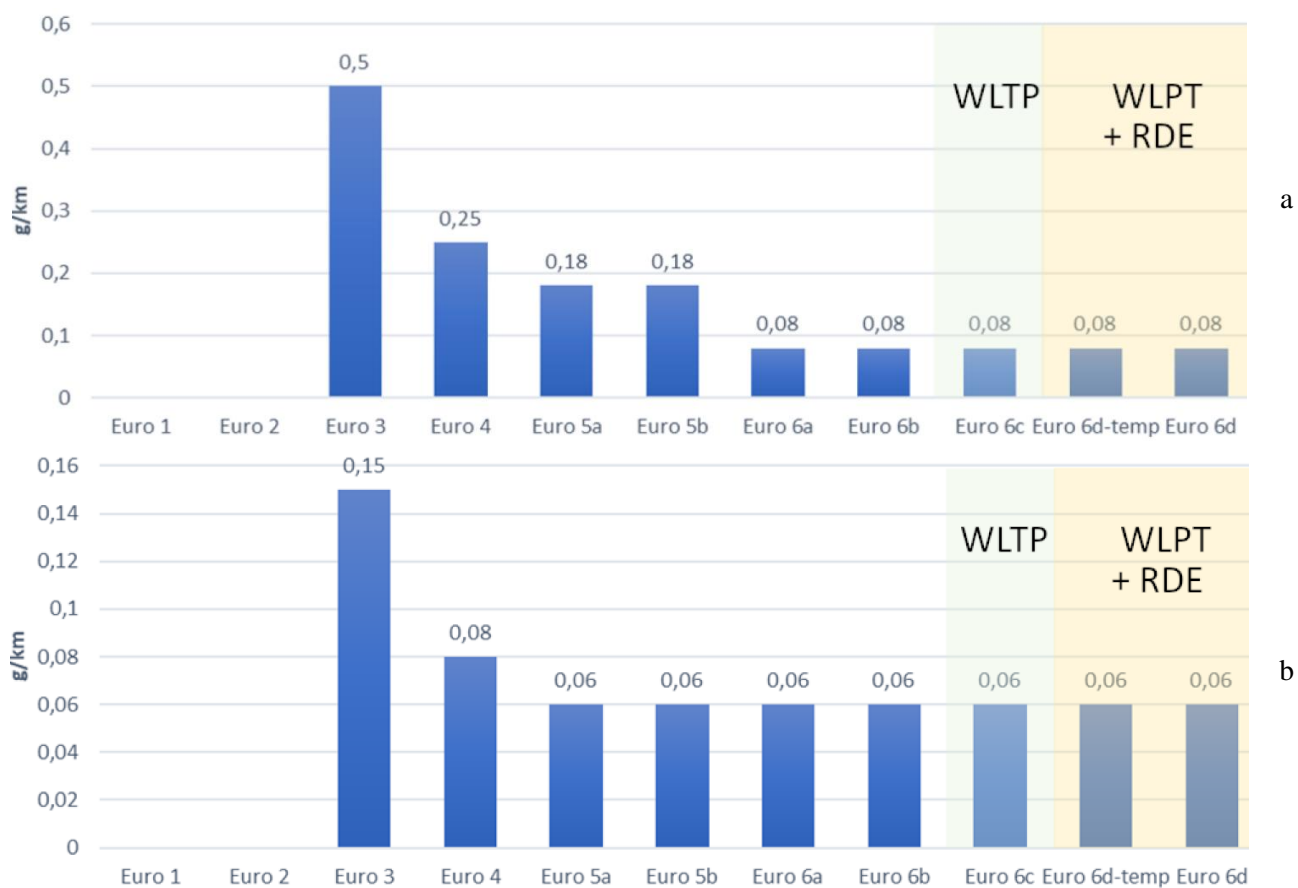


Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati standard Euro

²² Il test WLTP ha una durata di 30 minuti, più lungo rispetto ai 20 minuti del test NEDC e anche la distanza del ciclo è aumentata passando da 11 km a 23,25 km, con velocità media di 46,5 km/h e una massima di 131 km/h. Inoltre, il test WLTP valuta anche l'influenza delle dotazioni opzionali sul consumo di carburante e sulle emissioni di CO₂.

²³ La prova RDE si applica dal 1° settembre 2017 per i nuovi tipi di autovetture, e a tutte le autovetture immatricolate a partire dal 1° settembre 2019.

Figura 28: Livelli di ossidi di azoto (NOx) previsti dagli standard Euro per le auto diesel (a) e a benzina (b)



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati standard Euro

Seppure con ritardo rispetto al mondo delle autovetture, gli standard europei sulle emissioni trovano applicazione anche per i mezzi a due ruote. Le norme vanno applicate a moto, scooter e ciclomotori (anche tre e 4 ruote). La rinnovata attenzione verso questi veicoli è anche legata alla loro larga diffusione soprattutto nelle grandi città.

Le emissioni più consistenti dei mezzi a due ruote sono dovute alla presenza di incombusti, per cui le sostanze emesse sono soprattutto monossido di carbonio, idrocarburi incombusti e benzene.

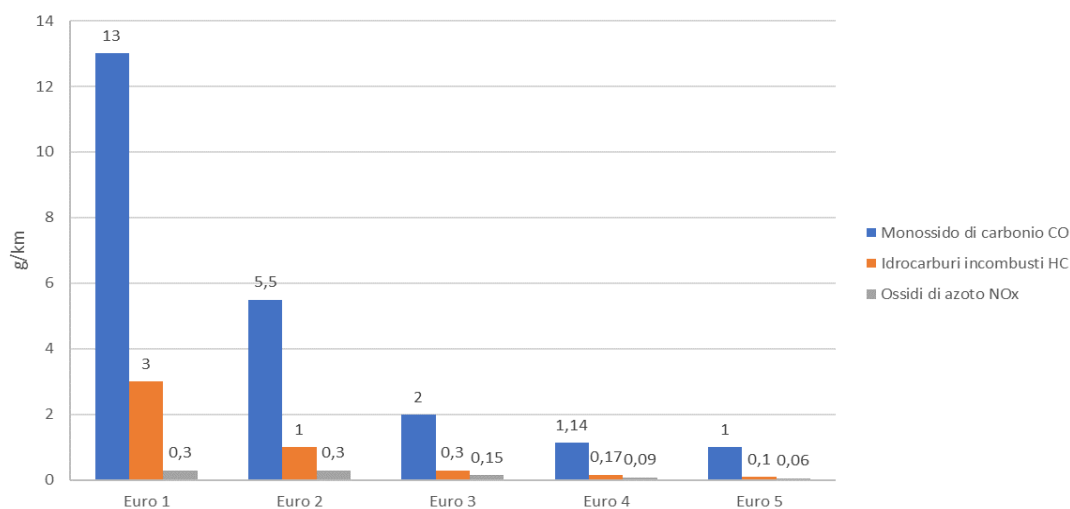
Tabella 19: Date di implementazione degli standard emissivi europei per i motocicli e i ciclomotori

Standard	Entrata in vigore	Test
Euro 1	Ciclomotori e Motocicli – Giugno 1999	
Euro 2	Ciclomotori - Giugno 2002	
	Motocicli - Gennaio 2003	
Euro 3	Motocicli – Gennaio 2006	
	Motocicli – Luglio 2015	Introduzione monitoraggio immediato dei gas di scarico
Euro 4	Motocicli – Gennaio 2016	Introduzione OBD (On Board Diagnostic)
Euro 5	gen-20	Introduzione OBD 2
Euro 5 +	gen-24	Sistemi di monitoraggio al catalizzatore e prove di impatto ambientale

La più recente norma Euro 5, oltre a limiti più stringenti, introduce per la prima volta il limite per i PM, imposto a 0,0045 g/km al pari delle auto. Con quest’ultimo standard, in vigore dal 2020, il quadro generale delle emissioni consentite va ad uniformare auto e moto. Il sistema di diagnostica di bordo OBD, che nell’Euro 4 serviva al controllo del corretto funzionamento dei sensori, si è evoluto andando a segnalare la presenza di guasti che possano influire in modo negativo sulle emissioni.

A titolo esemplificativo, nella Figura 29 viene illustrata la progressiva diminuzione delle emissioni consentite delle moto con maggiore cilindrata, che sono state soggette alle limitazioni più pesanti.

Figura 29: Limiti di emissione secondo gli standard Euro per le moto di grande cilindrata



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati standard Euro

2.2.1 Innovazione per auto e carburanti

Della riduzione delle emissioni si fanno carico le case costruttrici, per quanto riguarda le nuove auto immesse nel mercato, e i produttori di carburante, che ad ogni aggiornamento normativo, si trovano di fronte a scenari sempre più sfidanti.

La riduzione dei consumi, attraverso motori più performanti, e lo sviluppo di combustibili sempre meno inquinanti, per i quali la normazione tecnica provvede a definirne e aggiornarne i parametri, sono alla base dei progressi raggiunti in termini emissivi.

Un'evoluzione che, in particolare a partire dal 1997, ha visto la Commissione europea impegnata per ridurre l'impatto delle emissioni da combustione sull'ambiente e la salute, attraverso una stretta regolamentazione delle specifiche chimico-fisiche dei combustibili e la diversificazione delle fonti energetiche.

Relativamente alle specifiche di qualità della benzina e del diesel per autotrazione, un primo importante passo è stato fatto con la Direttiva "combustibili" 98/70/CE, che vietava la commercializzazione di benzina contenente piombo e diesel con limitato tenore di zolfo²⁴, a partire dal 2000 e non oltre il 2005²⁵.

Un importante sforzo inoltre veniva richiesto ai fornitori di combustibili, imponendo, entro la fine del 2020, una graduale riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (pari al -6%) "prodotte durante il ciclo di vita dei combustibili fino a raggiungere una riduzione del 10% per unità di energia dovute ai carburanti e all'energia forniti, rispetto alla media comunitaria delle emissioni di gas a effetto serra per unità di energia prodotte durante il ciclo di vita dei combustibili fossili nel 2010, ottenute utilizzando biocarburanti (prodotti in modo sostenibile) e carburanti alternativi nonché riducendo il rilascio in atmosfera e la combustione in torcia nei siti di produzione".

Tale normativa ha visto continui aggiornamenti e restrizioni delle specifiche di qualità dovute anche all'evoluzione dei combustibili e soprattutto dell'introduzione dei biocombustibili²⁶.

Tra gli strumenti a disposizione per il raggiungimento degli obiettivi indicati, si ricordano: l'utilizzo di tecnologie per la cattura e stoccaggio della CO₂²⁷, ma anche l'uso di "crediti verdi", oltre alla possibilità di immissione sul mercato di carburanti più efficienti o di origine rinnovabile.

Secondo i dati riportati dal GSE²⁸, "anche grazie a meccanismi pubblici di sostegno che obbligano i soggetti che immettono in consumo benzina e gasolio a rispettare una percentuale minima di miscelazione con biocarburanti, crescente negli anni", nel 2018, nel solo settore dei trasporti si è registrato un incremento del consumo di biocarburanti pari al 18% rispetto al 2017 (+ 600% rispetto al 2005)²⁹.

Relativamente a questo ultimo punto, il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 13 dicembre 2017³⁰ prevedeva per il 2020 l'aggiunta del 9% di biocarburanti di cui l'1% di biocarburanti avanzati nei prodotti introdotti in Italia al consumo.

Oltre ai biocarburanti di prima generazione, ovvero il bioetanolo e il biodiesel prodotti a partire da materie prime agricole, si prevede di implementare la produzione di biocarburanti di seconda generazione prodotti da biomasse non utilizzabili a scopo alimentare e originati ad esempio da oli vegetali idro trattati (il cosiddetto Greendiesel HVO) e grassi animali, materiali ligneo cellululosici residui e scarti, oltre all'incremento della produzione di biometano da FORSU e dai fanghi di depurazione delle acque; secondo le stime di Confindustria Energia nel 2019 sono stati immessi in rete oltre 250 milioni di metri cubi di biometano, traggendo in anticipo l'obiettivo di produzione di biometano posto per il 2022. A tal proposito è di rilievo il progetto 'Waste to Fuel' per la produzione di bio olio e bio metano (combustibili Carbon Neutral) a partire dalla FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) che

²⁴ Conforme alle specifiche indicate nella Direttiva stessa (si veda Allegato IV della 98/70/CE).

²⁵ Fatte salve alcune deroghe su richiesta alla Commissione per evitare gravi difficoltà socioeconomiche nel passaggio richiesto.

²⁶ Ad esempio, la Direttiva CE 2009/28 e 2009/30 che modifica la Direttiva 98/70CE.

²⁷ Lo stoccaggio geologico del biossido di carbonio consiste nella iniezione in formazioni geologiche profonde o giacimenti esauriti di idrocarburi di CO₂ liquida ottenuta dalla cattura (per mezzo di reazioni chimiche) nei camini di emissione di centrali elettriche a combustibili fossili e da altri grandi impianti industriali. Fonte: MISE - Cattura e sequestro CO₂.

²⁸ Energia nel settore trasporti 2005- 2018, GSE, giugno 2020.

²⁹ Si ricordano qui, a solo titolo d'esempio non esaustivo, il Decreto Legge 10 gennaio 2006 e successive modificazioni, della Legge 81/2006, art. 33; il Decreto del Ministero dello Sviluppo economico del 10 ottobre 2014, per le quote minime di miscelazione e le modalità di calcolo.

³⁰ Modifica delle percentuali minime, previste dal Decreto 10 ottobre 2014, di obbligo di immissione in consumo relativamente ai biocarburanti e ai biocarburanti avanzati.

rappresenta la biomassa più diffusa; un impianto pilota è stato realizzato nella bioraffineria di Gela nel 2018.

Grazie agli sforzi degli operatori energetici e degli investimenti in innovazione tecnologica per la produzione di carburanti più efficienti e sostenibili, il livello di CO₂eq delle filiere produttive (from well to wheel) viene ridotto o compensato, di fatto diminuendo l'impatto dei combustibili (riduzione della carbon footprint), rendendo più ecologici i processi (estrazione – catena di fornitura – distribuzione) anche tramite progetti di riforestazione, spegnimento delle caratteristiche torce delle torri delle raffinerie, con notevole risparmio di emissioni di gas combustibili, e la diversificazione delle fonti energetiche, favorendo quelle rinnovabili.

Per quanto riguarda i veicoli, i principali metodi di riduzione delle emissioni inquinanti allo scarico consistono nell'efficientamento dei motori già esistenti, anche per mezzo delle rimappature delle centraline elettroniche³¹, e nell'applicazione di specifici filtri come le marmitte catalitiche (introdotte nel 1993) e per i motori diesel i filtri antiparticolato (già presenti in molte vetture dal 2000, obbligatori dal 2008, con la normativa Euro 5).

I filtri antiparticolato DPF (Diesel Particulate Filter) e FAP (Filtre à Particules) sono le due tipologie del filtro metallico posto a valle dei collettori di scarico sulle vetture diesel, che per mezzo di una azione meccanica permette la riduzione delle emissioni di particolato nei gas di scarico³². Un contributo alla riduzione dei consumi e alle emissioni è svolto anche dai miglioramenti di design della carrozzeria e performance degli pneumatici, che permettono di migliorare l'aerodinamica del mezzo e di ridurre l'attrito con l'aria e con la strada e quindi consumare meno carburante.

Per quel che riguarda le auto elettriche e ibride-elettriche, lo sviluppo della frenata rigenerativa permette di recuperare energia durante la fase di frenata riconvertendo l'energia cinetica in energia elettrica, aumentando di fatto l'autonomia del veicolo.

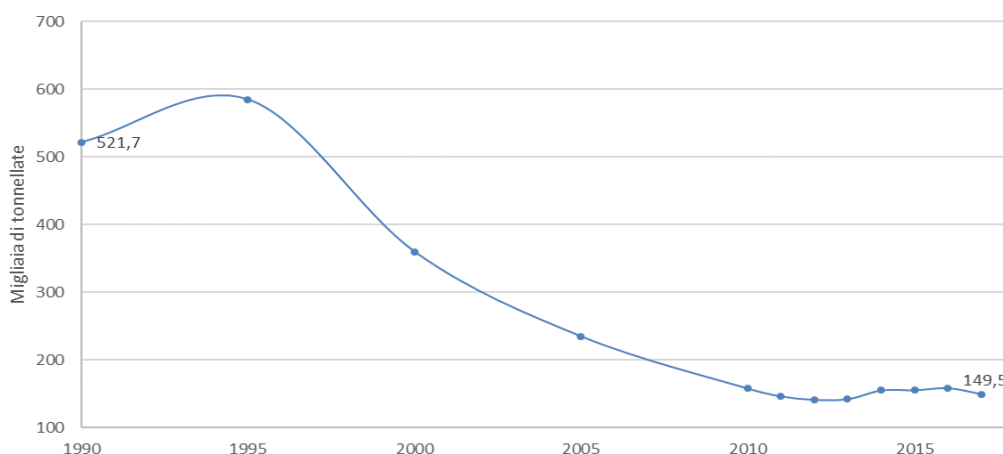
2.2.2 Effetti del traffico sulla qualità dell'aria

Da un punto di vista globale il miglioramento nella composizione del parco ha prodotto risultati positivi nelle emissioni complessive di molecole inquinanti e climalteranti. In particolare, dal 1990 al 2017 le emissioni di ossidi di azoto prodotte dalle sole autovetture, si sono notevolmente ridotte, come mostrato nella Figura 30, scendendo a 149,5 migliaia di tonnellate di NO_x nel 2017, con una riduzione di circa il 71% rispetto al valore di 521,7 migliaia di tonnellate del 1990.

³¹ Con l'aggiornamento del software delle centraline, è possibile regolare e ottimizzare le funzioni del motore che sono gestite in modo elettronico, come ad esempio l'attivazione e la durata delle fasi di iniezione elettronica del carburante, o del cut-off di iniezione in fase di rilascio, oppure l'ottimizzazione dell'accelerazione, in base alle variazioni delle condizioni di marcia, per fornire migliori prestazioni in rapporto ai consumi e alle emissioni.

³² L'elemento filtrante del DPF è realizzato in carburo di silicio strutturato in canali e celle alveolari in cui viene intrappolato il particolato, anche grazie all'ausilio di un additivo a base di cerina. L'additivo si lega chimicamente al particolato formando degli agglomerati di dimensione maggiore del particolato stesso, favorendo in tal modo il lavoro del filtro. Il filtro DPF si differenzia dal FAP, che svolge la stessa funzione, ma al posto della cerina, per la fase di rigenerazione impiega temperature più elevate, generando una minore contro-pressione allo scarico, contenendo la perdita di potenza. Rispetto al DPF inoltre vanta intervalli di manutenzione più lunghi, sebbene a causa delle alte temperature abbia una vita più corta.

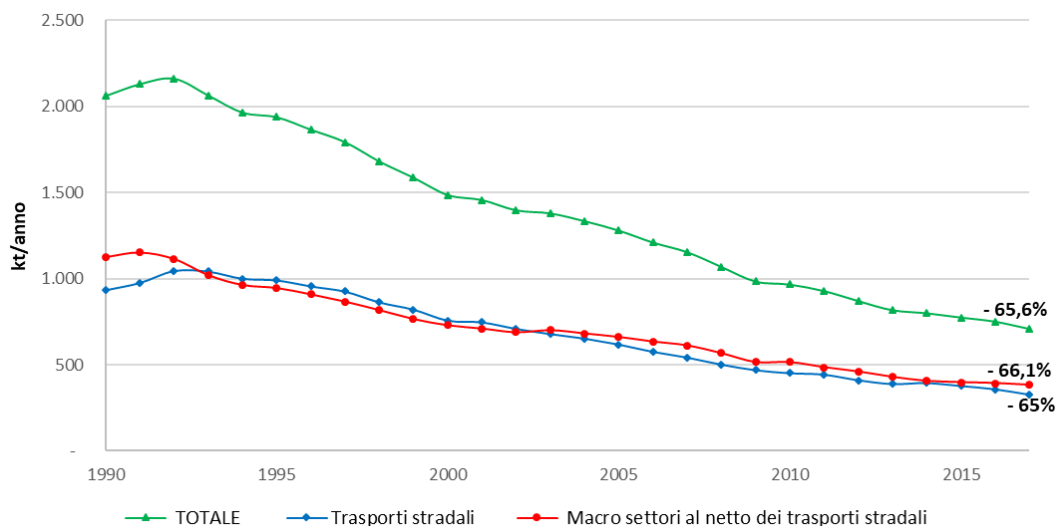
Figura 30: Ossidi di Azoto in Italia per le autovetture su strada



Fonte: ISPRA, Emissioni di ossidi di azoto dal settore dei trasporti, per modalità di trasporto, 2017

Il trend positivo di diminuzione delle emissioni di NO_x può essere osservato anche rispetto a tutti i macrosettori di provenienza coinvolti³³, Figura 31. Dal 1990 al 2017 il calo è stato in generale del -65,6%, raggiungendo, già nel 2016, la percentuale di riduzione imposta dalla Direttiva 2016/2284 a partire dal 2020 (valore imposto -40%). L'apporto più significativo è stato quello dei trasporti stradali, che hanno un contributo emissivo pari a circa la metà del totale (46,1% nel 2017).

Figura 31: Ossidi di Azoto in Italia – confronto tra il settore trasporti stradali e gli altri macro settori

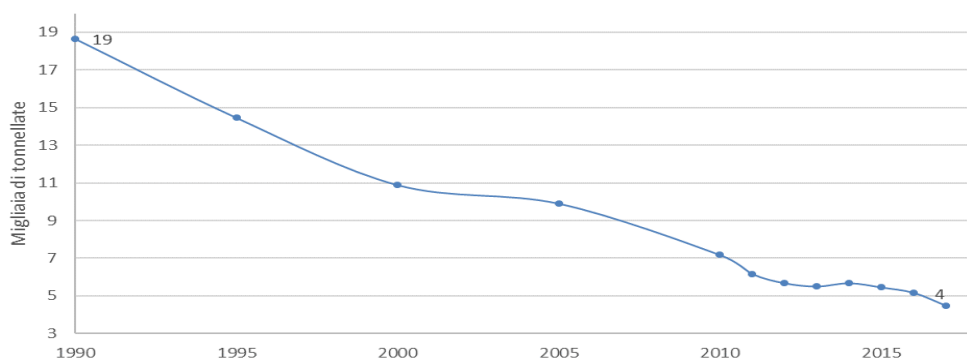


Fonte: ISPRA, Emissioni di precursori di ozono troposferico (NO_x e COVNM): trend e disaggregazione settoriale, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/27

Anche il livello di particolato fine PM_{2,5} imputato alle autovetture, come mostrato in Figura 32, ha visto negli anni una notevole riduzione (quasi del 79%) passando da 19 tonnellate nel 1990 a 4 nel 2017.

³³ Macrosettori che emettono NO_x Combustione energia e industria di trasformazione; Combustione non industriale; Combustione industriale; Processi produttivi; Trasporti stradali; Altre sorgenti mobili; Trattamento smaltimento rifiuti; Agricoltura.

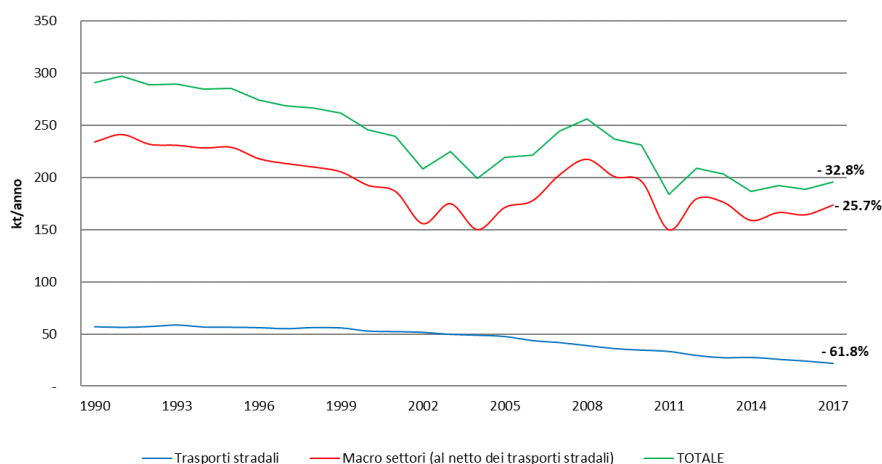
Figura 32: PM 2,5 in Italia per le autovetture su strada



Fonte: ISPRA, Emissioni di PM_{2,5} dal settore dei trasporti, per modalità di trasporto, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/257

Come mostrato nella Figura 33 anche le emissioni di PM₁₀ del settore dei trasporti stradali hanno visto negli anni un sensibile calo, passando da oltre 57 kt nel 1990 a quasi 22 kt nel 2017.

Figura 33: PM₁₀ in Italia – confronto tra il settore trasporti stradali e gli altri macro settori



Fonte: ISPRA, Emissioni di particolato (PM₁₀): trend e disaggregazione settoriale, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/12.

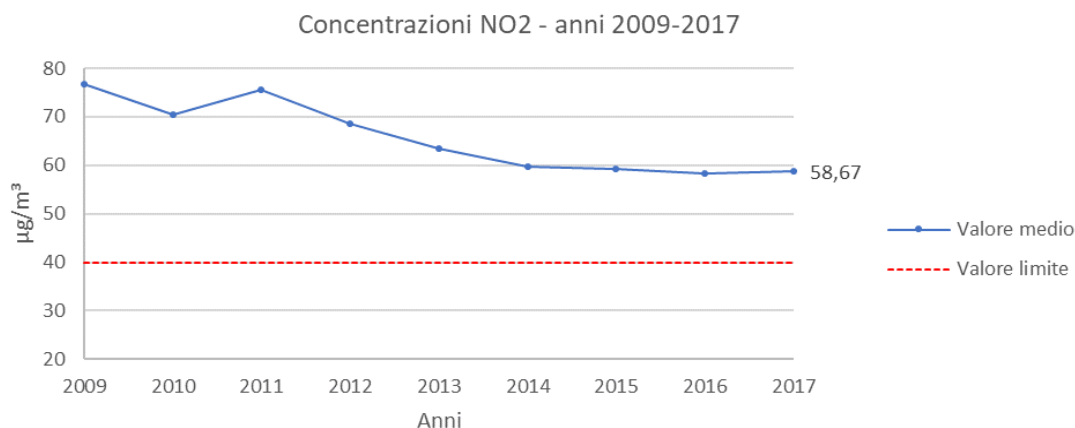
Secondo stime ISPRA, dal 1990 al 2017, le emissioni nazionali di PM₁₀ si sono, in linea generale, sensibilmente ridotte (-33%). Nel 2017 il contributo dei trasporti stradali alle emissioni di PM₁₀ è stato solo dell'11% su l totale, con una riduzione rispetto al 1990 del 61,8 %. Il maggiore contributo alle emissioni di PM₁₀ proviene infatti dalla combustione non industriale (58,4%), che ha visto negli stessi anni aumentare il proprio peso sulle emissioni totali di quasi il 69 %, a causa soprattutto dell'aumento dell'uso di legna da ardere per il riscaldamento residenziale.

2.2.3 La città di Roma

Andando ad esaminare la situazione relativa a NO₂ e PM₁₀, considerati due degli inquinanti atmosferici maggiormente presenti nella città di Roma, che vanta il parco auto circolante più grande tra le città metropolitane italiane (2.342.374 veicoli nel 2019), si può notare come dalla lettura dei dati storici emerge una costante contrazione dei valori.

Dal 2009 al 2017, i livelli di NO₂ sono scesi al di sotto del valore di 59 µg/m³, ma sono ancora al di sopra del limite di legge di 40 µg/m³, previsto con il decreto legislativo n.155/2010.

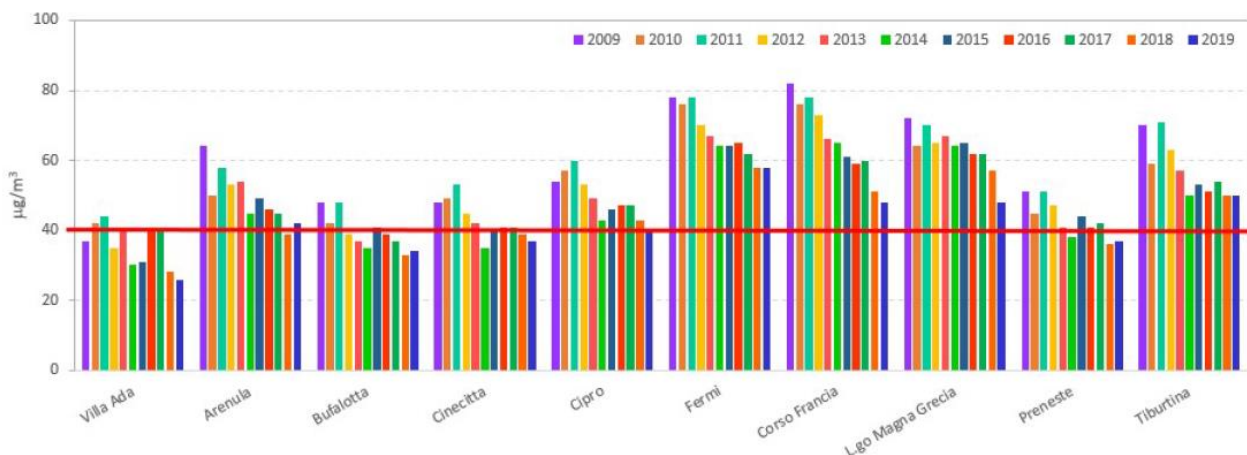
Figura 34: Trend storico dal 2009 al 2017, delle concentrazioni di ossidi di azoto nell'area del comune di Roma



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

Il miglioramento dei livelli di NO₂ nell'agglomerato urbano di Roma, dal 2009 al 2019, è mostrato anche dalle serie storiche in Figura 35, relative alle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, all'interno del Grande Raccordo Anulare della città. Tuttavia i valori rimangono in molte zone al di sopra dei limiti di legge, raggiungendo ad esempio, ancora nel 2019, il valore massimo di 58 µg/m³ nella stazione di rilevamento Fermi.

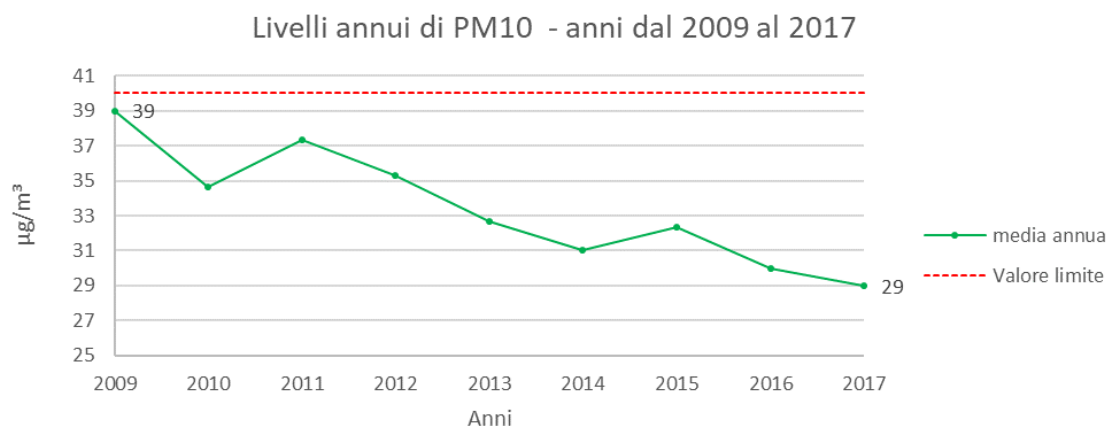
Figura 35: Media annua NO₂ – stazioni comprese nel GRA di Roma



Fonte: ARPA Lazio, Valutazione della qualità dell'aria della regione Lazio 2019

Per quel che riguarda la soglia limite prevista per il PM₁₀ pari a 40 µg/m³, nella città di Roma, non solo il livello è inferiore a tale valore limite già dal 2009, ma è in continua diminuzione, e ha raggiunto il valore di 29 µg/m³ nel 2017.

Figura 36: Trend storico dal 2009 al 2017, delle concentrazioni di particolato PM10 nell'area del comune di Roma

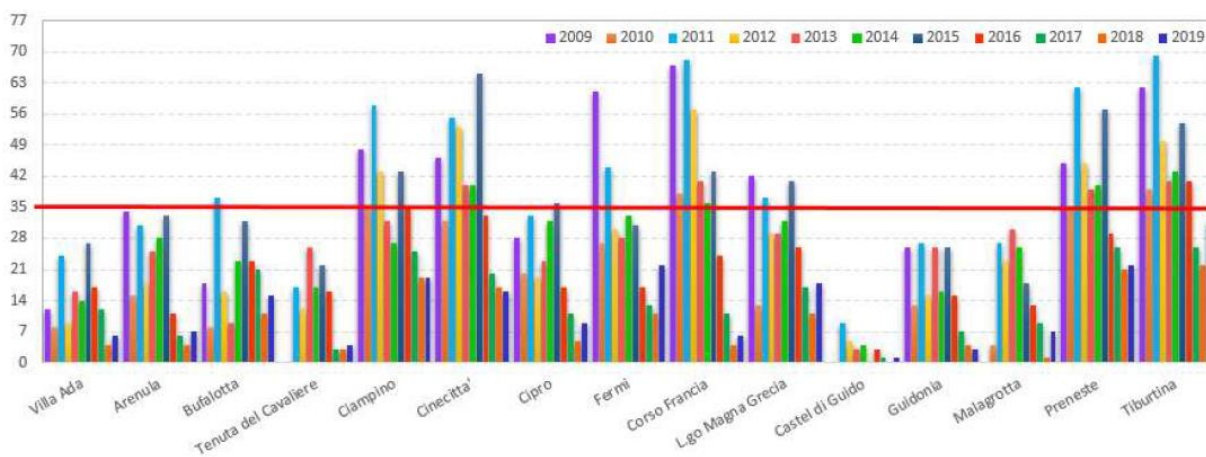


Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

Tuttavia, riguardo il livello di PM10, nella città di Roma, l'aspetto critico è legato al numero di superamenti giornalieri del limite, che in rispetto del d.lgs. 155/2010, deve mantenersi inferiore ai 35 giorni all'anno.

In Figura 37 viene riportata la media dal 2009 al 2019 dei superamenti del livello di PM10. Sebbene si noti un miglioramento progressivo, è solo dal 2017 che viene rispettato il limite di legge.

Figura 37: Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10



Fonte: ARPA Lazio, Valutazione della qualità dell'aria della regione Lazio 2019

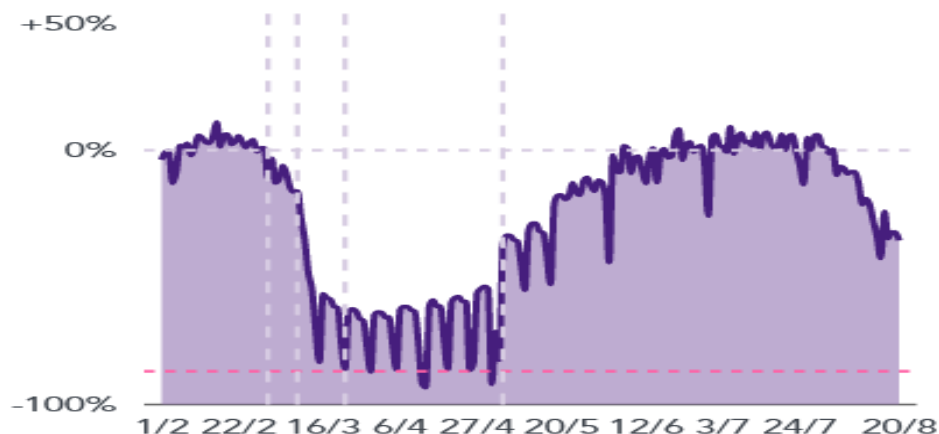
Contribuiscono ai livelli alti di particolato, così come di NO2 anche la combustione di idrocarburi e biomasse negli impianti di riscaldamento. Per questo motivo, insieme anche ad altri sottoprodotti della combustione, come CO e CO2, le concentrazioni nelle città, nei mesi invernali, risultano più alte che negli altri periodi dell'anno.

Si è quindi davanti a una diversificazione dell'origine delle emissioni inquinanti e nocive in atmosfera e soprattutto nell'aria delle nostre città, non del tutto attribuibili al traffico veicolare. A riprova di questo fatto, si riporta di seguito quanto osservato durante il periodo di lockdown causato dall'epidemia del virus SARS-CoV-2, in riferimento alle variazioni di traffico e di emissioni, nella città di Roma.

Le misure di contenimento degli spostamenti, adottate in via eccezionale per la limitazione della diffusione del virus, hanno portato ad un drastico crollo negli spostamenti quotidiani della maggior parte della popolazione, a seguito dei decreti del 1° marzo 2020 (Decreto "Zone Rosse"), del 9 marzo

2020 (Decreto “#IoRestoaCasa”) e del 22 marzo (Decreto “Chiudi Italia”) e fino alla riapertura avvenuta il 3 maggio 2020. Salvo poi il ritorno ai livelli di traffico pre-emergenza.

Figura 38: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Roma rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento (13 Gennaio – 2 Febbraio)

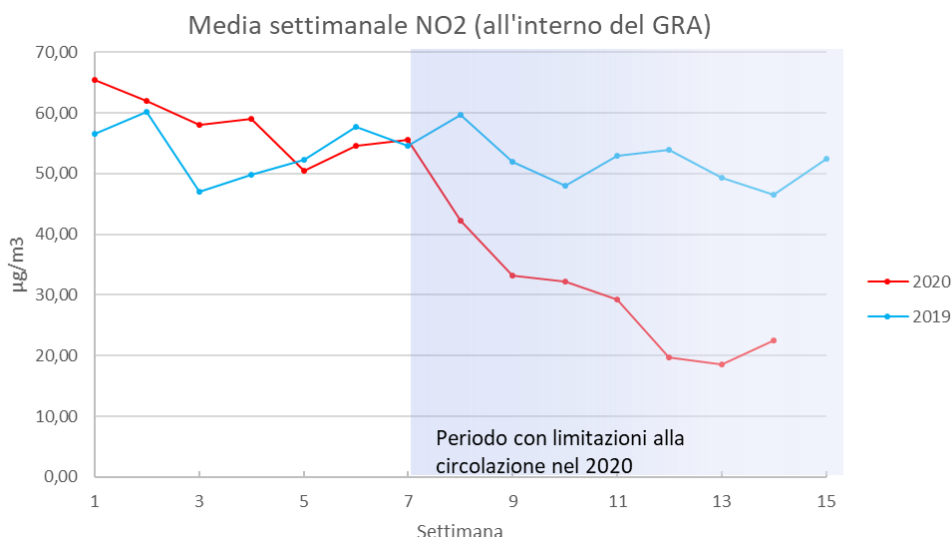


Fonte: EnelX, City Analytics - Mappa di mobilità

Dall’analisi comparativa dei dati di inquinamento da NO₂ e PM₁₀, generalmente attribuiti al traffico, rilevati dalle stazioni di monitoraggio nella città di Roma, nel periodo di limitazione alla circolazione rispetto allo stesso periodo dell’anno precedente, risultano due scenari ben distinti.

Nel caso del biossido di azoto, le concentrazioni nel 2020, risultano generalmente diminuite all’interno del Grande Raccordo Anulare, come mostrato nella Figura 39, a seguito della settimana 7, corrispondente al 24 febbraio e coincidente con le misure di limitazione alla circolazione.

Figura 39: Media settimanale della concentrazione di biossido di azoto, nella zona interna al Grande Raccordo Anulare di Roma



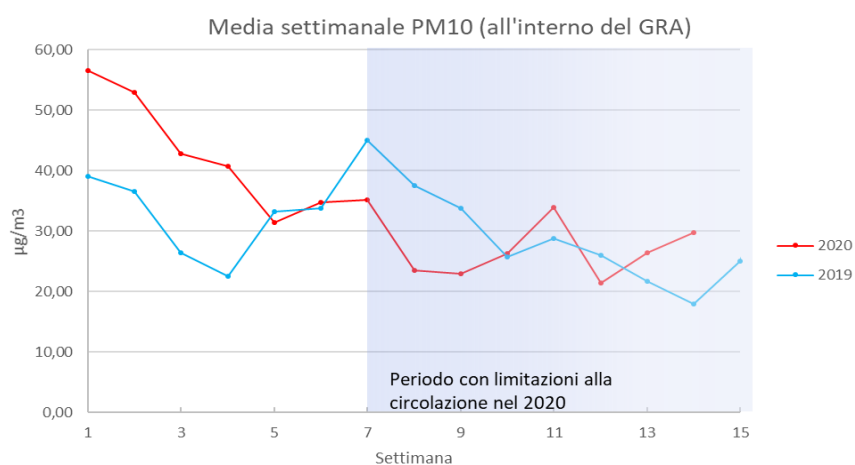
NB: I numeri indicati come settimane nelle ascisse, corrispondono alle prime 14 settimane dell’anno solare (dal 6 gennaio al 20 aprile).

Fonte: i dati e i grafici mostrati relativamente agli inquinanti nella città di Roma, sono stati estrapolati dalla banca dati di ARPA Lazio.

Si noti come nel periodo di chiusura, nonostante la forte riduzione degli spostamenti, siano stati rilevati dei periodi di rallentamento del trend di diminuzione della concentrazione dell'NO₂, non direttamente imputabili al volume di traffico veicolare, nello specifico si tratta delle settimane da 9 a 11 (4-24 marzo) e di quelle da 12 a 14 (25 marzo -15 aprile), settimana, quest'ultima, in cui si è invertita la tendenza.

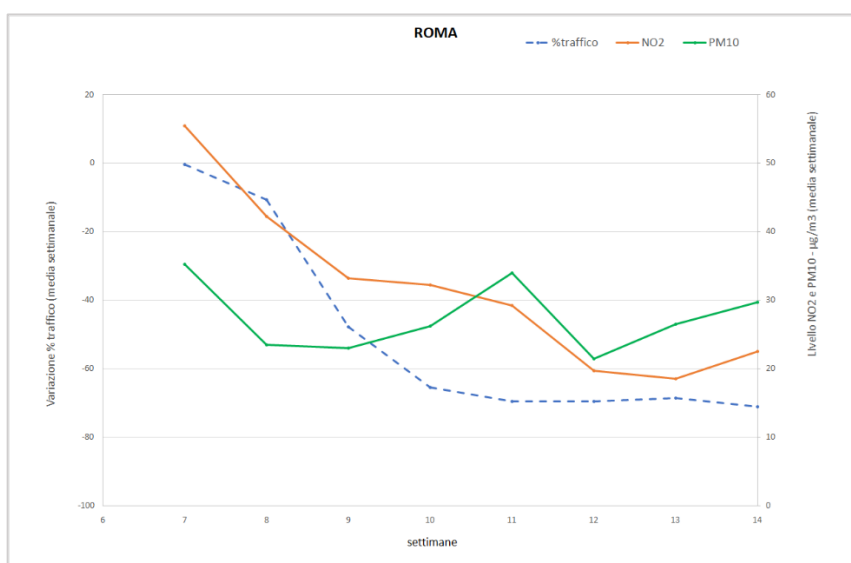
Per quanto riguarda invece i rilevamenti di particolato PM₁₀, sempre nelle zone all'interno del Grande Raccordo Anulare, è importante notare (Figura 40) come la riduzione del traffico non abbia sortito alcun effetto benefico sui livelli di concentrazione, mantenendo per lo più valori del tutto paragonabili a quelli dello stesso periodo dell'anno precedente, se non, in alcuni casi, superiori, come nelle settimane 11 (16-22 marzo) e dalla 13 alla 14 (30 marzo - 12 aprile). I dati evidenziano come l'andamento delle emissioni sia influenzato limitatamente dalla circolazione delle autovetture rispetto ad altre fonti e condizioni climatiche, secondo le analisi dell'ARPA Lazio nello studio sugli effetti del Covid-19 sul traffico³⁴.

Figura 40: Media settimanale della concentrazione di PM₁₀, nella zona interna al Grande Raccordo Anulare di Roma



Fonte: i dati e i grafici mostrati relativamente agli inquinanti nella città di Roma, sono stati estrapolati dalla banca dati di ARPA Lazio.

Figura 41: Evoluzione traffico veicolare e andamento delle concentrazioni di PM₁₀ e NO₂ a Roma nelle settimane (dalla 7^a settimana dell'anno alla 14^a - dal 17 febbraio al 12 aprile)



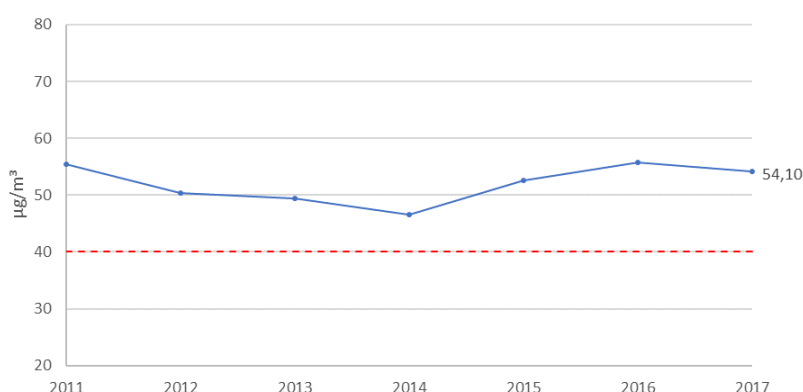
Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

Di seguito si riportano i dati ARPA di due città appartenenti al bacino della Pianura Padana, caratterizzata da livelli elevati di concentrazioni di polveri sottili, dovute soprattutto alla scarsa ventilazione dell'area, alla forte industrializzazione e all'alta densità di popolazione.

2.2.4 La città di Milano

In relazione alle emissioni di NO₂ e di PM₁₀, si riportano di seguito alcuni dati relativi alle serie storiche della città di Milano estratti dai Rapporti ARPA. La Figura 42 mostra l'andamento delle concentrazioni di NO₂ dal 2011 al 2017. Come si può notare il livello dell'NO₂ è sempre rimasto ben al di sopra del valore limite annuo di 40 µg/m³.

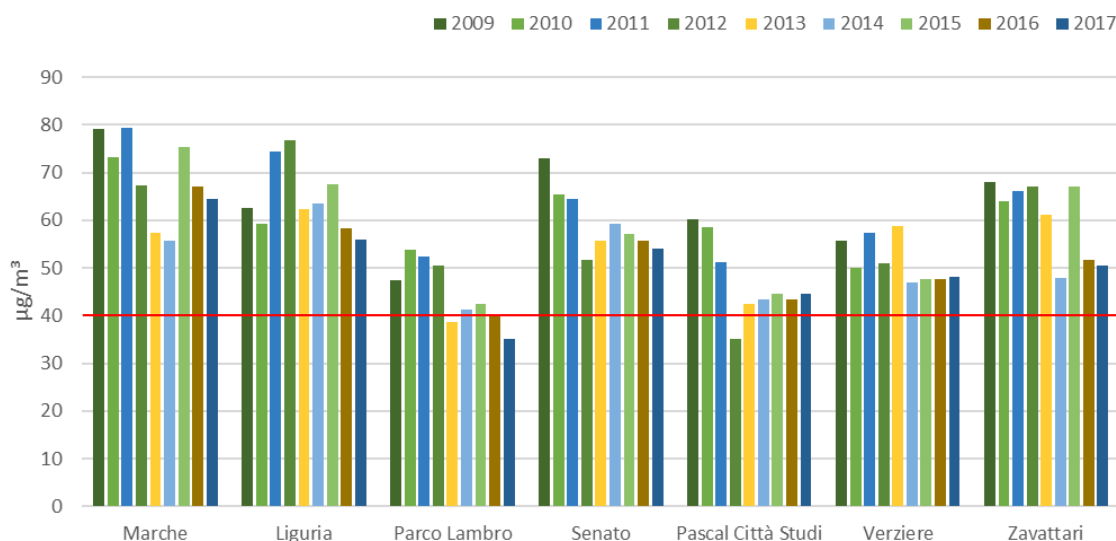
Figura 42: Trend storico dal 2011 al 2017 delle concentrazioni di NO₂ nella città di Milano



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati di Serie storiche di Arpa Lombardia.

Confermano il dato sull'evoluzione delle concentrazioni di NO₂ anche le rilevazioni nelle singole stazioni di riferimento, mostrate in Figura 43. I valori più bassi sono relativi alla stazione Parco Lambro, una delle più grandi aree verdi della città.

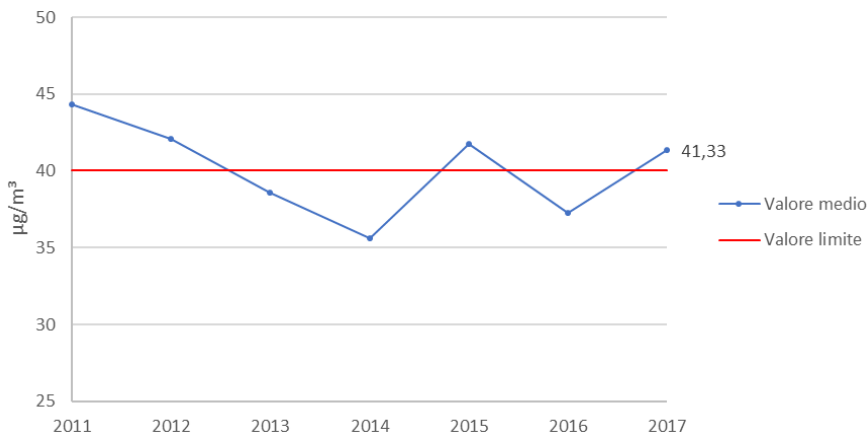
Figura 43: Media annua NO₂ -stazioni della città di Milano



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati di Serie storiche di Arpa Lombardia

Le concentrazioni di PM10 dal 2011 al 2017 vedono una iniziale riduzione in particolare negli anni 2013 e 2014 (sotto il limite imposto di 40 µg/m³), per poi risalire e avere un andamento oscillante intorno al valore limite nel periodo successivo e fino al 2017 (Figura 44).

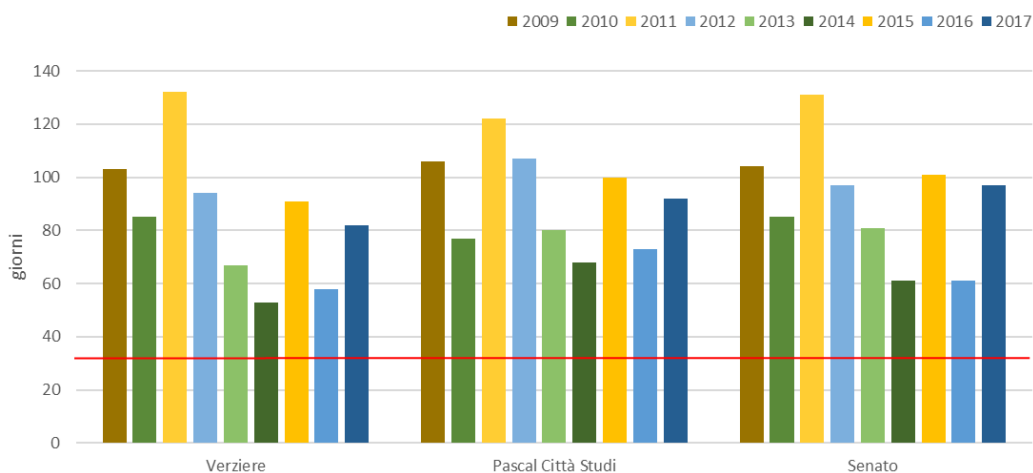
Figura 44: Trend storico dal 2011 al 2017, delle concentrazioni di particolato PM10 nella città di Milano



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati di Serie storiche di Arpa Lombardia

L'aspetto più critico per il PM10 riguarda il numero di superamenti giornalieri della soglia di allarme (limite fissato in massimo 35 gg. l'anno del valore di 50µg/m³). Nella Figura 45 si mostra il numero di superamenti di tale limite per le stazioni di rilevamento della città di Milano; si può osservare che in nessuna delle stazioni considerate è stato rispettato il limite imposto.

Figura 45: Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 nella città di Milano

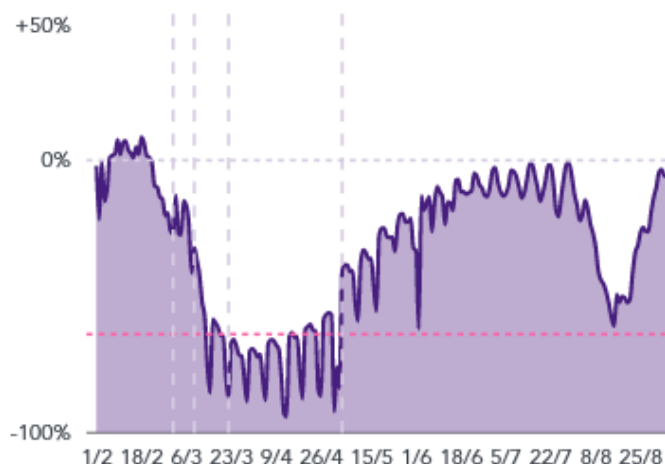


Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati di Serie storiche di Arpa Lombardia

Come visto per la città di Roma e in tutta Italia, anche Milano è stata interessata dalle limitazioni alla circolazione dovuti alla diffusione del virus SARS-CoV-2.

Nella Figura 46 è indicata la variazione percentuale dei chilometri medi percorsi nel periodo precedente l'emergenza Covid-19, dal 13 gennaio al 2 febbraio, nel comune di Milano. Si evidenzia la progressiva riduzione del traffico dall'inizio dell'emergenza fino al 30 Aprile, con valori minimi oltre il 90% nei giorni festivi.

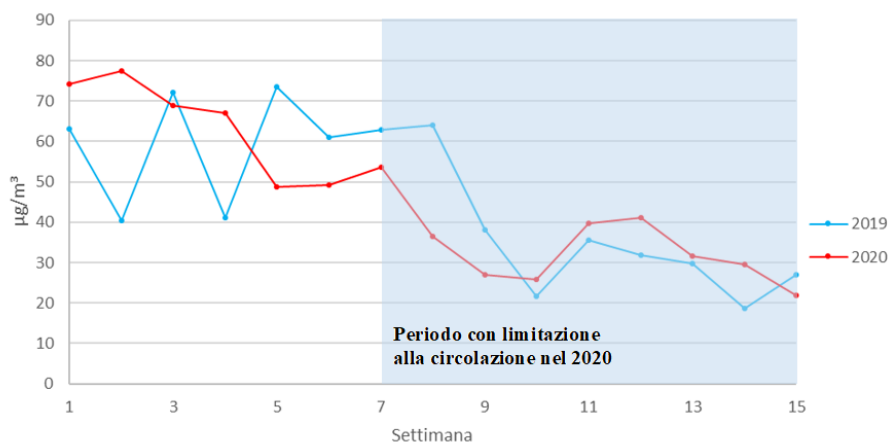
Figura 46: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Milano rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento



Fonte: <https://www.enelx.com/it/it/smart-city/soluzioni/soluzioni-smart/dashboard-covid-19>

L'analisi degli effetti delle limitazioni alla circolazione sulle concentrazioni di PM10 e NO2, sintetizzate nella Figura 47, che mostra la media settimanale del livello di PM10 per le prime 15 settimane dell'anno da gennaio al 12 aprile 2020, in confronto con i livelli registrati nello stesso periodo dell'anno precedente, evidenzia come la concentrazione di PM10 non sia apparentemente influenzata dalle limitazioni imposte alla circolazione, questo perché sono diversi i fattori che contribuiscono alle emissioni di particolato, come, ad esempio, il riscaldamento civile, mentre il contributo dato dal traffico veicolare è considerato secondario.

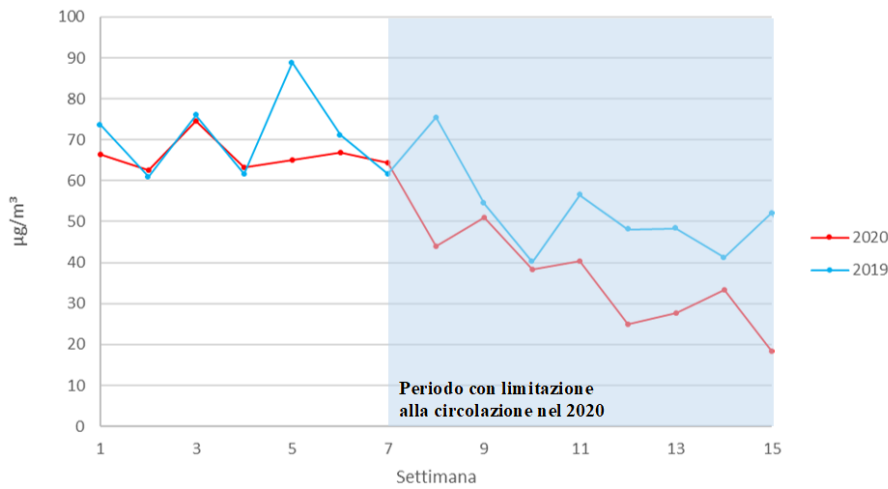
Figura 47: Livelli medi settimanali di PM10 nelle stazioni di Milano nelle prime 15 settimane dell'anno 2020 e 2019



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lombardia

La Figura 48 mostra la media settimanale del livello di NO2 per le prime 15 settimane degli anni 2019 e 2020, dal 1° di gennaio al 12 aprile.

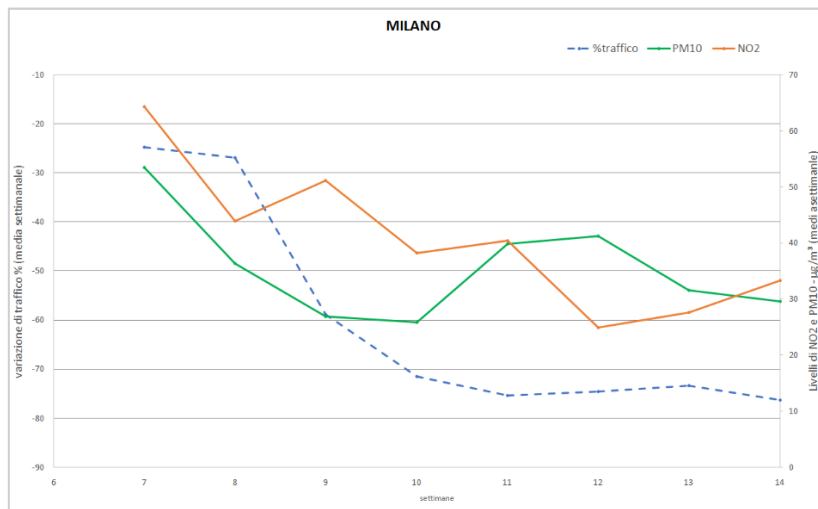
Figura 48: Livelli medi settimanali di NO2 nelle stazioni di Milano dalla prima settimana dell'anno alla 15° (Anni 2019 e 2020)



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lombardia

In questo ultimo caso, il contributo al miglioramento delle emissioni è ben visibile dalla decima settimana (dal 3 marzo 2020), in cui i valori scendono al di sotto del limite di legge di 40 µg/m³ per la media annua.

Figura 49: Evoluzione traffico veicolare e andamento delle concentrazioni di PM10 e NO2 a Milano nelle settimane (dalla 7° settimana dell'anno alla 14° - dal 17 febbraio al 12 aprile)

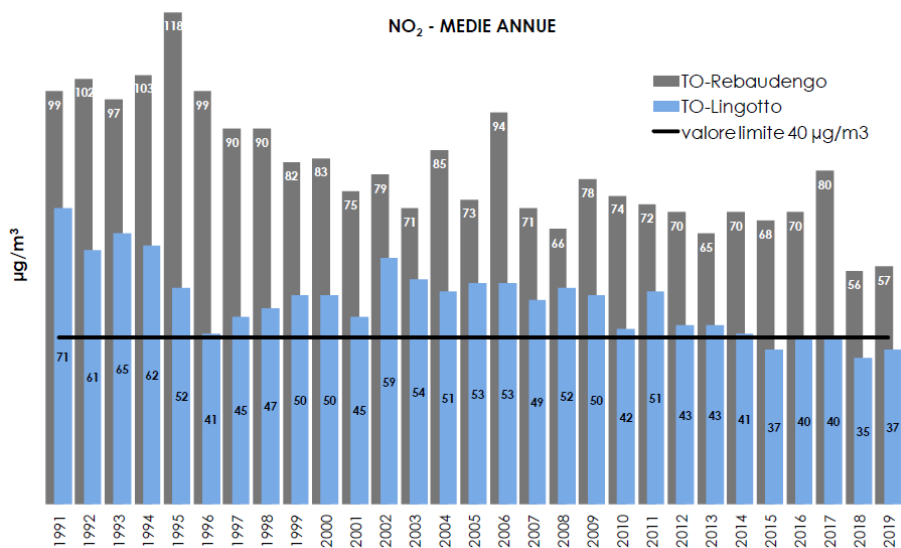


Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

2.2.5 La città di Torino

L'osservazione del trend storico delle emissioni di NO2 rilevate nelle stazioni di Rebaudengo e Lingotto evidenzia nel periodo dal 1991 al 2019 una lieve tendenza alla diminuzione, rimanendo però al di sopra del limite di legge nella stazione di Rebaudengo, particolarmente interessata dal traffico veicolare.

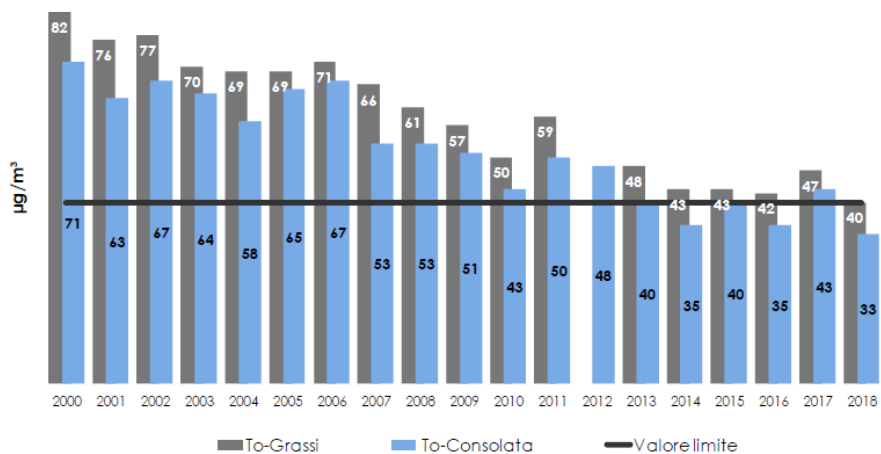
Figura 50: Trend storico dal 1991 al 2019 delle concentrazioni medie annue di NO₂ nella città di Torino



Fonte: Uno sguardo all'aria - Relazione annuale sui dati di qualità dell'aria, Anteprima 2019 - ARPA Piemonte e Città Metropolitana di Torino

Altrettanto significativa è la riduzione negli anni del livello di PM₁₀ rilevato (Figura 51), che riporta le concentrazioni medie annue per la città di Torino dal 2000 al 2018, mostrando valori rilevati in due delle stazioni di monitoraggio più critiche per i livelli di traffico.

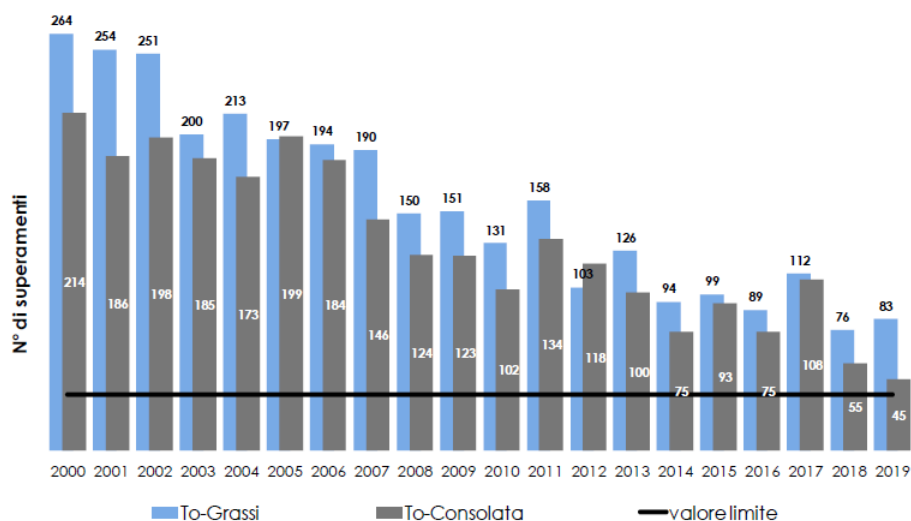
Figura 51: Trend storico dal 2000 al 2018 delle concentrazioni medie annue di PM₁₀ nella città di Torino



Fonte: Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete metropolitana di monitoraggio della qualità dell'aria - Anno 2018, ARPA Piemonte e Città Metropolitana di Torino

Si ricorda ancora che per il PM₁₀, l'aspetto più critico è legato alla soglia massima di 35 giorni di superamento del limite, che, come mostrato nella Figura seguente, è andato incontro ad una analoga riduzione a partire dal 2000 e fino al 2019, sebbene si mantenga ancora sopra il limite consentito.

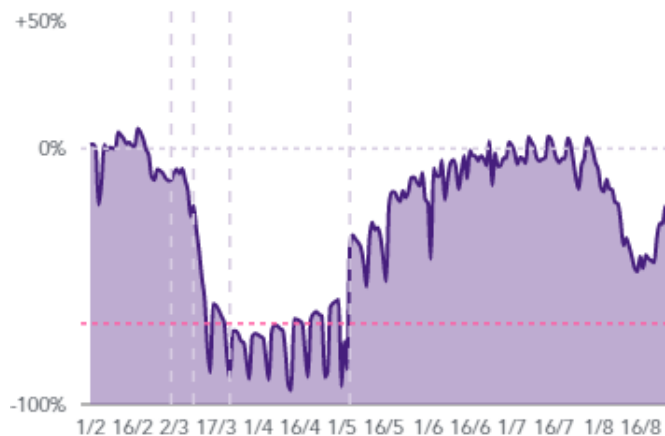
Figura 52: Trend storico del numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 nella città di Torino (anni 2000-2019)



Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete metropolitana di monitoraggio della qualità dell'aria - Anno 2018, ARPA Piemonte e Città Metropolitana di Torino

Come già osservato per Roma e Milano, le restrizioni alla circolazione dovute all'emergenza Covid-19, che hanno interessato tutto il Paese, hanno avuto ripercussioni anche sulle percorrenze chilometriche nella città di Torino.

Figura 53: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Torino rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento (13 Gennaio – 2 Febbraio 2020)

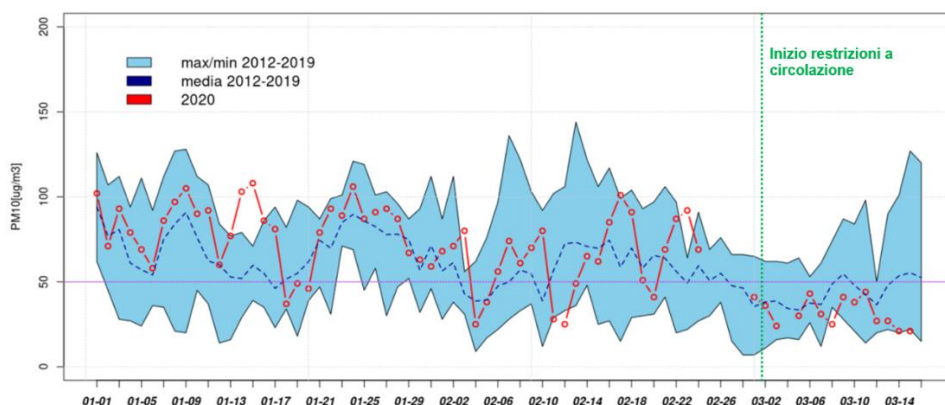


Fonte: EnelX, City Analytics - Mappa di mobilità

Nel mese di Marzo 2020, ARPA Piemonte ha reso pubblica l'analisi effettuata durante il periodo di lockdown per la città di Torino, fornendo una valutazione qualitativa degli andamenti giornalieri delle emissioni di PM10 e NO₂, per stazioni di traffico e di fondo, nel periodo 1° gennaio – 15 marzo 2020, a confronto con le rilevazioni dello stesso periodo per gli anni dal 2012 al 2019.

Dal confronto degli andamenti medi giornalieri delle PM10, si osserva che nella stazione di traffico Rebaudengola diminuzione delle concentrazioni di PM10 è più accentuata nel periodo interessato dal blocco del traffico (curva di colore rosso) rispetto ai valori medi dello stesso periodo negli anni precedenti dal 2012 al 2019 (curva blu). In particolar modo si osservi come il valore attuale sia di molto inferiore al limite di 40 µg/m³, mentre il dato storico rileva valori superiori o pari a 50 µg/m³.

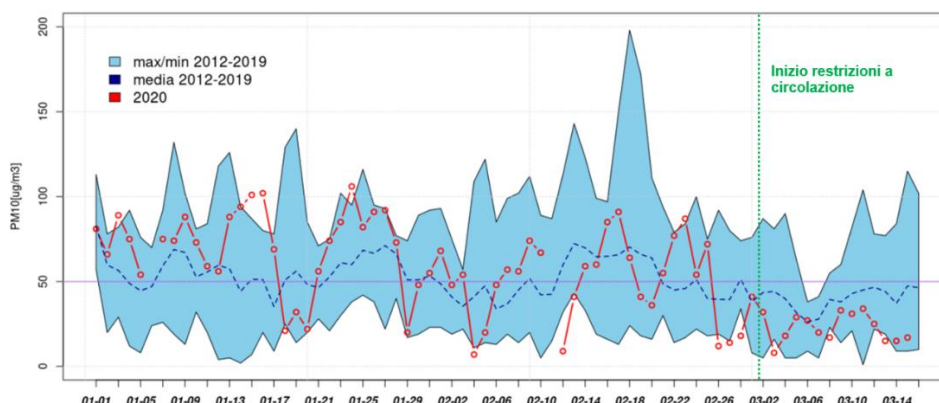
Figura 54: Valori di PM10 nella stazione di Torino Rebaudengo, confronto 2020 con periodo 2012-2019



Fonte: <http://www.arpa.piemonte.it/news/la-qualita-dell'aria-a-torino-durante-l2019emergenza-coronavirus>

Un andamento analogo è quello mostrato in cui si osservano le concentrazioni di PM10 rilevate nella stazione di fondo Lingotto; anche in questo caso la diminuzione delle concentrazioni di particolato è maggiore nel periodo in cui il traffico è stato bloccato.

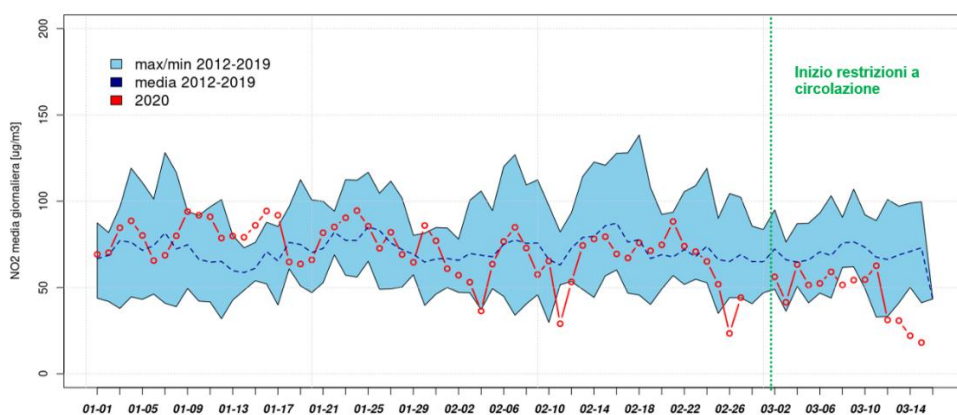
Figura 55: Valori di PM10 nella stazione di Torino Lingotto, confronto 2020 con periodo 2012-2019



Fonte: <http://www.arpa.piemonte.it/news/la-qualita-dell'aria-a-torino-durante-l2019emergenza-coronavirus>

Anche per quanto riguarda le emissioni di NO₂, che sono più influenzate dal traffico veicolare, si osserva che nella stazione di traffico di Via della Consolata (Figura 56), la concentrazione di questa sostanza sia diminuita sensibilmente durante il periodo di chiusura, rispetto ai valori storici.

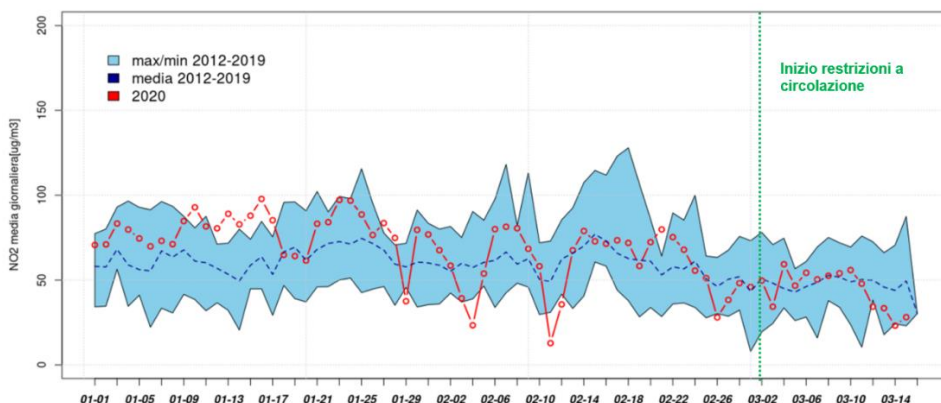
Figura 56: Valori di NO2 nella stazione di Torino Consolata, confronto 2020 con periodo 2012-2019



Fonte: <http://www.arpa.piemonte.it/news/la-qualita-dell2019aria-a-torino-durante-l2019emergenza-coronavirus>

Per contro nella stazione di fondo Lingotto i valori non si discostano in maniera sensibile da quelli storici. Questo indica la forte incidenza del traffico veicolare sulle emissioni di NO2 nelle zone urbane più intensamente trafficate.

Figura 57: Valori di NO2 nella stazione di Torino Lingotto, confronto 2020 con periodo 2012-2019



Fonte: <http://www.arpa.piemonte.it/news/la-qualita-dell2019aria-a-torino-durante-l2019emergenza-coronavirus>

Le riduzioni di PM10 e NO2 a cui ha assistito la città di Torino, sono in parte imputabili alla variazione delle condizioni climatiche stagionali, che tendono a far diminuire questi inquinanti in modo naturale con l'incombere della primavera, dovuta ad una maggiore dispersione delle polveri. Va comunque osservato che in entrambi i casi, la diminuzione risulta essere maggiore rispetto alla media rilevata nello stesso periodo negli anni precedenti.

SECONDA PARTE

3. L'ANALISI DELLE POLITICHE DI SETTORE

3.1 Gli effetti della crisi

L'analisi del parco e degli effetti ambientali e sociali connessi alla circolazione dei veicoli, illustrata nei capitoli 1 e 2, ha reso evidente come in Italia il numero di veicoli per abitante, l'età media degli stessi e, in modo particolare, la permanenza nel parco di circa 8 milioni di veicoli compresi fra le classi Euro da 0 a 2, producano effetti negativi sulla sicurezza stradale, sulle emissioni inquinanti e sui consumi di carburante, con un costo sociale ed economico importante.

Certamente, l'andamento economico del Paese e il rallentamento dei consumi hanno colpito in maniera significativa il settore automotive, frenando il virtuoso processo di rinnovo dei veicoli.

Come è stato osservato nel primo capitolo (Figura 5), il saldo fra iscrizioni e radiazioni, dopo aver riportato nel 2012 e 2013, per la prima volta negli ultimi 30 anni, valori negativi, ha ripreso a registrare valori positivi, ma con un tasso di rinnovo e un numero di radiazioni che non raggiunge ancora i valori pre-crisi (fino al 2006).

Il calo degli acquisti e della conseguente sostituzione dei veicoli più vecchi è riconducibile a più fattori, come, ad esempio, l'evoluzione tecnologica che rende più performanti le autovetture in termini di consumi e usura, e quindi consente una maggiore vita utile dei veicoli in termini di chilometri percorsi; l'evoluzione della domanda di mobilità: la diminuzione complessiva degli spostamenti o, seppur marginalmente, la diffusione urbana del car sharing e, oggi sempre di più, della micromobilità elettrica, ma su tutto pesano gli effetti della crisi economica che, anche a causa della pandemia in corso, ha pesantemente colpito tutta la filiera dell'auto, dai concessionari, alla componentistica, alla produzione.

3.2 I benefici sociali ed ambientali legati al rinnovo del parco

Come è stato osservato nel secondo capitolo, l'analisi del rischio di incidentalità (Figura 20) ponderata per il numero di chilometri percorsi ha permesso di mostrare come il rischio di essere coinvolto in un incidente stradale si riduca della metà per un veicolo immatricolato da meno di un anno rispetto ad un modello con più di 10 anni.

Con i nuovi modelli e di prossima immatricolazione questo divario sembra destinato ad allargarsi per la presenza di serie di nuovi dispositivi di sicurezza attiva, resi obbligatori a partire dal 2022, fra cui la frenata di emergenza (AEB - Automatic Emergency Braking), particolarmente efficaci nella prevenzione di alcune tipologie di incidente³⁵.

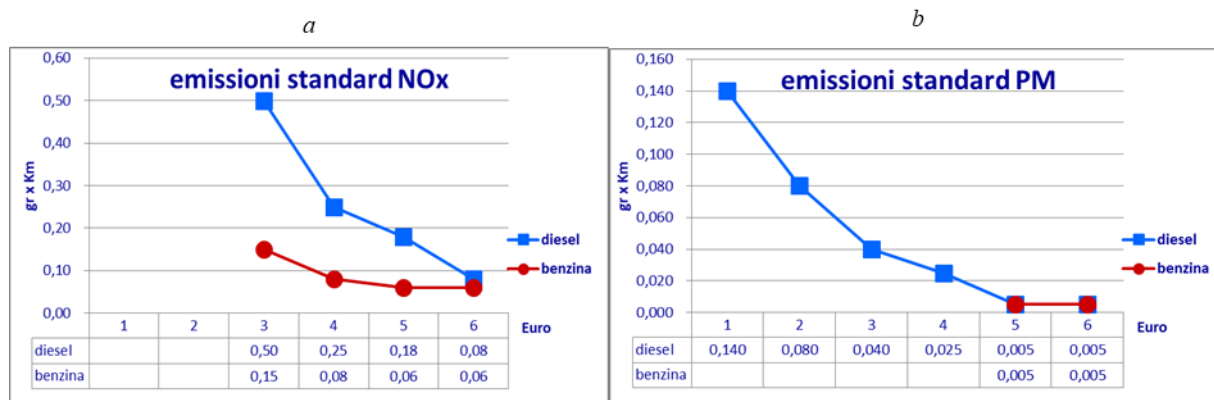
Come illustrato sinteticamente nel paragrafo 2.2, i veicoli più moderni presentano, inoltre, significativi vantaggi ambientali. In un recente studio, pubblicato dalla Fondazione Caracciolo, in collaborazione con ENEA e CNR³⁶, è emerso come lo sviluppo tecnologico in corso condurrà alla produzione di motori tradizionali ad emissioni inquinanti quasi nulle (CO, PM10, PM2,5, NOx etc.). I dati ad oggi disponibili confermano che i veicoli Euro 6d soddisfano le severe normative ambientali in RDE, con notevoli margini di ulteriore miglioramento per il post-2020, lasciando presagire la reale possibilità di arrivare

³⁵ Si stima che con l'AEB il rischio di tamponamento possa ridursi anche del 50% e altre tipologie di incidente non legate alla sua funzione prioritaria del 15%. Cfr. *Gli effetti dell'AEB nella riduzione dei sinistri Il sostegno della tecnologia nella lotta agli incidenti*, Fondazione Filippo Caracciolo, 2020.

³⁶ *Per una transizione energetica eco-razionale della mobilità automobilistica. Valutazione del caso italiano*, Fondazione Filippo Caracciolo, Enea e CNR-DIITET, 2019.

ad un impatto praticamente trascurabile rispetto alle altre sorgenti emissive in area urbana (riscaldamento e industria).

Figura 58: a) Emissioni standard Massa di Ossidi di azoto (g/km) dei veicoli di categoria M (autovetture); b) Emissioni standard Massa di particolato (g/km) dei veicoli di categoria M (autovetture)



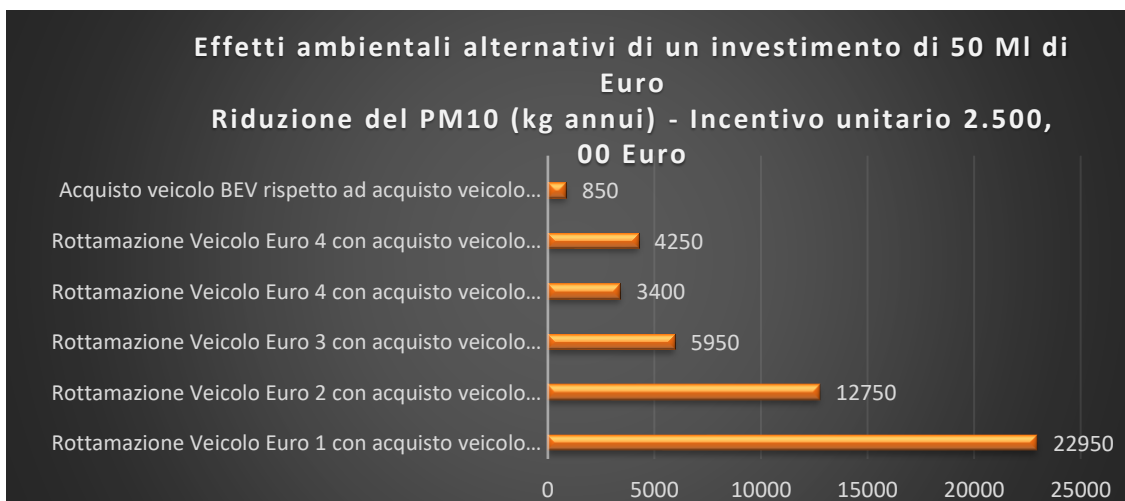
Guardando ai dati relativi al particolato si evince che un modello Euro 2 inquina come 16 modelli Euro 6, e che un modello Euro 1 produce le stesse emissioni chilometriche di 32 modelli Euro 6. Nell'ottica di misure complessive tese a ottenere una riduzione delle emissioni, appare prioritario, più che focalizzarsi sulle differenze emissive dei veicoli nuovi, concentrare l'attenzione su misure idonee a consentire la rottamazione dei modelli più vecchi, ancora oggi molto presenti nel parco italiano.

I benefici ambientali di misure mirate avrebbero un impatto molto più evidente in termini di riduzione degli incidenti. Assumendo l'ipotesi di un investimento di 50 milioni di Euro in incentivi unitari di 2.500,00 Euro e 20.000 autovetture che potrebbero accedere a tale beneficio, sono stati calcolati i possibili effetti in termini di riduzione delle emissioni annue di PM10 ottenibili con diverse strategie di incentivo:

- 1) nell'ipotesi in cui tutti gli incentivi vadano a favorire l'acquisto di un veicolo elettrico rispetto ad uno termico di categoria Euro 6d temp, senza rottamazione, il vantaggio complessivo (calcolato su una percorrenza media di 8.500 km) sarà di 850 kg/anno;
- 2) nell'ipotesi in cui gli incentivi siano subordinati alla rottamazione di veicoli più inquinanti (ad esempio modelli Euro 1), il vantaggio in termini di riduzione sarebbe pari quasi a 20 tonnellate di PM10 ogni anno, un valore assolutamente superiore rispetto a quello di 0,8 tonnellate registrato con l'acquisto di un modello elettrico o termico senza rottamazione.

I benefici ottenuti dal solo acquisto del nuovo appare tutto sommato modesto e assolutamente più basso di quello che si ottiene da incentivi tesi a favorire la rottamazione dei veicoli più vecchi.

Fondamentali appaiono ai fini del contenimento emissivo le classi di Euro dei veicoli rottamati. L'aumento (esponenziale) delle emissioni è, infatti, inversamente proporzionale alla classe di Euro.

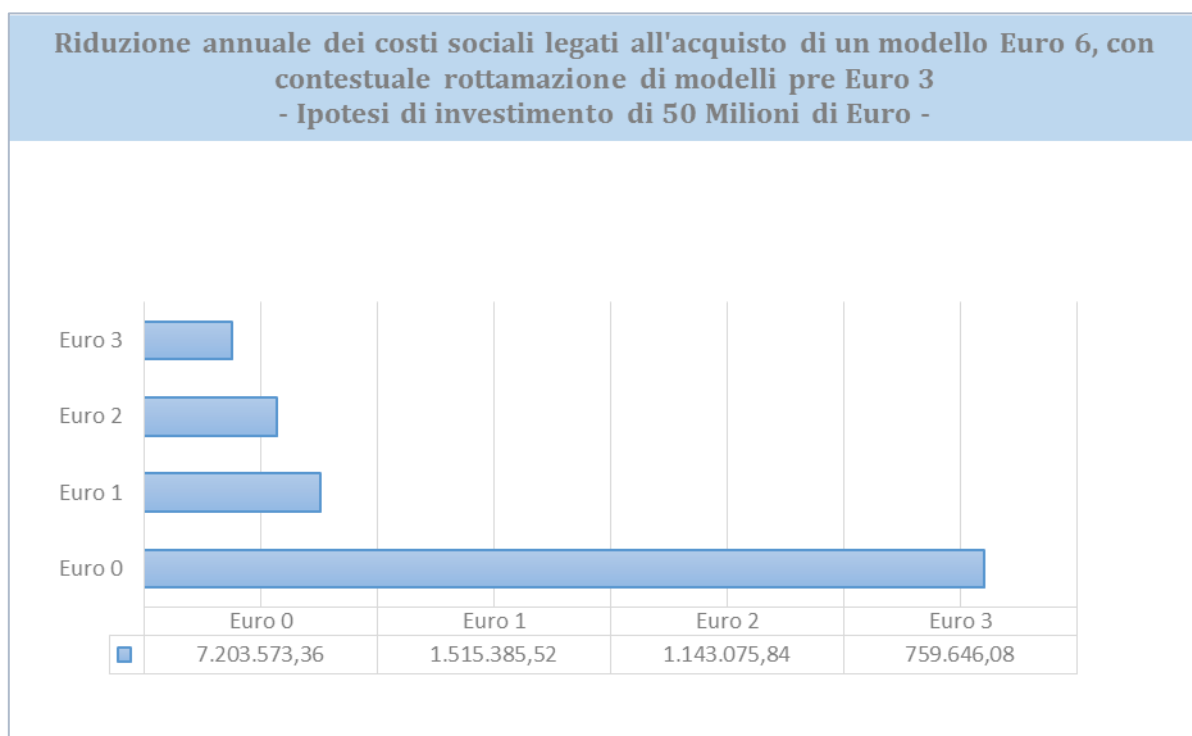


Fonte: Fondazione Caracciolo

*Sono valutate le sole emissioni allo scarico (TTW).

L'analisi degli impatti socio-economici derivanti dalle emissioni inquinanti e dai gas climalteranti legata agli standard Euro delle autovetture conferma quanto detto.

In particolare, sulla base dei dati estratti dall' *Handbook on the external costs of transport*, edito dalla Commissione europea nel 2019, assumendo ancora l'ipotesi di un piano di incentivi da 50 milioni di Euro, si è stimato che la sostituzione di veicoli Euro 3 con veicoli Euro 6 comporterebbe un risparmio (in termini di costi sociali) pari a poco più del 10% di quelli ottenibili con la sostituzione di veicoli Euro 0 e a circa il 29% della sostituzione delle autovetture Euro 1 e 2 complessivamente considerate.

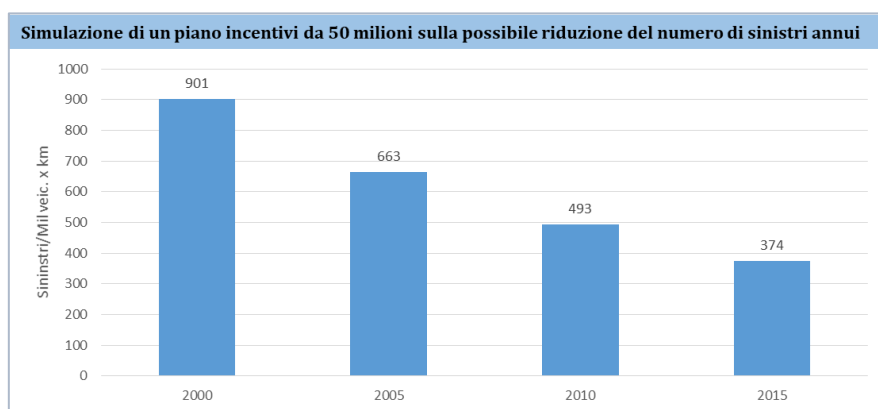


Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati propri ed estratti dall'*Handbook on the external costs of transport*, edito dalla Commissione europea nel 2019

Sulla base delle stesse ipotesi assunte per le analisi di impatto ambientale, si è provato a stimare l'effetto che un piano incentivante orientato all'eliminazione dei veicoli più vecchi avrebbe sui tassi di incidentalità.

Partendo da un investimento di 50 milioni di Euro, con una spesa unitaria di 2.500,00 Euro per veicolo sostituito e un parco di autovetture rinnovate pari a 20.000 unità, in numeri assoluti, si stima che la sostituzione di un veicolo con 20 anni di età (ossia immatricolato nell'anno 2000), rispetto ad uno di 5 anni (immatricolato nel 2015), possa portare ad evitare in media 527 incidenti gravi (con danni a cose e persone superiori ai 10.000,00 Euro) ogni anno.

L'acquisto di un veicolo elettrico nuovo rispetto ad uno termico non comporta di per sé benefici per la sicurezza stradale, si può al contrario concludere che la sostituzione di un veicolo più vecchio, implichi un saldo, in termini di numero di sinistri risparmiati, nettamente superiore a quello che si ottiene nel momento in cui si dismette un veicolo più recente.



Fonte: Fondazione Caracciolo

3.3 Le valutazioni economiche nelle politiche di acquisto

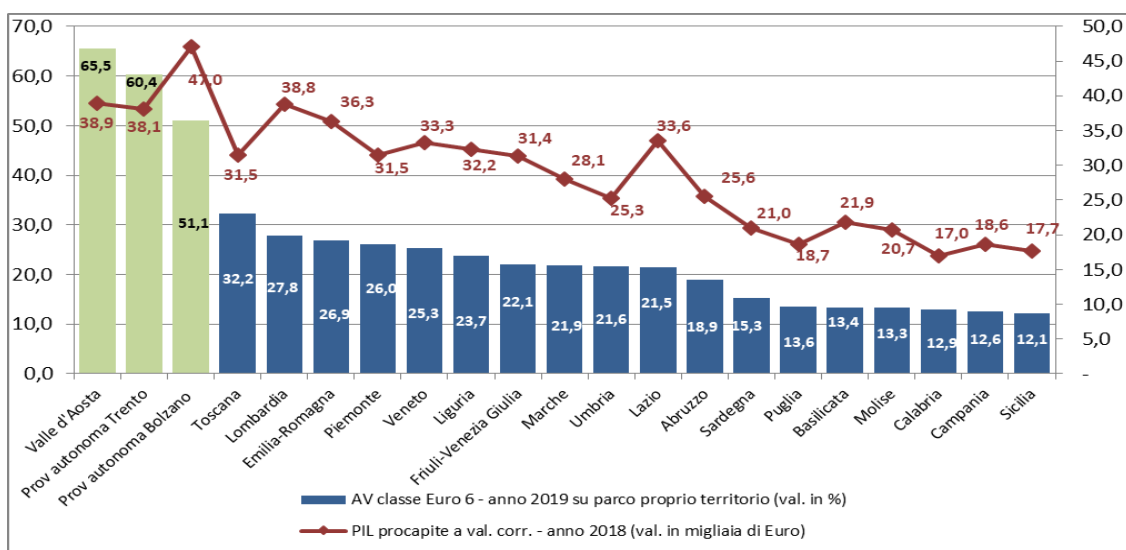
La scelta di sostituire un'autovettura e di sostituirla con un veicolo nuovo o usato e con un tipo di alimentazione rispetto a un'altra è condizionata da numerosi fattori, tra gli altri, alle particolari esigenze d'uso, alle condizioni economiche, e, sempre di più, a scelte culturali. La promozione di nuovi modelli culturali e l'adozione di politiche pubbliche che incentivino l'utilizzo del trasporto pubblico o della mobilità condivisa possono giocare un ruolo nell'orientare le scelte individuali.

La storia del lungo periodo di crisi da cui l'Italia stava iniziando a riprendersi (2008-2014) e gli effetti analizzati sul settore della mobilità³⁷, messi a confronto con la grave situazione economica in cui si trova oggi il Paese a causa della pandemia di Covid-19, non possono che indurre a considerare gli aspetti finanziari come decisivi oggi nelle scelte di acquisto. Questa considerazione appare in modo abbastanza chiaro se si mette a raffronto il livello di reddito pro capite delle diverse regioni italiane con la penetrazione percentuale dei modelli di auto più recenti.

Guardando i dati contenuti nella Figura 59, si può osservare come le regioni a più alto reddito pro capite (> 30.000,00 Euro) presentino anche una percentuale più elevata di veicoli Euro 6 sul parco autovetture del proprio territorio, come la Toscana, ad esempio, con il 32%, o la Lombardia con il 29%. Agli ultimi posti la Campania e la Sicilia che, pur con un parco circolante autovetture di oltre 3 milioni di veicoli (la Toscana ne conta 2, 5 mln.), registrano rispettivamente il 18% e il 12% di autovetture di più recente generazione.

³⁷ Cfr. *Rottamazione e rinnovo del parco, una condizione per lo sviluppo, la sicurezza e l'ambiente*, ACI e Fondazione Caracciolo, 2014.

Figura 59: Distribuzione PIL pro capite a valori correnti (num. ass.) e quota autovetture classe Euro 6 (val. %) per regione



* Per evitare possibili distorsioni nella lettura dei dati, le colonne riferite al peso delle autovetture Euro 6 nelle regioni della Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige sono evidenziate con colore diverso per sottolineare il differente regime di tassazione praticata negli ultimi 7-8 anni sull'immatricolazione dei veicoli.

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati Istat

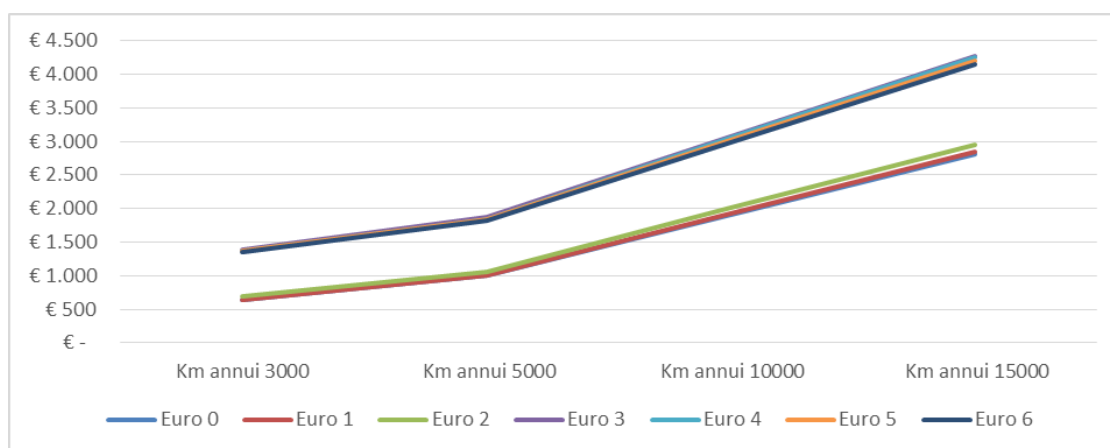
La Tabella 20, relativa ai costi di gestione (al netto della RCA) di sette modelli di auto, dall'euro 0 all'Euro 6, di diverso valore economico, mostra come i risparmi legati al consumo di carburante o ai costi di manutenzione di veicoli più moderni non riescano a compensare i costi di ammortamento. Tuttavia anche per percorrenze di 15.000 Km\anno, pari a circa il 150% delle percorrenze media italiana, non ci sarebbe convenienza puramente economica all'acquisto di un'auto nuova.

Tabella 20: Costo annuo per Km percorsi e classe di Euro - Anno 2020

Modelli	3.000 km annui	5.000 km annui	10.000 km annui	15.000 km annui
Volkswagen Polo 1.0 60 cv euro 0	€ 641	€ 1.003	€ 1.907	€ 2.811
Volkswagen Polo 1.0 60 cv euro 1	€ 645	€ 1.011	€ 1.926	€ 2.841
Volkswagen Polo 1.0 euro 2	€ 689	€ 1.066	€ 2.009	€ 2.952
Volkswagen Polo 1.4 60 cv euro 3	€ 1.390	€ 1.870	€ 3.071	€ 4.272
Volkswagen Polo 1.2 60 cv euro 4	€ 1.362	€ 1.844	€ 3.049	€ 4.255
Volkswagen Polo 1.2 60 cv euro 5	€ 1.363	€ 1.836	€ 3.016	€ 4.197
Volkswagen Polo 1.0 65 cv euro 6	€ 1.347	€ 1.813	€ 2.978	€ 4.143

Fonte: ACI

Figura 60: Costo annuo per Km percorsi e classe di Euro. Anno 2020



Fonte: ACI

Ovviamente, questi valori non considerano aspetti legati al comfort di viaggio o al piacere di possedere un'autovettura più moderna e neanche, tema ancor più rilevante sotto il profilo pubblicitario, i vantaggi ambientali e sociali legati alla riduzione delle emissioni e al miglioramento degli standard di sicurezza dei veicoli, aspetti sui quali il decisore pubblico è chiamato ad intervenire.

3.4 Disincentivi e incentivi

Uno degli aspetti più controversi nella definizione di politiche pubbliche di rinnovo del parco riguarda la valutazione dell'efficacia delle diverse tipologie di provvedimenti. La storia degli incentivi non offre indicazioni univoche al riguardo, anche in ragione del fatto che spesso queste misure hanno dovuto compensare gli effetti di fasi economiche negative.

Al fine di individuare possibili correlazioni fra incentivi e scelte individuali è necessario preliminarmente distinguere fra le diverse tipologie di incentivi e disincentivi. Una prima rilevante suddivisione ci porta a distinguere gli incentivi economici dalle misure di regolamentazione della circolazione urbana.

Appartengono a quest'ultima categoria i provvedimenti di restrizione della circolazione, permanenti e temporanee, in alcune aree della città, ai veicoli che non soddisfino determinati requisiti Euro. Misure spesso emergenziali e che costituiscono soluzioni tampone dai limitati effetti sui livelli emissivi, in particolare di alcuni inquinanti – come è stato dimostrato dal recente periodo di lockdown (si veda, ad esempio, la Figura 40 sulle emissioni di PM10 a Roma al par. 2.2.3) –, ma con ricadute economiche e sociali importanti se non accompagnate da politiche di rinnovo del parco eque e di lungo periodo e una razionalizzazione e un potenziamento di soluzioni di mobilità alternative, efficienti ed ecosostenibili. Tali misure, infatti, non intervengono direttamente sulle scelte di acquisto, ma nel medio lungo periodo finiscono per condizionarle. Per altro verso tali misure, nella maggior parte dei casi, andando a colpire i veicoli più vecchi rischiano di penalizzare maggiormente le categorie meno abbienti, determinando comprensibili problemi di accessibilità e chi vive in zone periferiche della città nelle quali il trasporto pubblico, anche in virtù di fenomeni di dispersione urbana, non riesce a garantire standard di servizio adeguati.

<i>Tipi di limitazione</i>	<i>Descrizione</i>
Blocco permanente per classe di Euro	Si applica ai veicoli appartenenti a determinate classi di Euro (tipicamente le più inquinanti) ai quali è vietato il transito in determinate zone a determinati orari per tutto l'anno solare.
Blocco stagionale per classe di Euro	Come la precedente misura, ma si applica per un periodo limitato dell'anno (tipicamente da ottobre a marzo) quando vengono registrati i più alti valori di sostanze inquinanti nell'aria
Blocco di emergenza per classe di Euro	Si applica in caso di superamento prolungato dei valori limite di inquinanti. Si interviene in maniera progressiva fino ad arrivare a limitare anche i mezzi più recenti
Targhe alterne	Manovra che punta alla riduzione del traffico veicolare e prende come discriminante il numero di targa del mezzo. E' consentita dunque la circolazione a giorni alterni ai numeri pari e dispari.
Domeniche ecologiche e isole di traffico	Misura volta a sensibilizzare l'uso della mobilità alternativa. Si realizza individuando apposite aree in cui è vietata la circolazione a tutti i veicoli privati (è consentita al più la circolazione di quelli a zero emissioni). Queste aree possono essere dunque transitate a piedi, in bici o con mezzi pubblici. Il provvedimento può essere permanente o temporaneo.
Zone a Traffico Limitato (ZTL)	Aree nelle quali è consentita la circolazione solo a determinate categoria di veicoli (es. residenti) oppure ne è consentito il transito previo pagamento di un ticket. La ZTL può essere attiva in determinati orari e giorni oppure essere permanente.
Stalli di sosta a pagamento	Misura volta a disincentivare l'uso dell'auto privata. Viene messa in atto istituendo degli appositi spazi nei quali è consentita la sosta previo pagamento di una tariffa oraria.

BOX PROVVEDIMENTI DI LIMITAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE IN ALCUNE CITTÀ ITALIANE ³⁸	
ROMA	Nel comune di Roma circolano 1.758.877 autoveicoli . L'amministrazione blocca, ad oggi, per tutti i giorni feriali le motorizzazioni ante Euro 3 nelle ZTL centro, nell'Anello Ferroviario e nell'Area Verde. Questa misura interessa 424.355 autoveicoli , il 24,1% del parco circolante sul territorio comunale . Dal quinto giorno di fila di superamento dei limiti di legge sulle emissioni, il blocco nella ZTL Area Verde viene esteso anche ai diesel Euro 3, aggiungendo un +5,7% alla quota di autoveicoli limitati. Dall'ottavo giorno consecutivo di superamento, la precedente misura è estesa anche ai diesel Euro 4-5-6. Un esempio è rappresentato dal recente provvedimento (gennaio 2020) di blocco dei veicoli Diesel Euro 6. Non è prevista invece alcuna misura per i veicoli alimentati a benzina dall'Euro 3 in poi.
MILANO	Le autoveicoli circolanti sul territorio del comune di Milano sono 693.073. L'amministrazione vieta il transito tutti i giorni feriali nella ZTL Area C a tutti i veicoli alimentati a gasolio con omologazione fino ad Euro 4 ³⁹ (inclusa) e ai veicoli alimentati a benzina con omologazione Euro 0 ed Euro 1. Questo provvedimento colpisce il 25,6% delle autoveicoli circolanti sul territorio comunale. I diesel Euro 5 e 6 e tutti i veicoli a benzina dall'Euro 1 in poi, possono transitare nell'Area C previo pagamento di un ticket. Il comune ha recentemente istituito un'altra ZTL, denominata Area B, in cui è vietata la circolazione a tutti i veicoli diesel con omologazione fino ad Euro 3 (inclusa) e ai veicoli alimentati a benzina Euro 0. Questo provvedimento colpisce il 15,6% delle autoveicoli circolanti.
NAPOLI	Le autoveicoli circolanti sul territorio comunale sono 545.591 . L'amministrazione ha adottato un piano di blocco stagionale attivo dal 1/10 al 21/03 nei giorni di lunedì, mercoledì e venerdì su tutto il territorio comunale. Tale piano prevede il divieto di circolazione ai veicoli diesel e benzina con omologazione fino ad Euro 3 (inclusa). Il provvedimento è dunque attivo per circa 72 giorni l'anno e interessa il 52,7% delle autoveicoli circolanti sul territorio comunale. È previsto anche un piano emergenza che si attiva dopo il 35esimo giorno di superamento dei limiti sulle emissioni. Quest'ultimo estende le precedenti misure anche al martedì ed è riferito a qualunque periodo dell'anno in cui si presenti l'emergenza.

³⁸ Dati al mese di giugno 2019.

³⁹ La misura riguarda tutti i diesel fino ad Euro 2 ed i diesel Euro 3 ed Euro 4 sprovvisti di filtro antiparticolato. Dai dati a nostra disposizione non possiamo filtrare i veicoli con e senza FAP. Le percentuali ricavate si riferiscono quindi a tutti i diesel fino ad Euro 4 (con e senza FAP).

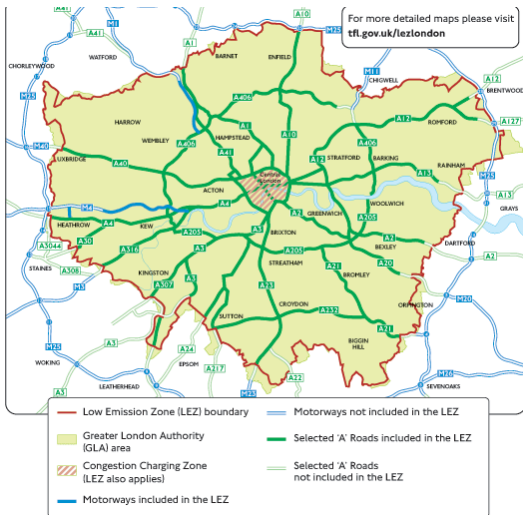
TORINO	<p>Sono 576.566 le autovetture circolanti sul territorio comunale. La circolazione delle autovetture con omologazione Euro 0 è vietata tutti i giorni per tutto l'anno. Questo provvedimento riguarda il 8,4% delle autovetture circolanti sul territorio comunale. È previsto, per tutto l'anno nei giorni feriali dalle ore 8 alle 19, il blocco degli autoveicoli diesel con omologazione fino ad Euro 2 (inclusa). Questo provvedimento colpisce l'1,3% delle autovetture circolanti. Sono dunque il 9,7% gli autoveicoli ad avere restrizioni permanenti. Per il periodo 1/10-31/03, è previsto anche il blocco degli autoveicoli diesel Euro 3 nei giorni feriali. Questa misura interessa il 4,2% dei veicoli circolanti e si protrae per circa 150 giorni l'anno.</p> <p>Il piano per le emergenze invece è articolato come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dal 5° giorno consecutivo di superamento dei limiti emissivi i provvedimenti precedenti si estendono anche ai giorni festivi e anche ai diesel Euro 4 • Dall'11° giorno consecutivo di superamento dei limiti emissivi tutti i precedenti si estendono anche ai veicoli diesel Euro 5 e a quelli a benzina Euro 1 (1,4%) • Dal 21° giorno consecutivo di superamento dei limiti emissivi l'orario di validità viene prolungato di un'ora e passa da 8:00-19:00 a 7:00-20:00
PALERMO	<p>Le autovetture circolanti sul territorio comunale sono 391.169. L'amministrazione comunale ha istituito la ZTL Centrale in cui è vietata la circolazione nei giorni feriali dalle 8:00 alle 20:00 a tutti gli autoveicoli diesel con omologazione fino ad Euro 3 (inclusa) e gli autoveicoli benzina con omologazione fino ad Euro 2 (inclusa). Questo provvedimento colpisce il 32,9% degli autoveicoli circolanti⁴⁰. Agli Euro 4-5-6 invece è ammessa la circolazione previo pagamento.</p>
GENOVA	<p>Sono 271.369 gli autoveicoli circolanti sul territorio. La circolazione su tutto il territorio comunale è vietata dalle 7:00 alle 19:00 dei giorni feriali a tutti gli autoveicoli con omologazione fino ad Euro 1 (inclusa), negli stessi orari è inoltre vietata anche la circolazione agli autoveicoli di omologazione Euro 2 alimentati a gasolio. Questo provvedimento colpisce il 10,8% degli autoveicoli circolanti.</p>
BOLOGNA	<p>Anche il Comune di Bologna, con 207.498 autoveicoli circolanti, prevede un blocco stagionale per i veicoli più inquinanti: è vietata la circolazione nel centro abitato ai diesel fino ad Euro 3 (inclusi) e ai benzina fino ad Euro 1 (inclusi) dal 1/10 al 31/03 (150 giorni) dalle 8:30 alle 18:30 dei giorni feriali. Il provvedimento interessa l'11,6% degli autoveicoli. Dal terzo giorno consecutivo di superamento dei limiti emissivi è previsto l'estensione del blocco anche ai diesel Euro 4 (7,3%).</p>
FIRENZE	<p>Sono 198.458 gli autoveicoli circolanti sul territorio comunale. L'amministrazione ha imposto divieto di circolazione permanente (24 ore al giorno, festivi compresi) sul territorio comunale ai diesel fino ad Euro 2 (inclusi) e ai benzina fino ad Euro 1 (inclusi). Questa misura colpisce l'8,7% degli autoveicoli circolanti.</p>

Analoghi provvedimenti di restrizione della circolazione sono stati adottati anche in altre città europee. Di seguito si propone una sintesi del monitoraggio fatto su quattro città: Londra, Parigi, Berlino, Barcellona⁴¹.

⁴⁰ A Palermo, la circolazione nella ZTL Centrale delle suddette categorie di autoveicoli è consentita ai residenti previo pagamento di un abbonamento. Dai dati a nostra disposizione non possiamo filtrare i residenti, dunque la percentuale è calcolata considerando tutti i veicoli circolanti.

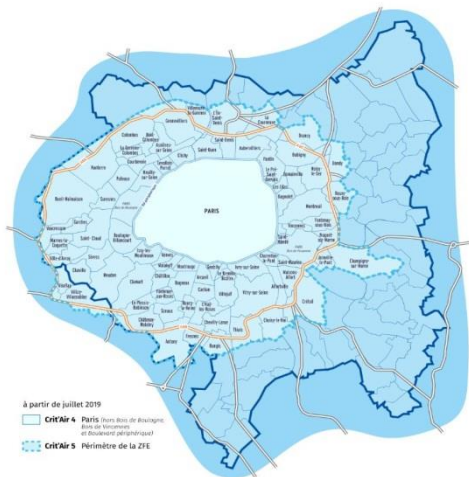
⁴¹ Dati al mese di giugno 2019.

Mappa delle ZTL di Londra



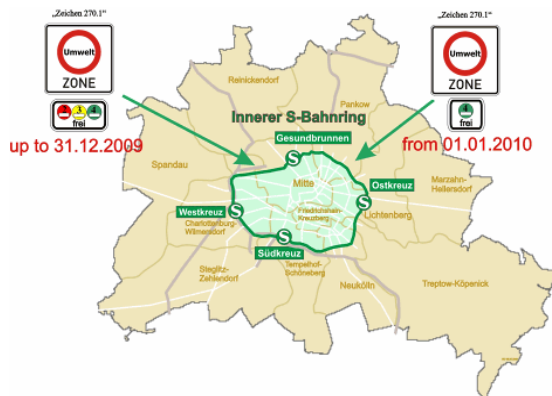
LONDRA: dall'8 aprile 2019 è attiva la Low Emission Zone: in questa zona possono circolare liberamente veicoli diesel Euro6 e benzina da Euro4. La zona è attiva h24 e gli autoveicoli che non rispettano tali standard devono pagare una fee di circa 15€/giorno per poter entrare. Central Zone: zona istituita per decongestionare il traffico nella parte più centrale della città. Per accedervi è prevista una fee di circa 13€/giorno per tutti gli autoveicoli indipendentemente dal tipo di motorizzazione che va ad aggiungersi alla fee necessaria per entrare nella LEZ prevista per i veicoli inquinanti. La Central Zone è attiva nei giorni feriali dalle 7:00 alle 18:00.

Mappa delle ZTL di Parigi



PARIGI: Il governo francese ha ideato 6 diversi certificati per distinguere e riconoscere agevolmente gli standard emissivi dei veicoli. Tali certificati, che prendono il nome di CRIT'Air seguito da un numero progressivo da 0 a 5 che identifica le emissioni del veicolo (più è alto il numero più il veicolo è inquinante), vanno esposti in maniera visibile all'interno del veicolo. Per circolare all'interno della zona più centrale è richiesto il CRIT'Air 3 che equivale a bloccare tutti gli autoveicoli diesel fino ad Euro 3 e benzina fino ad Euro 1. Per circolare nella zona più esterna chiamata Grand Paris è invece richiesto il CRIT'Air 5 che equivale a bloccare i soli diesel fino ad Euro 1.

Mappa delle ZTL di Berlino



BERLINO: Similmente al modello francese, anche il governo tedesco ha previsto dei bollini da applicare sui veicoli per identificare le emissioni degli stessi. Come mostrato in figura, nella zona più centrale della città sono autorizzati a circolare solo gli autoveicoli dotati di bollino verde, vale a dire diesel da Euro 4 in poi e benzina da Euro 1 in poi. Recentemente è stata introdotta un'ulteriore misura che coinvolge alcune strade nella zona centrale. Tale misura, chiamata Diesel Fahrverbot (divieto di diesel), restringe l'accesso a tali strade ai soli diesel Euro 6 e benzina da Euro 1.

Mappa delle ZTL di Madrid



MADRID: Dal 30 novembre 2018 a Madrid è attiva una ZTL denominata Madrid Central (delimitata in rosso nella foto) al cui interno possono circolare solo veicoli in possesso di autorizzazioni temporanee o permanenti. Le autorizzazioni sono concesse ai residenti e ai possessori di sticker ambientale. Per ottenere uno sticker ambientale di tipo B (cioè il meno stringente) il veicolo deve rispettare la normativa Euro 3 se alimentato a benzina, Euro 4 se alimentato a gasolio.

Se le misure di limitazione della circolazione rappresentano una soluzione di breve periodo, che pone un argine ma non risolve il problema, le misure incentivanti, attraverso il sostegno all'acquisto e alla rottamazione, hanno come obiettivo quello di sostituire i veicoli più vecchi, quindi più inquinanti, con auto di più recente generazione, più performanti. Da questo punto di vista, politiche di supporto all'acquisto, pianificate in modo eco-razionale, pur comportando degli oneri per le finanze pubbliche, possono tendere al raggiungimento degli obiettivi senza creare problemi di accessibilità.

In passato le misure per rinnovare il parco sono state molteplici (le principali degli ultimi 15 anni sono raccolte nel BOX di seguito illustrato).

BOX: Elenco misure per il rinnovo del parco circolante		
Anno	Tipologia e requisiti	Entità incentivo
1997	Rottamazione veicolo usato con almeno 10 anni per l'acquisto di autovettura nuova.	Erogazione incentivo da 775,99 a 1033,00 Euro
1998	Rottamazione veicolo usato con almeno 10 anni per l'acquisto di autovettura nuova.	Erogazione incentivo da 516,00 a 775,00 Euro
2002 -2003	Rottamazione auto benzina non catalitiche o a gasolio non ecodiesel per l'acquisto di autoveicoli nuovi.	Esenzione del bollo, dell'imposta Provinciale di Trascrizione e degli emolumenti PRA
	Rottamazione auto benzina non catalitiche o a gasolio non ecodiesel per l'acquisto di autoveicoli usati conformi alla dir. Ce 91/441 di potenza non superiore a 85 Kw	Esenzione del bollo, dell'imposta Provinciale di Trascrizione e degli emolumenti PRA
2006-2008	Rottamazione autoveicoli Euro 0 ed 1 e acquisto di autovetture nuove Euro 4 o Euro 5 a bassa emissione.	Contributo di 800,00 Euro ed esenzione dalla tassa auto per 2 anni.
	Rottamazione autocarri e autoveicoli per il trasporto promiscuo Euro 0 ed 1 e acquisto veicolo nuovo Euro 4 o Euro 5.	Erogazione incentivo di 2.000,00 Euro

	Acquisto di motociclo nuovo Euro 3 con sostituzione di un motociclo Euro 0 dal 1/12/2006 al 31/12/2007	Esenzione dalla tassa auto per 5 anni e rimborso del costo di rottamazione
	Installazione di alimentazioni alternative a gas, elettrica, GPL e a idrogeno.	Agevolazioni fiscali
2007-2009	Installazione di alimentazioni alternative a gas, elettrica, GPL e a idrogeno.	Contributo pari al costo di demolizione e abbonamento annuale del tpl.
2009	Rottamazione autoveicoli Euro 0 o Euro 1 e acquisto autovetture Euro 4 o Euro 5 a bassa emissione, con alimentazione a GPL, metano, ibrida o a idrogeno	Erogazione incentivo da 1500,00 a 3000,00 Euro
	Installazione impianti gas o metano su autoveicoli Euro 0,1,2	Erogazione incentivo da 350 a 650 Euro a seconda della tipologia.
	Acquisto di motociclo Euro 3 con rottamazione di un motociclo Euro 0 o Euro 1	Erogazione incentivo di 500 Euro
	Acquisto autocarri con alimentazione esclusiva o doppia, a gas metano o Gpl, elettrica o a idrogeno, nuovi categoria Euro 4 o Euro 5 fino a 3.500 Kg. con alimentazione, esclusiva o doppia, a metano senza rottamazione	Erogazione incentivo di 4.000 Euro
2013-2015	Acquisto veicoli BEC (a Basse Emissioni Complessive) elettrici, ibridi, metano, biometano, GPL, biocombustibili, idrogeno nuovi (escluse anche vetture a km 0).	Erogazione di un contributo pari al 15%-20% sul prezzo di acquisto con tetti massimi.

A cui si aggiungono i recenti Ecobonus per il periodo 2019-2021 e quelli previsti nei cosiddetti Decreto L. Rilancio e Decreto L. Scostamento-Agosto post lockdown.

Ecobonus 2019-2021	Acquisto veicolo nuovo da 0 a 70 g/km (2019) e da 0 a 60 g/km (2020, 2021) con e senza rottamazione	- 2019, da 0 a 20 g/km = erogazione di un contributo di 4.000 + 2000 in caso di rottamazione; - 2020 e 2021, da 0 a 20 g/km = erogazione di un contributo di 4.000 + 2.000 in caso di rottamazione; da 21 a 60 g/km = erogazione di un contributo di 1.500 + 2.500 in caso di rottamazione
DL Rilancio DL Scostamento/Agosto	Acquisto veicolo nuovo, con limite di prezzo e contributo differenziato sulla base delle emissioni: da 0 a 20, da 21 a 60, da 61 a 90 e, infine, da 91 a 110 g/km di CO ₂ , con e senza rottamazione di un veicolo usato con almeno 10 anni, oltre allo sconto obbligatorio del costruttore	Scadenza dicembre 2020 (si veda grafico in allegato)

Come evidenziato nel prospetto, a partire dal 1997 si sono succeduti una serie di provvedimenti governativi adottati per promuovere politiche di rinnovo del parco. L'impatto delle misure sulla propensione all'acquisto di nuove vetture ha avuto effetti diversi legati a molteplici fattori, fra cui la diversa natura degli incentivi, l'andamento economico generale, l'efficacia e la diffusione delle campagne

pubblicitarie sugli incentivi, nonché, da ultimo, il perimetro più o meno esteso della platea dei potenziali beneficiari legato agli effetti negativi dovuti al ripetersi delle misure in più anni consecutivi. Al fine di individuare possibili tendenze generali, risulta utile partire dall'analisi delle singole misure e degli effetti che le stesse hanno avuto nel corso degli anni.

- Il primo blocco di incentivi è legato al contributo statale in vigore da gennaio 1997 fino a luglio 1998, e l'ulteriore sconto praticato congiuntamente dal venditore. Tali misure hanno determinato una riduzione dei prezzi di listino, favorendo probabilmente l'incremento, rispetto all'anno precedente, della domanda di autovetture nuove e l'aumento delle connesse radiazioni. La conseguente vendita aggiuntiva è stata determinata ponendo a confronto l'andamento delle vendite (iscrizioni) ante-bonus (media anni '95/'96) ed i volumi raggiunti sotto l'effetto dei benefici governativi. Analogo discorso vale per gli effetti sulle radiazioni, in cui sono state considerate anche quelle senza rimpiazzo, favorite dall'esenzione dall'imposta di bollo e dagli emolumenti - PRA.
- Riguardo le iscrizioni di autovetture nuove, nel 1997 quelle con bonus sono state 973.784, con un'incidenza del 41% sul totale, pari a 2.389.943; l'incremento complessivo rispetto alla media del biennio '95/'96 è stato del 42%. Nel 1998, considerando anche gli strascichi dovuti ai ritardi nelle consegne, slittate fino a tutto il 1999, le iscrizioni con bonus sono state 835.769, con un'incidenza del 34% sul totale, pari a 2.437.727; l'incremento complessivo rispetto alla media del biennio '95/'96 è stato del 45%.
- Relativamente alle radiazioni, nel 1997 sono state in totale 2.037.424, di cui con bonus 1.150.999, pari al 56%, e 550.200 rese esenti, pari al 27%; l'incremento complessivo rispetto alla media del biennio '95/'96 è stato dell'85%. Nel 1998, considerando anche gli strascichi dovuti ai ritardi nelle consegne, slittate fino a tutto il 1999, le radiazioni totali sono state 1.506.221, di cui con bonus 701.470, pari al 47%, e 492.026 rese esenti, pari al 33%; l'incremento complessivo rispetto alla media del biennio '95/'96 è stato del 37%.
- La nuova ondata di ecoincentivi in vigore da luglio 2002 a marzo 2003, con una breve interruzione dal 1 al 13 gennaio, ha previsto delle agevolazioni fiscali anche per i trasferimenti di proprietà (oltre che per le prime iscrizioni e le radiazioni), diversamente da quanto contemplato nella normativa del '97/'98. Si è determinato quanto segue:
 - 1. Iscrizioni autovetture nuove. Nel 2002 le formalità con bonus sono state 183.765 con un'incidenza del 17% sul totale del secondo semestre, pari a 1.069.248, e dell'8% sul totale anno pari a 2.235.957. Nel 2003 le iscrizioni da ecoincentivi sono state 240.241 con un'incidenza pari al 20% sul primo semestre (1.213.879 pratiche) e del 10% sul totale anno con 2.295.904 formalità.
 - 2. Radiazioni autovetture. Nel 2002 quelle con bonus sono state 208.296 con un'incidenza del 21% sul totale del secondo semestre (976.971) e dell'11% sul totale anno pari a 1.868.462. Inoltre la variazione fra le formalità rilevate nel II° semestre del 2002 rispetto all'analogo periodo del 2001 è risultata pari al 13,1%. Nel 2003 le radiazioni con bonus sono state 253.004 con un'incidenza del 28%, rispetto al primo semestre dell'anno (905.287), e del 14% sul totale 2003 (1.806.322). Maggio è stato il mese con la punta più consistente, pari al 40,1%
 - 3. Trasferimenti autovetture. Del tutto trascurabile l'apporto degli ecoincentivi per i trasferimenti di proprietà. Nel 2002 quelli con bonus sono stati 24.531 con un'incidenza del 2% sul totale del secondo semestre (1.348.788) e dell'1% sul totale anno (2.759.200). Nel 2003 i trasferimenti con bonus sono stati 12.763 con un'incidenza dell'1% sul totale secondo semestre (1.513.262) e dello 0,4% sul totale anno (3.018.879).
- A seguire gli incentivi da fine 2006 a tutto il 2008, che hanno avuto effetti differenti nei tre anni considerati: da ottobre a dicembre 2006 l'incidenza delle auto nuove incentivate sul totale delle nuove iscrizioni è stato del 9% circa, contro il 42% del 2007, che ha rappresentato l'anno record di registrazioni di auto nuove, ben 2.516.276. Inferiore la quota di auto acquistate grazie agli incentivi nel 2008, circa il 38% del totale (2.193.570 prime iscrizioni, circa il 13% in meno rispetto al 2007), visto il primato raggiunto nel 2007, si era praticamente esaurito l'effetto degli incentivi.

- La tornata di ecoincentivi da febbraio 2009 a marzo 2010, che ha privilegiato l'acquisto di vetture a basso impatto ambientale, ha prodotto la registrazione di circa 1.400.000 immatricolazioni, con un'incidenza sul totale delle immatricolazioni pari al 53,3%. Di queste quasi il 90% hanno avuto una corrispondente rottamazione, contro circa il 10% senza rottamazione. Su base regionale, è emerso come l'acquisto di auto ecologiche senza rottamazione sia stato prevalente al Nord Italia, mentre è stato praticamente trascurabile nel Sud, dove la maggior parte delle persone ha approfittato dei contributi governativi per cambiare la propria auto, demolendone una vecchia. Tra le vetture destinate alla demolizione, quasi la metà è stata costituita dalle auto di categoria Euro 2, che erano rimaste fuori dalle precedenti campagne di ecoincentivi, mentre le auto di categoria Euro 0 e 1 sono state demolite soprattutto nelle Regioni meridionali, in cui non erano state ancora sostituite. L'acquisto di auto concentrato nei segmenti A e B e di auto a basso impatto ambientale ha consentito una consistente riduzione nell'emissione di CO₂ - di più di 8 grammi dal 2008 al 2009, passando da un valore medio ponderato di 144,91 g/km a 136,66 g/km (-5,7%) sul venduto. Ma l'aspetto forse più rilevante della campagna di aiuti governativi nel 2009 è stata la propensione degli italiani verso le auto con alimentazione a gas, particolarmente favorite dal maggior contributo concesso, con indubbio vantaggio per l'ambiente: dal 2008 al 2009 è stato registrato un aumento di oltre il 600% di iscrizioni di auto alimentate a benzina e gpl e di più del 100% di auto alimentate a benzina e metano. Tuttavia, il venir meno dei contributi statali ha immediatamente riportato la quota di vendite delle auto a gas a valori più bassi: se nel primo trimestre 2010, grazie all'influsso degli ordini d'acquisto effettuati entro il 2009, la quota di mercato era del 31,5%, nel secondo trimestre è precipitata al 12,6%.

In prima battuta, così come emerge dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, riepilogativa degli incentivi dal 1997 al 2010, gli effetti degli incentivi sono stati diversi. L'aspetto più difficile da misurare riguarda la capacità degli incentivi di migliorare il saldo complessivo delle vendite tenendo conto dell'incremento che si registra negli anni incentivati e il potenziale calo delle vendite negli anni successivi. Più evidenti appaiono invece i benefici sull'orientamento delle scelte verso modelli a più basso impatto ambientale, nonché sul sostegno a politiche di rinnovo nei confronti delle fasce di popolazione meno abbienti.

Tabella 21: Riepilogo degli effetti degli incentivi sul numero di prime immatricolazioni delle autovetture (Anni dal 1997 al 2010)

Anni con ecoincentivi	Prime iscrizioni da ecoincentivo	Prime iscrizioni totali	% prime da incentivo
1997	973.784	2.389.943	40,7%
1998	812.636	2.437.727	33,3%
2002	183.765	1.069.248	17,2%
2003	240.241	1.047.682	22,9%
2006	48.507	544.097	8,9%
2007	1.049.129	2.516.276	41,7%
2008	830.843	2.193.570	37,9%
2009	1.059.504	2.024.387	52,3%
2010	347.771	633.161	54,9%

Fonte: ACI

Una ricerca interessante sull'argomento è stata pubblicata, a livello europeo, nel marzo 2010 dal IHS Global Insight. Lo studio sulla efficacia degli incentivi alla rottamazione nella UE nel 2009 ha reso noto che i piani di incentivi hanno aggiunto uno 0,16%-0,2% netto del PIL in tutta l'Unione Europea e si è stimato che la vettura media nuova acquistata grazie agli aiuti statali abbia avuto un'emissione di CO₂ di appena 135,9g/km, circa 18g/km al di sotto della media del mercato UE nel 2008, mentre la media delle emissioni dell'intero mercato è scesa a 145g/km, contro i 153,3g/km del 2008. Inoltre le politiche di incentivi hanno migliorato la qualità della sicurezza del parco circolante europeo, contribuendo all'aumento di vetture dotate di airbag passeggero (1,05 milioni di auto nel 2009), di ABS (oltre 1,4 milioni di auto) e di ESC (circa 1.380.000 auto). Allo stesso tempo sono state eliminate dalla circolazione oltre un milione di auto Euro 1 e pre Euro 1 e quasi un milione di vetture Euro 2, con conseguente sostituzione con automobili meno inquinanti e più sicure. Nella valutazione degli effetti

delle misure incentivanti dettagli di estremo interesse arrivano dalla valutazione degli incentivi più recenti.

- Nello specifico, è apparso del tutto modesto l'effetto degli incentivi emanati negli anni 2013-2015 destinati esclusivamente alle autovetture a basse emissioni complessive (elettriche, ibride, a metano, biometano, GPL, biocombustibili, idrogeno): si sono evidenziati buoni incrementi per le auto elettriche ed ibride a benzina specialmente nel 2013 ma si tratta di un contingente che nel 2015 arrivava solamente all'1,7% del totale delle prime iscrizioni di auto nel complesso. C'è anche da ricordare che si tratta degli anni ancora influenzati dalla forte recessione economica del 2011, per cui i consumi erano limitati per la mancanza di disponibilità economica.
- I penultimi incentivi eco-bonus sono stati varati con il decreto 20 marzo 2019, che ha previsto l'introduzione degli incentivi per l'acquisto di veicoli nuovi di fabbrica iscritti dal 1 marzo 2019 al 31 dicembre 2021 e fino a 70 g/km di CO₂ (in seguito rimodulato a 60 g/km CO₂). In totale nel periodo analizzato, marzo 2019-febbraio 2020, sono state iscritte 19.936 auto con CO₂ fino a 70 g/km, riportando un incremento di oltre il 117% rispetto alle auto del corrispondente periodo degli anni precedenti. C'è da considerare, tuttavia, anche in questo caso, che le autovetture nuove che hanno usufruito del bonus hanno rappresentato solamente l'1% del totale delle auto nuove iscritte da marzo 2019 a febbraio 2020, laddove quelle soggette al malus sono equivalenti al 3,4%; il restante 95,6% era costituito da vetture che erano ricomprese tra 71 g/km e 160 g/km di CO₂, vale a dire la gran parte di auto che non era soggetta né ad agevolazioni né a penalizzazioni sul prezzo di acquisto.
- Infine, con i cosiddetti Decreto L. Rilancio e Decreto L. Scostamento-Agosto, post lockdown, il Governo ha previsto un nuovo piano di incentivi finalizzato a promuovere il rinnovo del parco fino al 31/12/2020. Le misure sono state calibrate in funzione del livello emissivo dei veicoli, predisponendo gli incentivi più pesanti a favore delle auto elettriche e ibride.

BOX: Piano di incentivazione per il rinnovo del parco 2020 - DL Rilancio				
Limiti di emissione	Bonus con rottamazione di un veicolo di almeno 10 anni	Bonus senza rottamazione	Validità del bonus	Limite di prezzo del veicolo
0-20 g/km CO ₂ (elettriche)	10.000 euro	6.000 euro	1/8 - 31/12/2020	50.000 euro (IVA e messa in strada escluse)
21-60 g/km CO ₂ (ibride plug-in)	6.500 euro	3.500 euro	1/8 - 31/12/2020	50.000 euro (IVA e messa in strada escluse)
61-110 g/km di CO ₂ (Euro 6)	3.500 euro	1.750 euro	1/8 - 31/12/2020	40.000 euro (IVA e messa in strada escluse)

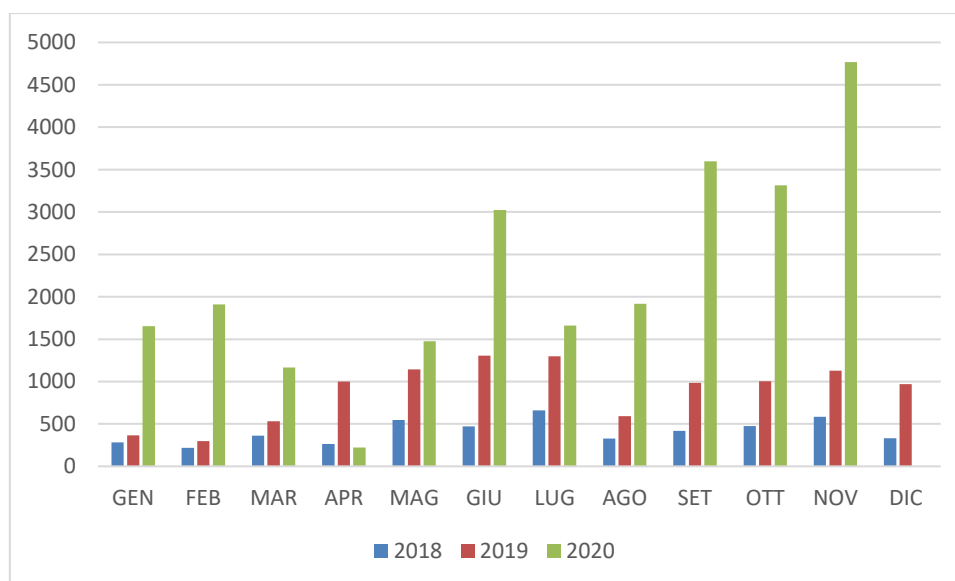
BOX: Piano di incentivazione per il rinnovo del parco 2020 – DL Scostamento-Agosto				
Limiti di emissione	Bonus con rottamazione di un veicolo di almeno 10 anni	Bonus senza rottamazione	Validità del bonus	Limite di prezzo del veicolo
0-20 g/km CO ₂ (elettriche)	10.000 euro	6.000 euro	1/8 - 31/12/2020	50.000 euro (IVA e messa in strada escluse)
21-60 g/km CO ₂ (ibride plug-in)	6.500 euro	3.500 euro	1/8 - 31/12/2020	50.000 euro (IVA e messa in strada escluse)
61-90 g/km di CO ₂	3.750 euro	2.000 euro	15/8 - 31/12/2020	40.000 euro (IVA e messa in strada escluse)
91-110 g/km di CO ₂ (Euro 6)	3.500 euro	1.750 euro	15/8 - 31/12/2020	40.000 euro (IVA e messa in strada escluse)

Tabella 22: Andamento mensile dell'iscrizione veicoli elettrici (2018-2020)

	2018	2019	2020
GEN	284	364	1.652
FEB	218	299	1.910
MAR	361	530	1.165
APR	262	999	224
MAG	547	1.143	1.477
GIU	473	1.305	3.025
LUG	661	1.298	1.660
AGO	329	591	1.916
SET	417	986	3.596
OTT	474	1.002	3.316
NOV	586	1.130	4.768
DIC	331	969	
TOTALE	4.943	10.616	11.113

Fonte: ACI

Figura 61: Prime iscrizioni veicoli elettrici anni 2018, 2019, 2020 (dati mensili in valori assoluti)



Fonte: ACI

3.5 Per una transizione ecorazionale della mobilità automobilistica

L'adozione delle misure di sostegno al rinnovo del parco adottate nei diversi anni ha avuto come comune denominatore l'obiettivo di migliorare la composizione del parco circolante favorendo dapprima – dal 1997 al 2009 - l'introduzione di modelli meno inquinanti a propulsione termica e da ultimo, con gli incentivi più recenti, provando ad anticipare i tempi di sviluppo della transizione energetica verso modelli ibridi ed elettrici.

L'avvento di un nuovo modello di mobilità automobilistica tendente alla diffusione di auto sempre più elettrificate ed autonome è al centro degli studi della Fondazione Caracciolo che da oltre 3 anni, con

diversi appuntamenti annuali, monitora, insieme ai principali operatori di settore, lo sviluppo di queste tecnologie e gli impatti che le stesse hanno sul comparto energetico, ambientale e dei trasporti.

Ultima tappa di un percorso avviato nel 2017 con la 72^a Conferenza del Traffico e della Circolazione, è costituito dalla pubblicazione di uno studio condotto insieme ad ENEA e CNR, dedicato agli sviluppi della transizione energetica nei trasporti.

Lo studio, attraverso una serie di analisi incrociate legate allo sviluppo dei sistemi di propulsione, all'analisi di composizione del parco circolante e alle caratteristiche della mobilità italiana, ha stimato diversi scenari di sviluppo del parco automobilistico, valutandone i relativi impatti in termini di emissioni di CO₂.

Al fine di comprendere gli effetti delle attuali misure e di altre che si vorranno eventualmente intraprendere nel medio lungo periodo, si è ritenuto opportuno ripartire dalle conclusioni di quel lavoro per poter valutare gli sforzi in atto con obiettivi complessivi di abbattimento delle emissioni.

Oltre a considerare l'approdo scientifico delle ricerche previsionali esistenti, lo studio ha valutato il livello di penetrazione elettrica nei differenti Paesi europei suddivisi per fascia di reddito pro capite e livello di investimenti per l'elettrificazione del parco. Nell'incrociare i dati sulla percentuale di diffusione con quelli sul reddito, si è considerata anche la penetrazione per tipologia di segmento.

Dall'incrocio fra percentuale di penetrazione e tipologia di vettura, si è potuto osservare che, così come avviene per gran parte delle tecnologie del settore automotive, lo stadio di maturità delle nuove tecnologie legate alla propulsione elettrica è molto più avanzato nei veicoli di alta gamma. Guardando la percentuale di penetrazione dei modelli elettrici suddivisa per categoria di veicoli si può osservare come la presenza di veicoli elettrici nel segmento F sia molto più elevata che in tutti gli altri segmenti.

Tabella 23: Immatricolazioni 2019 autovetture elettriche per segmento

Segmento	Immatricolazioni autovetture elettriche su totale immatricolazioni	% immatricolazioni autovetture elettriche su totale immatricolazioni elettriche	% immatricolazioni autovetture elettriche su totale immatricolazioni segmento
A+B	0,30	55,12	0,58
C+D	0,20	36,80	0,44
E	0,02	3,27	0,97
F	0,03	4,80	9,05

Fonte: elaborazioni Fondazione Caracciolo su dati Unrae

Si è potuto, in particolare, osservare che la diffusione dell'auto elettrica è legata a tre principali fattori: la differenza di prezzo con l'auto termica (differenza colmabile anche parzialmente con politiche di incentivo), la velocità e la facilità di ricarica, che dipende dal veicolo e dalla tipologia e diffusione delle colonnine di , e infine l'autonomia.

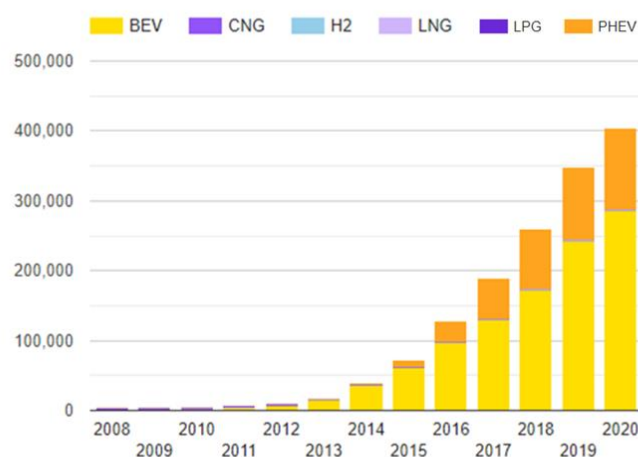
BOX: IL CASO UNICO DELLA NORVEGIA

La Norvegia è il paese con la più elevata presenza di veicoli elettrici e ibridi plug in del mondo. Nel 2018, i veicoli elettrificati hanno rappresentato quasi il 50% delle vendite totali di autovetture e nel 2019, la soglia del 50% è stata superata. Il segreto di una diffusione così importante, così come evidenziato nel testo dello studio è dovuto a fattori molteplici, fra cui il principale riguarda un meccanismo bonus/malus basato sulle emissioni di CO2 e calcolato con un sistema che di fatto rende le auto elettriche in alcuni casi anche più economiche di quelle termiche di pari cilindrata. Nel caso della Golf, ad esempio, a fronte degli incentivi il modello elettrico arriva a costare il 15% in meno di quello termico. L'incentivo è adottato anche per i veicoli di alta gamma, che possono arrivare a costare anche il 50% in meno rispetto al loro prezzo iniziale di listino. Per i veicoli elettrici sono previste diverse corsie preferenziali. Da un lato quelle "canoniche" sulle quali i veicoli elettrici possono transitare gratuitamente, dall'altro quelle legate ad una serie considerevole di benefici fra cui il transito gratuito sui traghetti che attraversano i fiordi o la sosta gratuita con annessa ricarica altrettanto gratuita in molti degli oltre 11.000 punti di ricarica presenti nel territorio nazionale.

In questa prospettiva, si è potuto notare che l'elevatissima diffusione di auto elettriche in Paesi dal reddito pro capite elevato, come la Norvegia (nel 2019, le auto elettriche immatricolate in Norvegia sono state il 55,9% del totale), è legato a due principali fattori:

- da un lato, alle politiche di orientamento delle scelte di acquisto realizzate attraverso ingentissimi investimenti a sostegno dei modelli elettrici e ibridi plug in e, nel contempo, significativi oneri fiscali sulle auto termiche, incentivi e oneri tali da livellare il costo delle vetture elettriche con i modelli a propulsione termica;
- dall'altro, agli investimenti sulla rete che consentono una facilità di utilizzo

Figura 62: Totale veicoli BEV E PHEV in Norvegia al 2020



Fonte: eafo, 2020

Al tempo stesso si è potuto notare come la più elevata diffusione dei veicoli BEV fra i modelli di segmento F (alta gamma) possa essere legata a prezzi d'acquisto molto simili a quelli di veicoli di pari

segmento ma con alimentazione tradizionale, offrendo, inoltre, maggiori standard nell'autonomia e nella velocità di ricarica dei veicoli, aspetti ritenuti dagli utenti come necessari per consentire l'acquisto di un'auto elettrica.

Partendo da queste premesse, in questo studio sono state sviluppate alcune ipotesi previsionali secondo un calcolo complesso che tiene conto di un tasso di diffusione dell'auto elettrica legato ad una serie di fattori, fra cui lo sviluppo tecnologico dei sistemi di accumulo e della rete di ricarica, le previsioni di andamento dei costi di produzione dei sistemi di propulsione termico ed elettrico e infine dei costi di produzione del pacchetto batteria. L'analisi è stata effettuata tenendo conto dello sviluppo che i diversi sistemi di propulsione avranno nei diversi segmenti.

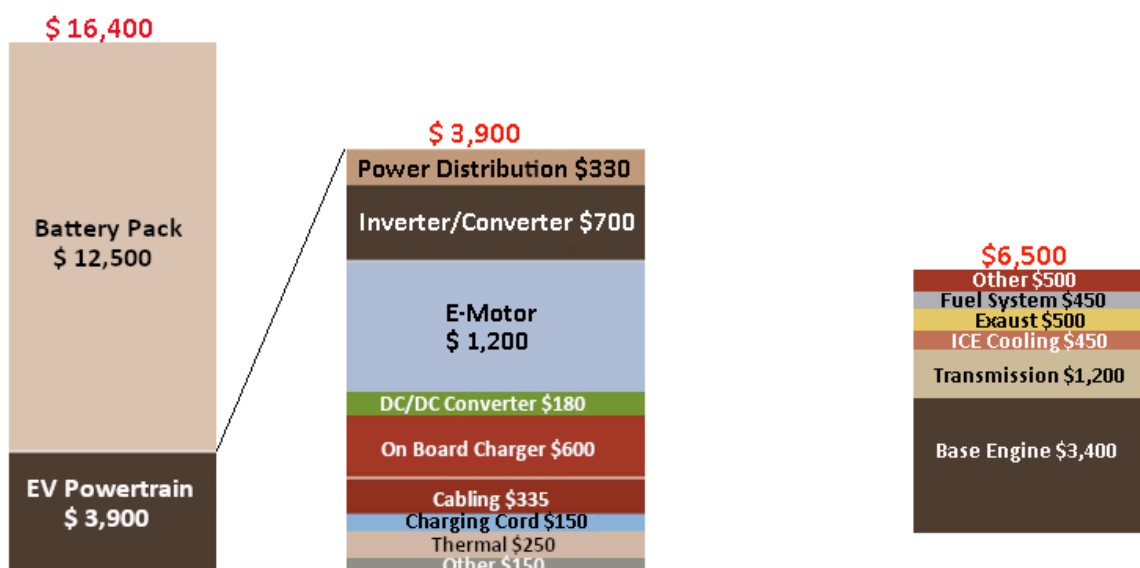
In funzione di queste variabili, mutuando l'esperienza della Norvegia e quella di altri Paesi europei nel segmento lusso, è stato possibile individuare tre diversi stadi di sviluppo dell'auto elettrica (**Errore. L 'origine riferimento non è stata trovata.** Tabella 24). Il primo, definito di apprendimento tecnologico, nel quale i tempi di ricarica per percorrenze superiori a 120 km sono superiori a 40 minuti, il differenziale di costo fra auto BEV e auto termica a benzina è superiore al 30%. In questa fase di sviluppo, si ritiene che le tecnologie sui sistemi di accumulo non abbiano ancora raggiunto uno stadio di maturità tecnologica che li porti ad essere competitivi con quelli termici. In questa fase, la percentuale di penetrazione di veicoli elettrici a batteria è inferiore al 3% dei veicoli immatricolati ogni anno e la sua diffusione pur veloce, se letta in relazione alla crescita percentuale basata sui valori anno per anno, presenta dei valori di diffusione rispetto al totale dei veicoli immatricolati molto modesti. Un secondo stadio di sviluppo è quello di vera competizione fra sistemi di propulsione. I costi di produzione dei due sistemi di alimentazione si avvicinano fino ad annullarsi, così come si accorciano i tempi medi di ricarica. In questa fase, lo sviluppo dell'auto elettrica cresce rapidamente sia rispetto alle percentuali dell'anno precedente, sia in valori assoluti. L'ultima fase è quella della maturità tecnologica, in cui i sistemi di accumulo hanno raggiunto uno stadio di sviluppo altamente efficiente, tale da rendere il veicolo elettrico competitivo in termini di costo con quello termico e soprattutto con le motorizzazioni ibride, che hanno un'architettura più complessa legata alla presenza di più motorizzazioni.

Tabella 24: Stadi di sviluppo dell'auto elettrica

FASI	Apprendimento tecnologico	Competitiva	Maturità tecnologica
Tempi di ricarica per 150 km	>30 minuti	< 30 e > 20 minuti	< 20 minuti
Differenza di costo in % rispetto ad un modello termico	> 30%	< 30% e > 5%	< 5%
% MEDIA di diffusione nell'immatricolato	< 3%	> 3% e <15%	> 15%

Per completare la costruzione del modello previsionale si è reso necessario stimare l'evoluzione dei costi di costruzione dei veicoli elettrici e termici al 2030. Si è, pertanto, partiti dall'analisi dei costi dei sistemi di propulsione e dall'analisi storica di andamento dei costi dei sistemi di accumulo.

Figura 63: Le differenti componenti di costo tra motori elettrici ed endotermici in USD



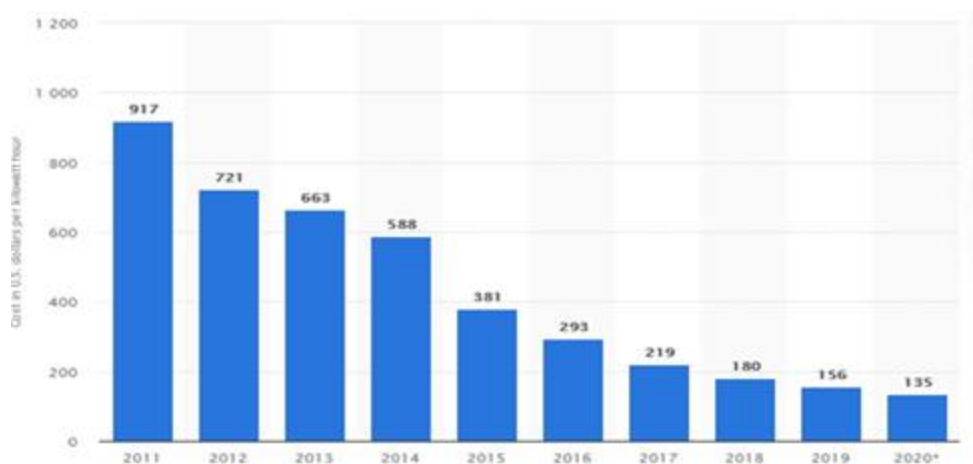
Fonte: UBS, 2019

Partendo da dati di letteratura, si è potuto osservare che il motore termico è mediamente più costoso di quello elettrico (+67%). Un risultato inverso si ottiene se si guarda all'intero sistema di propulsione che nel caso del veicolo elettrico è dato dalla somma del costo di motore e batteria. In questo caso il sistema di propulsione elettrica presenta un costo medio più alto con differenze marcate che variano a seconda dei modelli e dell'anno di costruzione della catena di produzione della batteria. Partendo dalle stime attuali, è stato possibile calcolare il differenziale di costo fra un veicolo elettrico e uno termico. Nei veicoli di alta gamma la differenza attuale di costo è del 33%, valore che scende al 5% nel caso di veicolo PHEV. Nei veicoli di media gamma (segmento C+D) la differenza attuale di costo è del 57%, valore che scende al 24% nel caso di veicolo PHEV. Nei segmenti utilitarie e city car (segmento A+B) la differenza attuale di costo è dell'88%, valore che scende al 55% nel caso di veicolo HEV⁴².

Al fine di valutare l'andamento dei costi fino al 2030, si è ipotizzato che i motori abbiano tecnologie mature che non faranno registrare significative riduzioni di costo, mentre le batterie continueranno il loro rapido sviluppo tecnologico, con riflessi sull'andamento della curva dei costi che potranno ulteriormente ridursi in funzione dei progressi sulla forma delle celle, la chimica delle batterie, l'eliminazione di alcuni materiali rari, le economie di scala nelle catene di produzione. Una variabile importante riguarderà anche il peso decrescente nel tempo delle batterie, aspetto che impatterà positivamente sui costi di realizzazione dell'intero veicolo. In Figura 64 la curva di costo delle batterie negli ultimi 10 anni.

⁴² Il costo complessivo del sistema di propulsione è stato calcolato valutando il costo del motore come percentuale del costo totale di produzione del veicolo. Tale percentuale per i motori termici è stata stimata del 32% nei veicoli di segmento A e B, del 28% nei veicoli di segmento C e D e del 35% nei veicoli di segmento E+F. Per i motori elettrici è stata stimata del 22% nei veicoli di segmento A e B, del 18% nei veicoli di segmento C e D e del 20% nei veicoli di segmento E+F. Per i sistemi di accumulo si è stimato un costo di 185 Euro a kwh, con batterie di dimensioni crescenti in funzione del segmento.

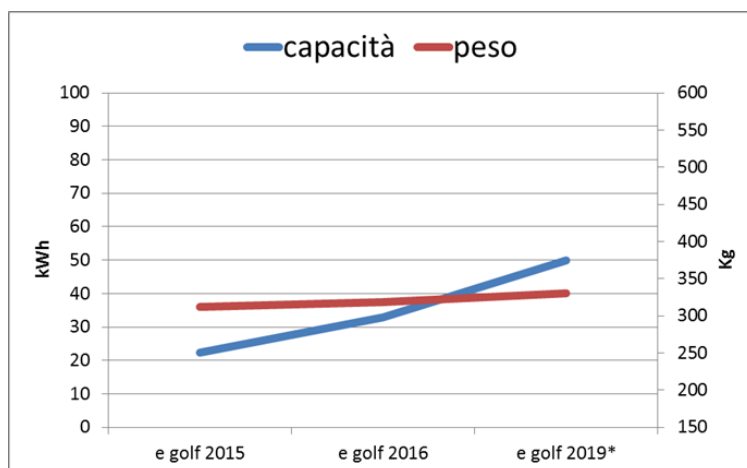
Figura 64: Costo di produzione del pacco batteria per kwh



Fonte: Bloomberg NEF 2020

Partendo da questi valori, il costo dell'auto elettrica tenderà a ridursi progressivamente, dapprima nei veicoli con cilindrata più elevate e da ultimo nei modelli meno performanti. I sistemi di alimentazione che soffriranno maggiormente la sfida di costo dei veicoli elettrici a batteria saranno i veicoli ibridi, caratterizzati da una architettura del motore particolarmente complessa. La curva di diminuzione dei costi sarà accompagnata da una curva di miglioramento delle performance della batteria in termini di durata e velocità di ricarica.

Figura 65: Andamento della crescita della capacità della batteria della e-Golf e del peso della batteria stessa



Fonte: *Per una transizione energetica eco-razionale della mobilità automobilistica. Valutazione del caso italiano*, Enea, Cnr, Fondazione Caracciolo, 2019

A fronte di incremento di peso trascurabile, Kreisler Electric (e-Golf 2019 nel grafico) ha sviluppato un prototipo con una batteria da 55,7 kWh il cui peso è di 330 kg.

In passato la riduzione nella curva di costo delle batterie è stata compensata da una crescita delle dimensioni medie delle batterie. I primi modelli di autovetture elettriche, nella maggior parte dei casi, avevano una capacità di accumulo inferiore ai 30kWh. Questo valore è oggi quasi raddoppiato, nel contempo è migliorata anche la velocità di ricarica rendendo possibili "rifornimenti" veloci. Valutando la capacità media installata nei veicoli di prossima commercializzazione si è supposto che, in futuro, il numero di kWh mediamente installati sui veicoli non subirà incrementi radicali. Si ritiene che in futuro si assisterà in ogni caso ad un aumento di autonomia dei veicoli, che tuttavia dipenderà principalmente

dalla riduzione del peso medio degli stessi, nonché dai recuperi di efficienza dei sistemi di propulsione. In altri termini, una maggiore densità energetica e una riduzione del consumo energetico o recupero energetico, dovuto a migliori prestazioni del software del Battery Management System (BMS) e del sistema di raffreddamento/riscaldamento, nonché dell'aerodinamica, potranno consentire un aumento dell'autonomia in termini di km a parità di kWh installati.


Le previsioni di diffusione dell'auto elettrica su un arco temporale così ampio sono estremamente complesse perché risentono di molte incertezze legate all'evoluzione tecnologica, alle strategie globali dei car maker, alla politica internazionale, agli scenari energetici. Appare tuttavia ragionevole ipotizzare che già dal 2025, il numero di vetture elettriche vendute ogni anno possa, specie nei segmenti E ed F, superare quello di altri sistemi di propulsione tradizionale, anche in assenza di incentivi. Se la diffusione dei veicoli elettrici, in termini di parco, sembra avere uno sviluppo più immediato, è doveroso sottolineare che un processo di rinnovo del parco circolante richiederà tempi molto più lunghi. In uno scenario tendenziale, la percentuale di veicoli elettrici (BEV), si attesterà in un range compreso fra l'8 e il 10%.

4. PROPOSTE PER IL RINNOVO DEL PARCO VEICOLARE ITALIANO

4.1. Gli effetti della crisi sulle scelte di trasporto

Le valutazioni condotte nei paragrafi precedenti aprono diversi scenari nei quali si fondono prospettive, opportunità e rischi. La forte onda d'urto prodotta dalla diffusione del virus e dalle misure di contenimento adottate ha avuto effetti decisivi nelle scelte di trasporto individuale. Secondo un'indagine campionaria pubblicata ad agosto 2020 da Isfort, durante il periodo del lockdown, gli spostamenti sono crollati. Solo il 32% degli utenti ha effettuato almeno uno spostamento giornaliero. Un valore nettamente più basso rispetto a quello registrato prima dell'adozione delle misure (80%). Nel primo mese post restrizioni, gli spostamenti sono ripresi, facendo registrare valori molto simili a quelli pre-crisi.

La dinamica del tasso di mobilità nelle sue articolazioni (Val. %)

	Prima del lockdown		Periodo del lockdown (12 marzo – 3 maggio)	Primo mese post-restrizioni (18 maggio-17 giugno)
	Media 2019 ⁽⁴⁾	1 febbraio - 11 marzo 2020		
Tasso di mobilità "in senso stretto" ⁽¹⁾	85	80	32	75
Tasso di mobilità "di prossimità" ⁽²⁾	6	10	17	11
Tasso di mobilità "allargato" ⁽³⁾	91	90	49	86

⁽¹⁾ % di intervistati che hanno effettuato in giornata almeno uno spostamento con qualsiasi mezzo ad eccezione dei tragitti a piedi inferiori ai 5 minuti

⁽²⁾ % di intervistati che hanno effettuato in giornata solo spostamenti a piedi inferiori ai 5 minuti

⁽³⁾ % persone che hanno effettuato in giornata almeno uno spostamento di qualsiasi durata (è la somma tra il tasso di mobilità "in senso stretto" e il tasso di mobilità "di prossimità")

⁽⁴⁾ Dati non definitivi

Fonte: Isfort, Osservatorio "Audimob" sui comportamenti di mobilità degli italiani, 2019 e 2020

La ripresa degli spostamenti nella fase successiva alle misure non è stata uguale per tutte le modalità di trasporto. Il comparto che più di tutti ha risentito del crollo degli spostamenti è quello dei sistemi di trasporto collettivo. Come si evince dalla tabella sottostante, molti utenti, hanno scelto di evitare l'uso dei sistemi di trasporto collettivo a vantaggio di altre forme di mobilità.

I mezzi di trasporto utilizzati: l'andamento prima e durante il lockdown (distribuzione % degli spostamenti)

	Media 2019 ^(*)	1 febbraio – 11 marzo	12 marzo – 10 aprile (primi 30 giorni del lockdown)	12 marzo – 3 maggio (intero lockdown)
Mobilità attiva (a piedi, in bicicletta, altri mezzi non-motorizzati)	25,1	33,4	38,0	34,9
Mobilità privata (auto, moto altri mezzi motorizzati individuali)	62,6	56,5	57,0	61,0
Mobilità pubblica e di scambio (mezzi pubblici, combinazioni di mezzi)	12,2	10,1	5,0	4,1
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0

^(*) Dati non definitivi

Fonte: Isfort, Osservatorio "Audimob" sui comportamenti di mobilità degli italiani, 2019 e 2020

Sulle scelte modali, come prevedibile, ha inciso in modo significativo, la paura dei contagi. Secondo l'indagine di ISFORT, il livello di sicurezza percepito per modalità di trasporto, evidenzia in modo chiaro la paura degli utenti rispetto al rischio di essere contagiati a bordo dei servizi di trasporto pubblico.

Percezione di sicurezza dal contagio Covid-19 per i diversi modi di trasporto (punteggi medi in scala da 1 a 10 - 10=max sicurezza percepita)

	Voto medio 1-10		Variazione assoluta
	Primo mese post-restrizioni	Periodo del lockdown	
Spostamenti in auto	8,8	8,7	+0,1
Spostamenti a piedi	8,2	7,3	+0,9
Spostamenti in bicicletta	8,1	nd	-
Spostamenti in car/bike/scooter sharing	5,0	nd	-
Spostamenti in metropolitana	4,5	3,1	+1,4
Spostamenti in treno	4,4	3,5	+0,9
Spostamenti in autobus/tram	4,2	3,5	+0,7
Spostamenti in autobus di lunga percorrenza	4,0	3,3	+0,7

Fonte: Isfort, Osservatorio "Audimob" sui comportamenti di mobilità degli italiani, 2020

Come anticipato nella Premessa, gli ultimi dati Isfort relativi al periodo 18 maggio-15 ottobre hanno registrato una riduzione del 46% degli spostamenti con mezzo pubblico rispetto al 2019 e un incremento dell'uso dell'auto privata, inoltre, le dichiarazioni degli intervistati Isfort sui flussi di riposizionamento modale evidenziano uno spostamento del 43% dal Tpl all'auto privata.

Il trasferimento modale dal trasporto collettivo verso l'auto privata, solo parzialmente contenuto dalle politiche di promozione della mobilità alternativa adottate dagli Enti locali, comporta un maggiore utilizzo delle automobili e probabilmente anche di quelle più vecchie, prima utilizzate in modo saltuario, oggi invece principale soluzione sostitutiva degli spostamenti con trasporto pubblico. Risulta in tal senso interessante notare come l'andamento delle radiazioni nel mese di luglio, confermi questa ipotesi.

L'andamento delle radiazioni nel mese di luglio 2020 risulta più basso rispetto ai valori dell'anno precedente, a parziale conferma del fatto che molti utenti hanno rinviato la rottamazione dei loro veicoli più vecchi, da un lato, per poterli utilizzare nei mesi a più elevato rischio di contagio, dall'altro, in probabile attesa degli incentivi.

Tabella 25: Confronto radiazioni mese di luglio anni 2019 - 2020

	Lug. 2019	lug. 2020	%
Auto	140.578	124.235	-11,6
Moto	12.326	1.150	-6,7
Tutti i veicoli	166.563	148.269	-11

Fonte: ACI

4.2 Definire le priorità

L'evoluzione della domanda di mobilità analizzata nel paragrafo precedente, unita all'analisi di impatto ambientale e di sicurezza dei diversi veicoli in funzione del loro anno di età, ci invita a formulare alcune considerazioni strumentali alla predisposizione di un piano di incentivi finalizzato a migliorare la composizione del parco circolante in termini di sostenibilità ambientale e sicurezza stradale.

La principale riguarda la necessità di predisporre un piano complesso che persegua l'obiettivo di ridurre non soltanto le emissioni climalteranti, ma anche quelle inquinanti. Molte delle misure adottate sia in Italia che all'estero, ai fini del riconoscimento dell'incentivo, sono focalizzate sulle sole emissioni di CO2 e non consentono di tener conto dei vantaggi che i veicoli moderni presentano, rispetto a quelli oggi in circolazione, in termini di abbattimento delle polveri sottili o degli ossidi di azoto, nonché del miglioramento degli standard di sicurezza stradale. Nel secondo capitolo di questo studio si è potuto evidenziare come un veicolo con più di 20 anni di età, inquinanti, in termini di polveri sottili, come 32 veicoli di recente immatricolazione (Euro 6) e presenti più del doppio delle possibilità di essere coinvolto in un incidente stradale.

La lotta alle polveri sottili e pertanto l'eliminazione dal parco circolante dei veicoli più vecchi rappresenta una priorità per la salute, in modo particolare in questa fase storica in cui, a causa della paura del contagio da Covid-19, si assiste ad un aumento importante dell'auto privata per gli spostamenti quotidiani.

4.2.1 Pianificare gli incentivi in maniera proporzionale alle emissioni di CO2 valutate sull'intero ciclo di vita dell'auto

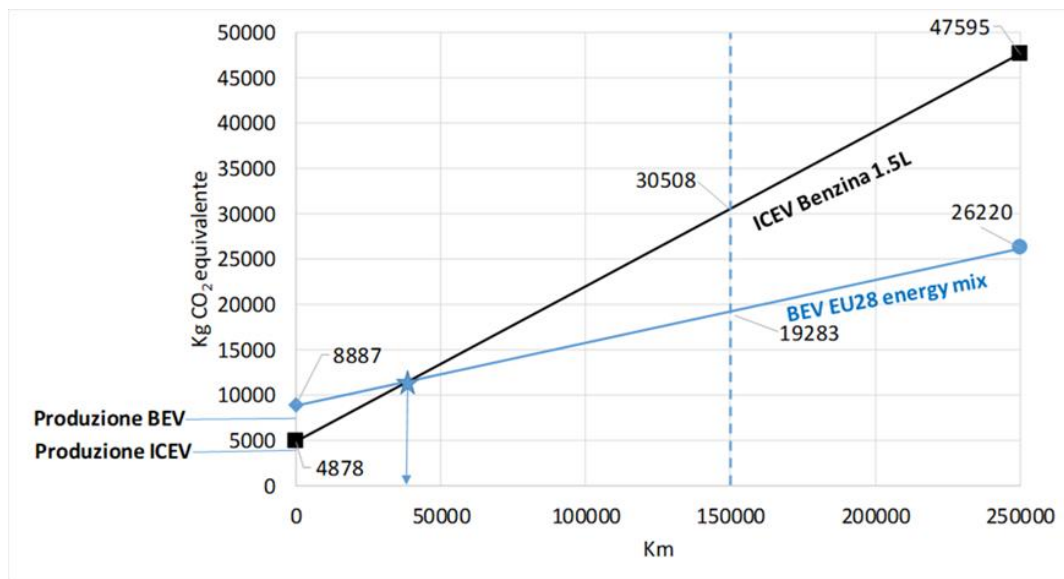
Altro tema interessante, nella declinazione di un piano di incentivi, è quello di considerare le emissioni di CO2 che un veicolo produce in tutte le fasi del suo ciclo di vita. Le misure incentivanti esistenti guardano alle emissioni che il veicolo produce soltanto nella sua fase di utilizzo. Questo criterio privilegia nettamente alcune tecnologie rispetto ad altre. Nel tentativo di commisurare gli incentivi alle reali emissioni prodotte, sarebbe opportuno valutare anche le emissioni generate nelle altre fasi di vita del veicolo (dalla produzione alla distribuzione del vettore energetico, dalla produzione all'uso del veicolo, fino alla sua dismissione/rottamazione/riciclo). Un recente studio realizzato dalla Fondazione Caracciolo, insieme ad ENEA e CNR, ha mostrato come l'estensione delle stime emissive di CO2 anche alla fase di produzione del veicolo e di generazione dell'energia possa restituire risultati più accurati, superando i limiti di un metodo basato esclusivamente sulle emissioni allo scarico.

Figura 66: Rappresentazione schematica dei diversi stadi del ciclo di vita di un'automobile



In uno degli studi più recenti e completi sull'argomento, l'analisi di due modelli di segmento medio (veicolo con 1500cc a benzina e veicolo BEV di potenza equivalente) ha consentito di misurare l'andamento delle emissioni di CO₂ in funzione dei chilometri percorsi e del mix energetico utilizzato.

Figura 67: Emissioni di CO₂ nel ciclo vita in funzione del chilometraggio percorso per BEV e ICEV (benzina 1.5L – Euro 5)



Fonte: Per una transizione energetica eco-razionale della mobilità automobilistica. Valutazione del caso italiano, Enea, Cnr, Fondazione Caracciolo, 2019

La misurazione delle emissioni generate nella sola fase di fabbricazione consente di concludere che la produzione del veicolo BEV comporti l'82% in più di emissioni di CO₂ rispetto a quella di un analogo veicolo ICEV a benzina. Questo differenziale si riduce in funzione dei chilometri, raggiungendo il punto di pareggio a circa 45.000 km (la stima è calcolata prendendo a riferimento il mix energetico europeo)⁴³.

⁴³ Su percorrenze superiori, il vantaggio dei BEV risulta maggiore, con una differenza del 37% a 150.000 km e del 45% su 250.000 km (totale Km considerati di vita), senza tenere conto delle possibili variazioni del fattore emissivo della filiera del vettore energetico durante il ciclo di vita del veicolo.

Altro tema interessante ai fini della definizione di un piano di incentivi riguarda la necessità di valutare tutti i sistemi di alimentazione esistenti. Ad esempio, secondo alcune recenti pubblicazioni in materia di Life Cycle Assessment (LCA), sembra che la tecnologia dei sistemi di propulsione a metano, altamente competitivo in termini di emissioni di CO2, abbia raggiunto ragionevoli sviluppi.

In termini di emissioni, infatti, i veicoli a metano, in fase d'uso, presentano valori molto contenuti (inferiori a 95 g/km) anche per modelli di fascia più elevata. Tenuto conto del fatto che i veicoli a metano, rispetto ai modelli BEV, presentano emissioni più basse in fase di produzione del mezzo, si può ritenere che tali veicoli in un'ottica LCA possano offrire un contributo significativo e immediato alla riduzione della CO2, oltre che produrre benefici concreti nella lotta alle polveri sottili e agli ossidi di azoto.

Oltre agli aspetti ambientali, non può tralasciarsi di considerare come le motorizzazioni a metano rappresentino una tecnologia europea e prima ancora italiana e tedesca. Altro aspetto strategico per l'Italia riguarda, inoltre, la qualità della rete di distribuzione che risulta fra le più efficienti con valori estremamente ridotti di dispersione e quindi di rilascio di sostanze climalteranti.

Il confronto fra le emissioni prodotte dai diversi sistemi di propulsione ha come presupposto il fatto che ci si trovi in presenza di modelli "confrontabili". Nel momento in cui, al contrario, si analizzano le emissioni di veicoli appartenenti a segmenti diversi il risultato può cambiare.

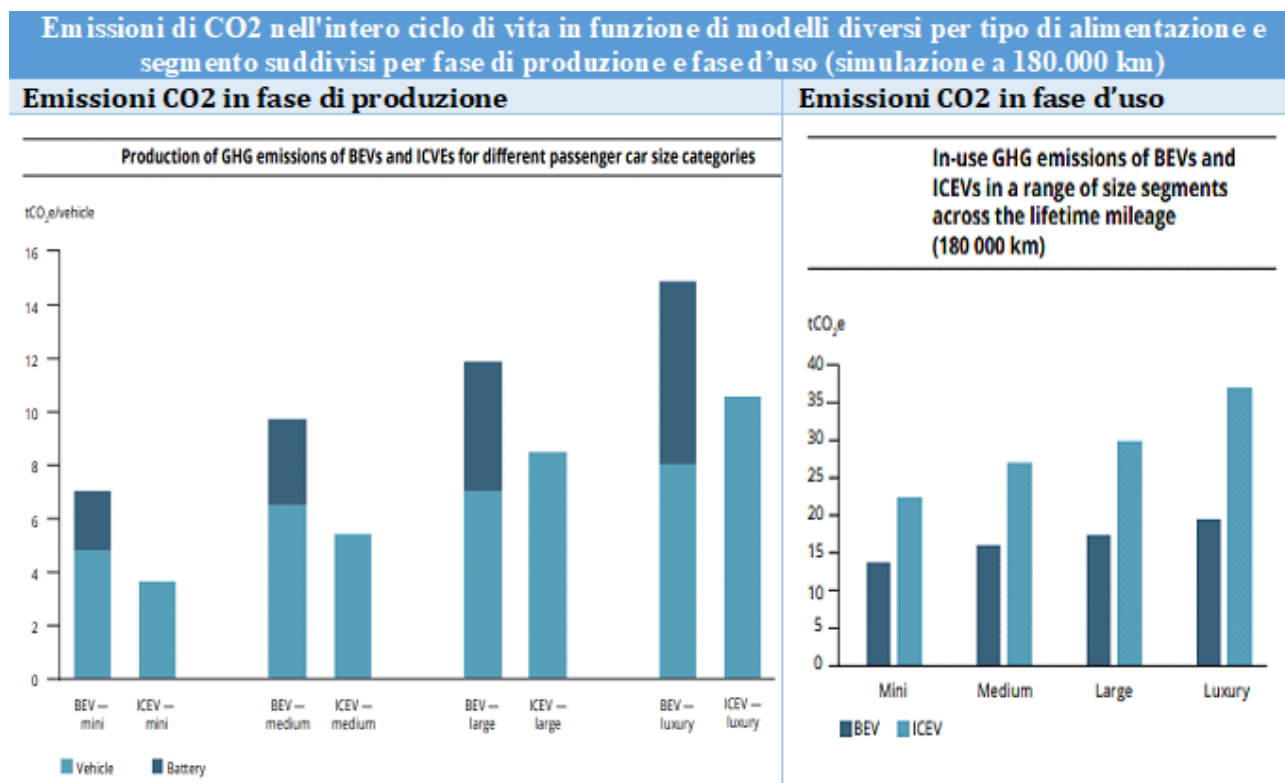
La Tabella riportata di seguito permette di evidenziare come, paradossalmente, un modello alimentato a batteria di segmento medio alto, che di fatto oggi accede alla fascia più elevata di incentivi, presenta emissioni totali assolutamente paragonabili a quelle di modelli termici che invece accedono alla fascia più bassa o che ne sono già esclusi per esaurimento dei fondi e, addirittura, il modello ibrido non plug-in ottiene risultati più bassi di quello a batteria.

Emissioni di CO2 nell'intero ciclo di vita in funzione di modelli diversi per tipo di alimentazione e segmento							
Modello autovettura	Emissioni CO2 g*/km (Val. in g.)	Emissioni CO2 generate in fase di produzione del veicolo (Val. in kg)	Emissioni di CO2 dei vettori energetici (Val. in kg)	Emissioni tot di CO2 A 75.000 Km (Val. in kg)	Emissioni tot di CO2 A 150.000 Km (Val. in kg)	Disponibilità attuale degli incentivi e importo con rottamazione*	Prezzo di listino del veicolo
Auto BEV di segmento medio alto	0	10.524	0,062	15.156	19.789	SI 10.440,00	50.480,00
Utilitaria ibrida HEV	0,64	4.103	0,022	10.403	16.703	SI 4.190,00	21.500,00
Utilitaria a metano	0,086	4.103	0,019	11.978	19.853	SI 4.190,00	16.250,00
Utilitaria a benzina	0,95	3.577	0,029	12.877	22.177	NO 3.940,00	11.950,00
Auto a idrogeno di segmento medio	0	4.650	0,107	12.665	20.681	SI 10.440,00	60.000,00

Fonte: Fondazione Filippo Caracciolo

*Il prezzo dello sconto considera anche lo sconto praticato dal venditore per l'utilizzo degli incentivi.

I valori illustrati appaiono coerenti con alcune recenti pubblicazioni internazionali sull'argomento⁴⁴ che mostrano come i veicoli ibridi o termici di bassa cilindrata possano ottenere nell'intero ciclo di vita livelli emissivi assolutamente paragonabili a quelli dei veicoli elettrici puri di segmento alto.



Fonte: IEA, 2018

4.2.2 Small is beautiful⁴⁵. La discriminante dimensionale delle emissioni

Nello studio realizzato dalla Fondazione Caracciolo "Per una transizione ecorazionale della mobilità privata automobilistica", uno dei paragrafi conclusivi aveva preso in esame il tema della categoria dei veicoli, sottolineando, specie per le autovetture BEV, l'importanza di favorire l'acquisto di modelli di dimensioni, ma soprattutto di peso ridotto.

Nella tabella seguente si è ritenuto opportuno effettuare una stima degli impatti socio-economici derivanti da inquinanti locali e da gas climalteranti, prodotti annualmente dalla circolazione delle autovetture. Prendendo a riferimento i dati estratti dal *Handbook on the external costs of transport* edito dalla Commissione europea nel 2019, l'impatto economico dei danni ambientali è stato misurato in relazione alla cilindrata e al sistema di alimentazione dei diversi veicoli.

⁴⁴ Fraidl G. (2019), *Future Energy Carriers and their Impact on Powertrain Systems*, Keynote speech at 2019 JSAE/SAE, Powertrain, Fuels and Lubricants, Kyoto, August 26 29 2019 (www.pfl2019.jp).

⁴⁵ Il titolo si ispira all'opera dell'economista britannico di origine tedesca E.F. Shumacher.

Costi socio-economici annuali legati alla circolazione di veicoli per alimentazione e classe Euro ⁴⁶						
	Benzina			Diesel		
	Small	Medium	Large-SUV	Small	Medium	Large-SUV
Euro 0	465,72	723,45	1.042,97	462,33	655,20	838,34
Euro 1	193,15	290,59	395,53	320,77	444,25	558,40
Euro 2	170,07	257,00	374,80	314,82	433,16	538,48
Euro 3	157,08	241,16	319,14	295,46	412,67	519,79
Euro 4	160,29	245,43	378,10	268,20	377,62	478,65
Euro 5	157,26	241,47	373,78	243,01	345,14	440,73
Euro 6	157,31	241,54	373,86	226,20	323,52	415,51
	Ibrido benzina			Metano (Euro 6)		
	Small	Medium	Large-SUV	Small	Medium	Large-SUV
Euro 6	73,29	73,29	110,04	114,38		
	Elettrico					
	Small	Medium	Large-SUV			
		98,21				

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati propri ed estratti dall'*Handbook on the external costs of transport*, edito dalla Commissione europea nel 2019

Come si evince dalla tabella, il peso e la dimensione dei veicoli assumono una valenza altamente strategica ai fini della valutazione di impatto. La rottamazione di un'utilitaria inquinante di classe Euro 2 o Euro 3 con contestuale acquisto di un SUV produce un effetto negativo sull'ambiente anche nel caso in cui sia sostituito con modelli basso emissivi.

Si tratta di un dato apparentemente difficile da giustificare, che trova la sua spiegazione in una serie di considerazioni tecniche legate allo sviluppo dei motori e dei veicoli stessi. I veicoli moderni, pur risultando più efficienti, sono anche più energivori. Molti dei dispositivi di assistenza alla guida, ad esempio il controllo di trazione, fondamentali per l'innalzamento degli standard di sicurezza, comportano anche un importante dispendio energetico. Per altro verso, le vetture di ultima generazione sono più accessoriate, in termini di monitor, aria condizionata, aspetti che implicano maggiori consumi. Da ultimo, l'inefficienza dei veicoli più vecchi implicava anche uno spreco in termini di carburante non combusto. Questo fenomeno rendeva certamente più costosi gli spostamenti e comportava uno spreco di risorse, ma al tempo stesso evitava l'emissione di CO₂ per la parte di propellente non utilizzata.

In conclusione, se da un lato non si può disconoscere il valore degli sforzi messi in campo dall'industria automobilistica per rendere i moderni sistemi di propulsione sempre più puliti, dalla lettura dei dati presenti in tabella si evince chiaramente come le dimensioni del veicolo rappresentino ancora oggi una delle variabili più rilevanti nella determinazione dei livelli emissivi. Una politica di incentivi non dovrebbe prescindere da queste valutazioni. Da ultimo anche attraverso quest'ulteriore percorso di ricerca si confermano le conclusioni illustrate nelle pagine precedenti e, in particolare, l'efficienza emissiva dei veicoli a metano, oltre che dei veicoli ibridi, assolutamente competitivi sotto il profilo ambientale con i modelli elettrici. Un dato significativo, soprattutto se si considera che la valutazione di costo presentata in tabella non tiene conto delle emissioni generate in fase di produzione del veicolo, aspetto sul quale i modelli elettrici, presentano emissioni più elevati rispetto alle vetture a combustione interna.

Oltre alla valutazione dei costi sociali ed economici, il merito della tabella è quello di offrire una stima sintetica e ponderata (in funzione del tasso di lesività) del danno prodotto da tutte le componenti emissive (tanto inquinanti quanto climalteranti) in gioco. La valenza ricognitiva generale di questo strumento la rende possibile parametro di definizione di misure incentivanti che tengano in

⁴⁶ Le percorrenze sono state parametrizzate alla tipologia di veicolo, con valori compresi fra 6.500 km annui dei veicoli "small" a benzina e i 10.500 km annui dei veicoli diesel Large-SUV.

considerazione tutte i possibili danni ambientali, attribuendo a ciascuno dei parametri un peso basato su una valutazione scientifica di impatto.

4.2.3 Pianificare gli incentivi all'acquisto sulla base della maturità tecnologica

La definizione di un piano complessivo di incentivi non può in definitiva non tener conto degli effetti che le misure adottate hanno prodotto nei vari anni di incentivazione. Come si è avuto modo di analizzare in dettaglio nella terza parte del lavoro, la storia delle misure adottate non sembra in prima battuta evidenziare correlazioni dirette fra incentivi adottati e incremento delle vendite. L'elemento di maggiore incertezza riguarda, in particolare, le possibili correlazioni fra l'erogazione degli incentivi e l'incremento delle prime iscrizioni. Tale valore è ancora più difficile da ricavare nel medio periodo, valutando il trend delle vendite oltre che nell'anno di erogazione degli incentivi anche nei successivi.

Maggiori evidenze di correlazione fra incentivi e modifiche nelle scelte di acquisto sembrano invece potersi ricavare dall'analisi delle politiche di rottamazione o dagli incentivi per l'acquisto di veicoli a basso impatto. Sembrerebbe in altri termini che, maturata la decisione di comprare un veicolo, in presenza di incentivi mirati, i potenziali acquirenti possano essere indotti a farlo rottamandone uno più vecchio o acquistandone uno a basso impatto in funzione degli incentivi.

Le più chiare indicazioni in tal senso sono ricavabili dall'analisi degli incentivi adottati nel periodo 2009-2010. Come è emerso, nella tornata di ecoincentivi avvenuta fra febbraio 2009 e marzo 2010, il 90% delle 1,4 milioni di immatricolazioni è avvenuta con corrispondente rottamazione. I pochi acquisti senza rottamazione sono avvenuti in regioni con più elevato PIL pro capite. Nel sud del Paese, viceversa, la maggior parte delle persone ha approfittato dei contributi governativi per cambiare la propria auto, demolendone una vecchia. Tra le vetture destinate alla demolizione, a livello nazionale quasi la metà è stata costituita dalle auto di categoria Euro 2, che erano rimaste fuori dalle precedenti campagne di ecoincentivi, mentre nelle regioni meridionali sono state demolite soprattutto le auto di categoria Euro 0 e 1. In tale prospettiva, politiche di rinnovo del parco che favoriscano l'acquisto di modelli a fronte della demolizione di veicoli più vecchi presentano due principali vantaggi. Da un lato, possono apportare un beneficio ambientale e di sicurezza significativo, dall'altro vanno a sostenere economicamente l'acquisto da parte di utenti tendenzialmente meno abbienti. L'analisi delle politiche incentivanti degli anni 2009 e 2010 ha messo in luce la forte spinta che gli incentivi possono avere nel promuovere il rinnovo del parco nelle fasce economicamente più deboli della popolazione.

Provando a valutare in modo congiunto le considerazioni qui sviluppate sullo stadio di sviluppo dell'auto elettrica con l'analisi sull'efficacia degli incentivi in funzione del livello di maturità tecnologica raggiunto, sembrerebbe che la potenziale spinta degli incentivi risulti molto più efficace nel momento in cui i sistemi di alimentazione incentivati hanno raggiunto un adeguato livello di sviluppo. In termini quantitativi, vigorose politiche di promozione di acquisto dell'auto elettrica nel prossimo triennio appaiono destinate ad avere effetti molto più modesti rispetto a quelli che i medesimi interventi potrebbero determinare dopo il 2025.

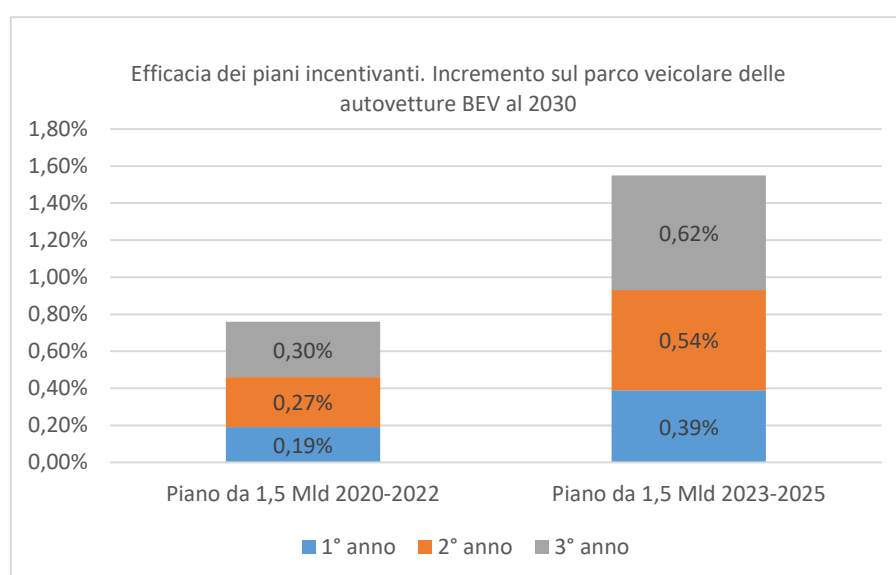
Tali incentivi, se corrisposti in periodi di "immaturità tecnologica", rischiano al contrario di creare alcune distorsioni, fra cui quello di favorire la curva di apprendimento più che il ricambio.

Tabella 26: Diffusione di veicoli BEV nello scenario tendenziale e in quello incentivato

Diffusione di veicoli BEV nello scenario tendenziale e in quello incentivato 2030				
	TOTALE BEV	Incremento in valori assoluti sullo scenario senza incentivi	% su totale parco	Incremento % sul parco
SCENARIO SENZA INCENTIVI	3.614.452		10,96%	
Scenario incentivato: piano da 1,5 miliardi nel triennio 2020-2022 (500 milioni anno costanti)	3.864.452	250.000	11,72%	0,76
Scenario incentivato: piano da 1,5 miliardi nel triennio 2023-2025 (500 milioni anno costanti)	4.126.452	512.000	12,52%	1,56

Fonte: Fondazione Caracciolo

Al di là delle differenze fra i due modelli, quello che emerge in modo chiaro dalla tabella è il fatto, che indipendentemente dalle politiche incentivanti, la percentuale di diffusione di veicoli elettrici a batteria al 2030, sarà in ogni caso marginale, rispetto al totale del parco. Questo dato è legato principalmente ai tempi fisiologici di rinnovo dell'intero parco automobilistico. Anche qualora i veicoli elettrici raggiungessero percentuali di penetrazione nell'immatricolato annuale superiore a quelle di altri sistemi di alimentazione, il risultato finale non cambierebbe in modo significativo.







Per questa ragione, con maggiore urgenza rispetto alla necessità di favorire la diffusione dei veicoli elettrici, appare prioritario affrontare il nodo gordiano delle emissioni dei veicoli più vecchi e procedere ad un piano pluriennale di rottamazione dei veicoli più vecchi, consentendo la loro sostituzione con qualsiasi soluzione ritenuta idonea a soddisfare questo obiettivo.

4.2.4 Una rete diffusa e resiliente

In termini di accessibilità un aspetto di primaria importanza riguarda i sistemi di ricarica. Uno dei principali freni allo sviluppo dell'auto elettrica riguarda la possibilità per gli utenti di disporre di una rete di ricarica adeguata. Al riguardo si pongono due principali quesiti. Il primo riguarda la presenza di un numero sufficiente di punti di ricarica su tutta la rete. Il secondo riguarda il possibile sovraccarico della rete in presenza di una richiesta contemporanea di energia da parte di veicoli in ricarica.

Il primo problema è strettamente correlato al tema dell'accessibilità perché rende fruibile l'auto elettrica anche da parte di soggetti che non dispongono di garage privato o, in alternativa, di sistemi di ricarica presso il proprio domicilio o presso il luogo di lavoro.

La diffusione di circa 3 milioni di veicoli elettrici al 2030 richiederà anche la presenza di una significativa rete di distribuzione. La maggior parte degli impianti verrà installato in ambito domestico, anche grazie all'utilizzo dell'Ecobonus al 110% introdotto con il Decreto Rilancio. Al fine di attrarre clienti, centri commerciali, ristoranti e garage tradizionali provvederanno ad installare colonnine di ricarica.

Public and commercial EV Charging			
AC destination	DC destination	DC Fast	DC High Power
3-22 kW	20-25 kW	50 kW	150 to 350 kW+
4-16 hours	1-3 hours	20-90 min	10-20 min
			
<ul style="list-style-type: none"> Office, workplace Multi family housing Hotel and hospitality Overnight fleet Supplement at DC charging sites for PHEVs 	<ul style="list-style-type: none"> Office, workplace Multi family housing Hotel and hospitality Parking structures Dealerships Urban fleets Public or private campus Sensitive grid applications 	<ul style="list-style-type: none"> Retail, grocery, mall, big box, restaurant High turnover parking Convenience fueling stations Highway truck stops and travel plazas 	<ul style="list-style-type: none"> Highway corridor travel Metro 'charge and go' Highway rest stops Petrol station area's City ring service stations

Al tempo stesso, lo sviluppo tecnologico dei sistemi di ricarica lascia pensare che nel giro di pochi anni, in aggiunta al sistema di ricarica diffuso sul territorio e caratterizzato da una serie di punti di ricarica a bassa potenza, possano diffondersi impianti di ricarica veloce o ultraveloce presso i principali nodi viari.

Tabella 27: Numero di infrastrutture di ricarica necessarie fra 2019-2030

Tipologia di infrastruttura	Scenario programmatico
Residenziale (autonomo e condominiale)	1.021.667
Uffici/Luogo di lavoro	175.143
Parcheggi (centri commerciali, ristoranti, etc)	255.417
Ricariche rapide (strade statali o autostrade)	7.132
Totale	1.459.358

Fonte: Elaborazione su dati Cambridge Econometrics (2018) Low carbon cars in Italy: a socio economic assesment

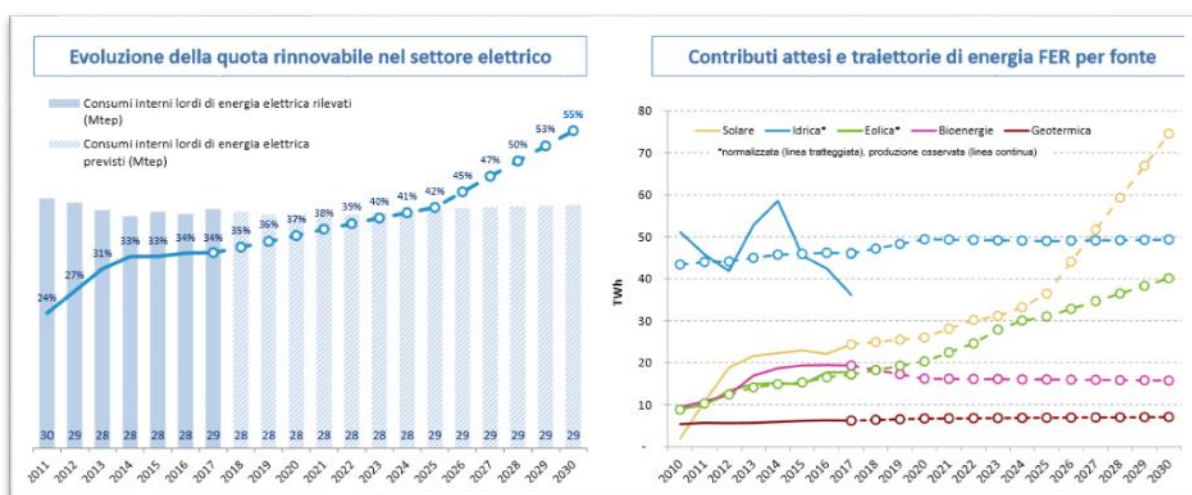
Si ritiene, al riguardo, che la costruzione della rete di punti di ricarica di veicoli elettrici stimata nella Tabella 27 potrà richiedere un investimento pari a 5,4 miliardi. L'investimento per i sistemi di ricarica domestica, così come quello presso i parcheggi di ristoranti, centri commerciali, sarà ovviamente sostenuto dai soggetti privati di volta in volta interessati. Alla costruzione di una rete di ricarica pubblica o aperta al pubblico presso le tratte stradali o autostradali potranno concorrere più soggetti interessati a fare margine di profitto sulla vendita di energia. In questo scenario, lo Stato, al fine di concorrere alla diffusione dell'auto elettrica, potrà promuovere lo sviluppo della rete attraverso diversi strumenti. Da un lato incentivando l'installazione dei diversi sistemi di ricarica (lenta domestica, rapida nei luoghi di

aggregazione, rapida o ultrarapida sulla rete viaria), dall'altro favorendo un sistema di regole che semplifichi le procedure di approvazione degli interventi, oggi, in molti casi, vero ostacolo alla concreta messa a terra delle colonnine.

Più complesso appare il ragionamento relativo alla capacità della rete di reggere il fabbisogno incrementale di energia. In termini assoluti, la quantità di energia potenzialmente necessaria per muovere 3 milioni di veicoli elettrici al 2030 appare proporzionalmente marginale rispetto a quella annualmente consumata in Italia di circa 320 TWh (dati riferiti al 2019⁴⁷). Assumendo una percorrenza media annua di 8000 km e un consumo medio di 1 KWh per 7 km, possiamo stimare che in presenza di una flotta composta di 3 milioni di veicoli elettrici, la domanda incrementale di energia sia pari a 3,4 TWh, poco più dell'1% dei consumi attuali. Più complesso è il dato relativo alla concentrazione dei picchi di consumo in modo particolare per quel che riguarda i sistemi di ricarica ultrarapida. Al riguardo, occorre osservare che un impianto di ricarica ultrarapida con due attacchi che possono fornire contemporaneamente 250Kw di potenza può comportare una richiesta simultanea di 500 Kw, pari all'energia consumata mediamente da un condominio di 350 appartamenti. Una richiesta energetica così importante, va calibrata in funzione della rete locale. In questa prospettiva appare evidente come, oltre ad un tema di investimenti, va posto sul tavolo un tema di coordinamento fra operatori energetici e gestori della rete. L'installazione di una colonnina che avvenga in prossimità di una sottostazione pone, ad esempio, molti meno problemi in termini di gestione della domanda energetica rispetto ad un'installazione che vada ad inserirsi su sistemi che lavorano al limite della loro capacità.

Oltre che come un problema, l'auto elettrica, in chiave infrastrutturale, può essere vista anche come un'opportunità. Alcuni dei moderni veicoli a batteria consentono, ovviamente quando sono attaccati alla rete elettrica, di restituire parte dell'energia ricevuta. In un sistema energetico che oggi sempre di più punta sullo sviluppo di fonti rinnovabili, poter disporre di strumenti di stabilizzazione che nelle ore centrali della giornata possano accumulare energia per poi restituirla nel corso della notte appare un vantaggio rilevante.

Come si evince dalla Figura sottostante, nei prossimi anni è previsto un forte sviluppo delle fonti rinnovabili e in particolare dell'energia solare. La curva presentata nel grafico potrà avere un'ulteriore accelerazione nel prossimo futuro, in ragion delle recenti misure adottate nell'ambito del piano Ecobonus 110% che, fra gli interventi di efficientamento energetico, finanzia anche l'installazione di pannelli fotovoltaici e di sistemi di accumulo (insieme peraltro all'installazione domestica di colonnine di ricarica).



L'investimento appare estremamente opportuno e funzionale ad ottimizzare l'utilizzo delle fonti rinnovabili altrimenti soggette ai limiti legati alla loro intermittenza energetica. Al tempo stesso,

⁴⁷ Pubblicazioni statistiche Terna.it

andrebbe tuttavia, valutato positivamente, e in quest'ottica valorizzato, il possibile contributo che le tecnologie di alcuni veicoli (e non di tutti) possono offrire al processo di stabilizzazione della rete (V2G).

4.2.5 Consentire un accesso equo agli incentivi per evitare sperequazioni sociali

Ai fini della valutazione di un piano di incentivi, oltre alle considerazioni sull'efficacia delle misure se ne aggiungono altre di natura socioeconomica legate al tema dell'accessibilità economica dei trasporti, elemento imprescindibile per garantire che il diritto alla mobilità, sancito costituzionalmente, sia assicurato a tutta la popolazione.

Come evidenziato nella Figura 59 del paragrafo 3.3, nelle regioni del Nord del Paese, dove il PIL pro capite è superiore ai 30.000 euro, la percentuale delle autovetture di ultima generazione, senza distinzione di alimentazione, risulta superiore al 22% dell'intero parco di appartenenza, a testimonianza del fatto che il costo di accesso può rappresentare una barriera importante alla sostituzione dei veicoli più vecchi, specie in alcune aree del Paese.

Come emerso nello studio pubblicato dalla Fondazione in collaborazione con ENEA e CNR, lo sviluppo dell'auto elettrica potrebbe generare ingiustificati vantaggi sul piano sociale, in modo particolare in presenza di un rilevante piano di incentivi adottato nei prossimi anni. Le misure di bonus/malus attualmente in vigore consentono agli acquirenti di auto elettriche di beneficiare di un sostegno all'acquisto, cumulabile anche con altri finanziamenti regionali e/o locali. In alcuni casi di rottamazione di un veicolo più vecchio e in alcune regioni, il risparmio ottenuto può arrivare a 16.000 Euro per veicolo, anche per modelli di alta gamma.

Alle misure di incentivazione economica si aggiungono poi una serie di provvedimenti adottati dai Comuni che creano, per i proprietari di veicoli elettrici, condizioni di vantaggio legate al permesso di entrare in aree a traffico limitato o al diritto di sostare gratuitamente in spazi riservati alla sosta tariffata.

Il paradosso risiede nel fatto che una quota importante dei proventi dello Stato deriva dall'accisa sui carburanti, di fatto, corrisposta da chi non si trova nella condizione di acquistare un veicolo elettrico in virtù dell'elevata spesa iniziale. Anche questi aspetti di natura meta-ambientale vanno nella direzione di considerare sostenibilità e accessibilità come due aspetti di un unico obiettivo.

Nella complessiva valutazione del costo relativo alle politiche di incentivo dell'auto elettrica o ibrida (che ad oggi godono di sistemi fiscali meno gravosi), sarà da ultimo, necessario valutare anche il costo che la progressiva diffusione dei veicoli avrà in termini di riduzione del gettito proveniente dalla fiscalità dei carburanti tradizionali che hanno consentito all'Erario nazionale di incassare 18,474 miliardi di Euro nel 2018.

In assenza di un adeguamento degli attuali regimi fiscali, appaiono inevitabili le potenziali ripercussioni sul gettito derivante dal comparto, che assumendo come valida una possibile diffusione di 3 milioni di veicoli al 2030, dovrebbe comportare nuove entrate fiscali per 2,3 miliardi di Euro.

4.2.6 Puntare sulla ricerca per lo sviluppo industriale del Paese

Un piano di incentivi destinato a promuovere un percorso mirato di rinnovo del parco veicolare non può prescindere da una valutazione dell'impatto che gli investimenti incentivanti possano avere sull'economia interna in una visione di medio e lungo periodo.

Si tratta di una valutazione estremamente complessa, specie in un mercato integrato nel quale le industrie italiane della componentistica lavorano a servizio di car maker europei, oppure nel quale operatori e piccole start up italiane operano a supporto delle catene industriali di operatori americani e asiatici. Nella visione intrecciata di rapporti fra industria italiana e industrie operanti in paesi comunitari e extracomunitari, possono in ogni caso riassumersi alcune linee di tendenza.

In particolare, come evidenziato nel rapporto *Per una transizione eco-razionale della mobilità automobilistica* (Fondazione Caracciolo, 2019), l'industria italiana dell'auto sembra interessata da una profonda ristrutturazione produttiva. Rispetto al passato, da un lato, i veicoli prodotti in Italia vengano sempre di più commercializzati sui mercati esteri e, al tempo stesso, la gran parte delle immatricolazioni in Italia riguardano auto importate. In valori assoluti, su 1,8 milioni di autovetture immatricolate nel 2017, 1,5 milioni di veicoli (pari all'84%) è stato costruito fuori dai confini nazionali.

Guardando al caso specifico dell'auto elettrica e ibrida italiano, sembrerebbe che il sistema industriale, sebbene in ritardo rispetto ad altri contesti produttivi europei, abbia in atto un processo di parziale conversione produttiva verso modelli PHEV, in particolare SUV di categoria media e alta nei poli di Melfi e Cassino, oltretutto a Sant'Agata Bolognese per il modello Ursus della Lamborghini. Inoltre, l'impianto di Mirafiori avrà una specifica specializzazione nella produzione di auto BEV. Il gruppo FCA ha un piano di investimenti nel triennio 2019-2021 di 5,8 miliardi di Euro per accompagnare questa evoluzione verso l'elettrificazione, che riguarderà a livello europeo solo gli impianti italiani. Al 2025 si stima che poco più del 50% della produzione di auto in Italia sarà elettrificata, con una capacità di oltre 250.000 auto PHEV e 80.000 BEV, quest'ultime concentrate nel nuovo polo europeo di FCA dedicato allo sviluppo di auto elettriche e di servizi integrativi, fra cui il *vehicle to grid*, basato nell'area di Torino.

Se la principale casa automobilistica pare abbia una strategia di medio periodo ben tracciata per quanto riguarda le produzioni in Italia, il sistema di imprese della componentistica, che garantisce in media il 75% del valore dell'autovettura, è ancora in una fase di sospensione, come definito dall'Osservatorio Anfia nel 2019, in quanto solo il 24% delle imprese è coinvolto in progetti di accompagnamento verso l'elettrificazione del prodotto.

In questa prospettiva, occorre fare i conti con il fatto che gran parte delle somme stanziare per l'erogazione di incentivi a supporto di politiche di rinnovo del parco potranno indirizzarsi verso industrie non italiane. In concomitanza con un piano incentivante teso alla sostituzione dei veicoli circolanti, appare prioritario avviare linee di finanziamento per l'apertura di nuove filiere produttive sul territorio nazionali, favorendo investimenti in nuovi impianti oppure investimenti in ricerca.

Il recente negoziato europeo e al tempo stesso gli spazi di manovra concessi dalla commissione per investimenti in tecnologie dal basso impatto aprono importanti opportunità per il rilancio dell'industria interna.

L'industria italiana, in passato, ha potuto contare per molto tempo sui fondi dei Progetti Finalizzati Trasporti (PFT e PFT2) del CNR. A distanza di anni, si deve riconoscere che attraverso quegli stanziamenti, fermi oramai dal 1999, sono state realizzate importanti innovazioni tecnologiche come il primo motore diesel ad iniezione diretta per autovetture (Fiat Croma i.d.), tecnologia esportata poi su tutte le motorizzazioni automobilistiche diesel mondiali, o, ad esempio, l'invenzione del Common Rail, che ha consentito un cambio di passo nel miglioramento della combustione e quindi dei consumi e delle emissioni dei veicoli Diesel, sistema ormai presente su tutte le motorizzazioni delle più grandi case automobilistiche. Si tratta di un'invenzione italiana realizzata presso il Centro Ricerche Fiat anche grazie agli stanziamenti previsti nel PFT.

Il fermento tecnologico degli ultimi anni lascia supporre che nel prossimo futuro il settore automotive sarà interessato da rilevanti scoperte scientifiche sui sistemi di accumulo, sul fronte della guida autonoma, nonché sulla possibile transizione energetica verso l'idrogeno.

È arrivata nel mese di agosto la notizia che in Svezia aprirà la prima fabbrica di batteria agli ioni di litio realizzata esclusivamente dalla collaborazione di industrie europee. L'azienda, finanziata attraverso un prestito di 350 milioni erogato dalla Banca europea degli Investimenti (BEI), sarà diretta concorrente dell'unica altra impresa di batterie presente sul territorio europeo, a Brandeburgo, non lontano da Berlino, di proprietà dell'azienda americana TESLA.

Sul suolo italiano dovrebbe invece approdare il progetto di Aecom presentato dalla multinazionale americana dell'engineering finalizzato a realizzare un complesso di interventi nelle aree colpite dagli eventi sismici degli Appennini centrali degli ultimi anni con la creazione di un polo di ricerca per la ricerca e la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili, nonché per la creazione di un sistema di reti

intelligenti per l'utilizzo di energie dal basso impatto ambientale e per la ricostruzione delle aree colpite dal sisma.

Si tratta ovviamente soltanto di esempi di possibili iniziative destinate a produrre effetti positivi oltre che sull'ambiente anche sullo sviluppo economico e sull'occupazione di territori oggi indeboliti dalla crisi economica degli ultimi anni, ma anche densi di eccellenze e opportunità che in passato hanno segnato il successo di molte iniziative di innovazione industriale nel settore automotive e soprattutto in quello energetico.

CONCLUSIONI

La complessiva ricostruzione dei dati sulla composizione del parco, sulle classi emmissive dei veicoli che lo compongono, sullo sviluppo tecnologico dei motori e, infine, sulla distribuzione e sugli effetti degli incentivi adottati in passato ha fornito informazioni preziose e per certi versi inedite sull'utilità e l'efficacia delle politiche di incentivo al rinnovo del parco circolante, restituendo utili strumenti conoscitivi a supporto delle decisioni future.

La prima riflessione riguarda gli effetti negativi prodotti dallo stato di crisi che il settore automotive – e purtroppo non solo quello – hanno avuto negli ultimi mesi. Lo studio “Per una transizione energetica eco-razionale della mobilità automobilistica. Valutazione del caso italiano”, realizzato nel 2019 dalla Fondazione Caracciolo in collaborazione con l'ENEA e il CNR, aveva mostrato che l'Italia per avvicinarsi agli obiettivi europei di riduzione della CO₂ al 2030 avrebbe dovuto avviare un percorso di costante rinnovo del parco circolante con la rottamazione di 1,9 milioni di veicoli ogni anno e la loro sostituzione con modelli di nuova immatricolazione.

Nel periodo gennaio-agosto 2020, al contrario, le nuove immatricolazioni sono state 840.708 (-36% rispetto al 2019), le radiazioni 725.325 (-26%). Un andamento che, se confermato nel tempo, rischia di allontanarci dagli obiettivi europei.

Nel paniere delle misure introdotte dal Governo, finalizzate a favorire il rinnovo del parco circolante, gli incentivi maggiormente utilizzati dagli utenti sono stati quelli destinati all'acquisto di veicoli termici, dando conferma del fatto che la leva incentivante risulta più efficace nel caso in cui venga indirizzata verso modelli che, per caratteristiche proprie, incontrano il favore del mercato.

Al 14 ottobre 2020, il fondo di complessivi 150.000.000⁴⁸ di Euro, in vigore dal 1 agosto, destinato all'acquisto di veicoli termici con emissioni comprese fra 91 e 110 g/km di CO₂ è esaurito; il fondo di 150.000.000 di Euro destinato ai veicoli basso-emissivi (fra 61 e 90 g/km di CO₂, principalmente ibridi e a metano) è stato utilizzato per il 73% - residuano pertanto circa 40.000.000 del fondo previsto; infine, il fondo di 312.000.000 di Euro, stanziato per il 2020 (cui si aggiungono 270 Mln per il 2021), destinato alle auto elettriche (0-60 g/km di CO₂) risulta utilizzato solo per il 56%, con un residuo pari a quasi 138.000.000 di Euro.

A differenza degli incentivi per le auto termiche, disponibili solo dal 1° agosto, l'Ecobonus 2020, in vigore dal primo gennaio (senza contare l'Ecobonus già previsto dal marzo 2019), ha prodotto risultati complessivamente modesti. Nei primi 7 mesi del 2020 il 96,4% delle auto immatricolate è costituito da termiche e ibride (713.473), il 2% da auto a metano (15.323), l'1,5% da autovetture elettriche (11.113); queste ultime rappresentano ancora solo lo 0,08% del parco circolante.

Il primo risultato che emerge dalla lettura dei dati ci dimostra come una perimetrazione degli incentivi limitata a modelli (elettrici o ibridi plug-in) poco appetibili per la maggioranza degli utenti sia destinata a sortire effetti di rinnovo modesti, con risvolti negativi rispetto agli obiettivi di riduzione delle emissioni nocive.

Dallo studio è emerso inoltre come la reattività del mercato rispetto ad ipotesi di incentivi alternativi rappresenti solo una delle variabili da tenere in considerazione. In un mercato, come quello italiano, caratterizzato da un'elevata presenza di veicoli per abitante (581,7 autovetture ogni 1.000 abitanti, contro una media europea di 389,3) e da un'elevata percentuale di veicoli con più di 10 anni di età (il 59%), uno degli aspetti di maggiore attenzione riguarda l'importanza di sostenere un percorso mirato di sostituzione dei modelli più vecchi indirizzando in maniera eco-razionale le risorse ancora disponibili.

⁴⁸ Se si considera la somma del DL Rilancio (50.000.000,00), che comprendeva però anche le altre classi emmissive, e il DL Scostamento-Agosto (100.000.000,00), per la sola classe 91-110 g/km CO₂.

Le chiavi di questo percorso sono state riassunte nello studio nell'ambito dei principi di sostenibilità, sicurezza e accessibilità.

In merito alla SOSTENIBILITÀ, si è stimato nello studio che un investimento di 50.000.000 di euro nella rottamazione e sostituzione di veicoli Euro 1 con veicoli Euro 6 determina una riduzione delle emissioni inquinanti (PM10) 27 volte superiore a quella ottenuta dal medesimo investimento per l'acquisto di auto elettriche senza rottamazione;

Sotto il profilo della SICUREZZA, si è valutato che un investimento di 1.000.000 di euro destinato alla rottamazione e sostituzione dei veicoli più vecchi consenta di evitare ogni anno fino a 18 incidenti gravi; rispetto al peso rilevante che la distrazione continua ad avere nella determinazione degli incidenti, le tecnologie di assistenza alla guida più moderne sembrano poter parzialmente attenuare gli effetti di comportamenti disattenti legati all'uso del cellulare o di altri strumenti tecnologici. Visto in questa prospettiva, c'è una tecnologia che ti protegge da una che ti mette in pericolo.

In relazione al problema dell'ACCESSIBILITÀ, si è stimato che la destinazione degli incentivi residui per la rottamazione e l'acquisto di autovetture Euro 6 (utilitarie) consentirebbe di triplicare le immatricolazioni, favorendo le fasce di reddito più basse. Al contrario, un piano di incentivi limitato all'acquisto di modelli elettrici (con prezzo di listino medio pari a 35 mila Euro) e ibride plug-in (con prezzo di listino medio pari a 46 mila Euro) condurrebbe al paradosso di una mobilità "pulita" nella fase d'uso, ma inaccessibile. In relazione agli aspetti sociali dei piani incentivanti, non si può non considerare l'incremento che negli ultimi mesi hanno registrato i passaggi di proprietà. Nel mese di settembre, ad esempio, si è registrata una crescita a due cifre per il mercato dell'usato, che chiude il bilancio mensile con variazioni positive del 18,3% per i passaggi di proprietà delle autovetture al netto delle minivolture, rispetto all'analogo mese del 2019. Il trasferimento di veicoli usati, specie se di classe Euro 5 e 6, può rappresentare una soluzione valida nelle politiche di contenimento delle emissioni. Sembra, al riguardo, che debbano essere salutate con favore tutte quelle misure che tendano a ridurre i costi dei trasferimenti dei veicoli usati più "puliti".

Con l'obiettivo di restituire valutazioni più accurate, nello studio si è deciso di valutare le emissioni di alcuni veicoli, ricompresi nelle diverse fasce di incentivazione, secondo l'approccio di Life Cycle Assessment. Nello specifico, sono state analizzate e messe a confronto le emissioni prodotte nell'intero ciclo di vita di un modello di vettura completamente elettrica, con altre termiche di ultima generazione, ibride e a metano. Le emissioni complessivamente prodotte dopo 150.000 km sono apparse molto simili. Le utilitarie termiche di ultima generazione, le ibride e a metano (con prezzi di listino più contenuti) presentano livelli emissivi di CO2 del tutto paragonabili e, in casi estremi, anche inferiori a quelle di un veicolo elettrico di media-alta gamma.

Il cortocircuito di una valutazione emissiva che tenga conto delle sole emissioni prodotte allo scarico suggerisce eventuali correzioni di metodo, soprattutto per quel che riguarda la CO2, i cui effetti climalteranti prescindono integralmente dal luogo di emissione.

I valori ottenuti attraverso questo esercizio appaiono peraltro coerenti con alcune recenti pubblicazioni internazionali sull'argomento⁴⁹ che mostrano come i veicoli ibridi o termici di bassa cilindrata possano ottenere nell'intero ciclo di vita livelli emissivi assolutamente paragonabili a quelli dei veicoli elettrici puri di segmento elevato.

Un ulteriore elemento di riflessione emerso nello studio riguarda la necessità di misurare gli effetti delle politiche di incentivo in relazione allo stadio di sviluppo tecnologico. Nello specifico, si è stimato che l'eventuale posticipazione degli incentivi all'auto elettrica di almeno un triennio, in una fase di

⁴⁹ Fraidl G. (2019), *Future Energy Carriers and their Impact on Powertrain Systems*, Keynote speech at 2019 JSAE/SAE, Powertrain, Fuels and Lubricants, Kyoto, August 26-29 2019 (www.pfl2019.jp).

prevedibile avanzamento tecnologico (2023-2025), consentirebbe di raddoppiare le immatricolazioni rispetto a quelle finanziabili nel triennio in corso.

Un piano di incentivi ben strutturato oltre a migliorare la composizione del parco circolante è destinato a produrre effetti positivi anche sull'intera filiera produttiva, tanto quella dei produttori di automobili, quanto quella della componentistica. Un'industria certamente sovranazionale, che tuttavia, specie per la componentistica, conserva in Italia importanti poli produttivi. In questa prospettiva, oltre a promuovere il rinnovo del parco, appare prioritario avviare linee di finanziamento per l'apertura di nuove filiere produttive sul territorio nazionale, favorendo investimenti in nuovi impianti oppure investimenti in ricerca.

Il recente negoziato europeo e al tempo stesso gli spazi di manovra concessi dalla Commissione per investimenti in tecnologie dal basso impatto aprono importanti opportunità per il rilancio di un'industria interna che per molto tempo ha potuto contare sui fondi dei Progetti Finalizzati Trasporti (PFT e PFT2) realizzando importanti innovazioni tecnologiche come il primo motore diesel ad iniezione diretta per autovetture (Fiat Croma i.d.) o l'invenzione del Common Rail.

Il fermento tecnologico degli ultimi anni lascia supporre che nel prossimo futuro il settore automotive sarà interessato da rilevanti scoperte scientifiche sui sistemi di accumulo, sul fronte della guida autonoma, nonché sulla possibile transizione energetica verso l'idrogeno. Si tratta di campi di ricerca destinati a produrre effetti positivi, oltre che sull'ambiente, anche sullo sviluppo economico e sull'occupazione di territori oggi indeboliti dalla crisi economica degli ultimi anni, ma anche sul rilancio di eccellenze che in passato hanno segnato il successo di molte iniziative di innovazione industriale nel settore automotive e soprattutto in quello energetico.

INDICE TABELLE

Tabella 1: Autovetture circolanti in alcuni Paesi europei e confronti su aree e continenti - Anno 2018	9
Tabella 2: Popolazione, autovetture e veicoli nelle Regioni - Anno 2019	11
Tabella 3: Popolazione, autovetture e veicoli in alcuni comuni italiani - Anno 2019.....	12
Tabella 4: Evoluzione del parco veicolare - Anni 2010, 2015, 2019 (valori assoluti e variazioni %)	13
Tabella 5: Evoluzione veicoli e autovetture in rapporto alla popolazione – Anni 2010, 2015, 2019.....	13
Tabella 6: Evoluzione età mediana autovetture per alimentazione - Anni 2014 - 2019.....	15
Tabella 7: Autovetture circolanti nelle regioni distinte per alimentazione. Anno 2019 (val in %).....	17
Tabella 8: Parco veicolare per categoria e alimentazione (Valori percentuali). Anno 2019	17
Tabella 9: Età media autovetture circolanti in alcuni Paesi europei. Anno 2018.....	20
Tabella 10: Autovetture distinte per regione e classe di Euro - Anno 2019.....	22
Tabella 11: Motocicli distinti per cilindrata e classe Euro - Anno 2019.....	23
Tabella 12: Autobus distinti per tipo d'uso e classe Euro - Anno 2019	23
Tabella 13: Parco veicoli merci distinto per classe Euro. Anno 2019.....	23
Tabella 14: Autovetture coinvolte in incidenti per anno di prima immatricolazione - Anno 2018.....	28
Tabella 15: Veicoli merci coinvolti in incidenti per anno di prima immatricolazione - Anno 2018.....	28
Tabella 16: Morti su autovetture coinvolte per anno di immatricolazione - Anno 2018.....	29
Tabella 17: Morti su veicoli commerciali entro i 35 quintali per anno di immatricolazione - Anno 2018	29
Tabella 18: Date di implementazione degli standard emissivi europei per le auto	36
Tabella 19: Date di implementazione degli standard emissivi europei per i motocicli e i ciclomotori.....	40
Tabella 20: Costo annuo per Km percorsi e classe di Euro - Anno 2020.....	61
Tabella 21: Riepilogo degli effetti degli incentivi sul numero di prime immatricolazioni delle autovetture (Anni dal 1997 al 2010).....	69
Tabella 22: Andamento mensile dell'iscrizione veicoli elettrici (2018-2020)	71
Tabella 23: Immatricolazioni 2019 autovetture elettriche per segmento	72
Tabella 24: Stadi di sviluppo dell'auto elettrica	74
Tabella 25: Confronto radiazioni mese di luglio anni 2019 - 2020.....	81
Tabella 26: Diffusione di veicoli BEV nello scenario tendenziale e in quello incentivato	87
Tabella 27: Numero di infrastrutture di ricarica necessarie fra 2019-2030.....	88

INDICE FIGURE

Figura 1: Autovetture ogni 1.000 ab. nei comuni capoluogo (num. ass.) – Anno 2017.....	10
Figura 2: Autovetture ogni 1.000 ab. a livello Area metropolitana (num. ass.) – Anno 2017	10
Figura 3: Autovetture ogni 100 abitanti per area geografica – Anno 2019	11
Figura 4: Totale prime iscrizioni e radiazioni autovetture per anno. Anni 1997-2019 (val. in migliaia).....	14
Figura 5: Saldo annuale iscrizioni/radiazioni autovetture – Anni 1997-2019	14
Figura 6: Parco autovetture circolanti distinte per tipo di alimentazione – Anno 2019	16
Figura 7: Autovetture distinte per alimentazione e anno d'immatricolazione	16
Figura 8: Autovetture suddivise per classe di Euro. Anno 2019	18
Figura 9: Autovetture in Europa - distribuzione per fasce d'età. Anno 2018 (val. in %).....	19
Figura 10: PIL pro capite dell'Unione europea (migliaia di euro a prezzi concatenati – Anno 2019); Pil pro capite della UE-28 28,6 mila	20
Figura 11: Anzianità delle vetture circolanti per alimentazione (valore espresso in anni e mesi) - Anno 2019	21
Figura 12: Autovetture per anno di immatricolazione e tipologia di proprietario (persona fisica e persona giuridica) - Anno 2019	21
Figura 13: Flotta circolante noleggio a lungo termine.....	22
Figura 14: Anzianità degli autobus e veicoli merci circolanti per alimentazione (valore espresso in anni e mesi)	24
Figura 15: Anzianità dei veicoli circolanti (valore espresso in anni e mesi).....	24
Figura 16: Evoluzione del numero delle vittime della strada nell'UE e obiettivi per il 2001-2020.....	27
Figura 17: Evoluzione incidenti totali, incidenti mortali e morti in Italia (dal 2007 al 2019).....	27
Figura 18: Morti ogni 1.000 veicoli coinvolti per periodo di immatricolazione del veicolo – Anno 2018.....	30
Figura 19: Percorrenze medie annue dei veicoli per anno di età.....	30
Figura 20: Incidenti annui/MI veic*km e incidenti annui/MI veicoli	31
Figura 21: Peso distrazione sul totale delle cause accertate o presunte di incidente	32
Figura 22: Evoluzione delle emissioni specifiche medie di CO2 del parco circolante autovetture per alimentazione (Anni dal 1990 al 2017)	34
Figura 23: Evoluzione emissioni medie di CO2 delle autovetture nuove immatricolate in Europa e in Italia.....	35
Figura 24: Andamento delle emissioni specifiche medie di CO2 del parco circolante autovetture e delle immatricolazioni in Italia	35
Figura 25: Livelli di monossido di carbonio (CO) previsti dagli standard Euro per le auto a benzina	36
Figura 26: Andamento delle emissioni nazionali per settore di provenienza di monossido di carbonio dal 1990 al 2017 – Dettaglio trasporti stradali altre fonti aggregate	37
Figura 27: Livelli di particolato (PM) previsti dagli standard Euro per le auto diesel	38
Figura 28: Livelli di ossidi di azoto (NOx) previsti dagli standard Euro per le auto diesel (a) e a benzina (b)	39
Figura 29: Limiti di emissione secondo gli standard Euro per le moto di grande cilindrata.....	40
Figura 30: Ossidi di Azoto in Italia per le autovetture su strada	43
Figura 31: Ossidi di Azoto in Italia – confronto tra il settore trasporti stradali e gli altri macro settori	43
Figura 32: PM 2,5 in Italia per le autovetture su strada.....	44
Figura 33: PM10 in Italia – confronto tra il settore trasporti stradali e gli altri macro settori.....	44
Figura 34: Trend storico dal 2009 al 2017, delle concentrazioni di ossidi di azoto nell'area del comune di Roma	45
Figura 35: Media annua NO2 – stazioni comprese nel GRA di Roma.....	45
Figura 36: Trend storico dal 2009 al 2017, delle concentrazioni di particolato PM10 nell'area del comune di Roma	46
Figura 37: Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10	46
Figura 38: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Roma rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento (13 Gennaio – 2 Febbraio).....	47
Figura 39: Media settimanale della concentrazione di biossido di azoto, nella zona interna al Grande Raccordo Anulare di Roma	47
Figura 40: Media settimanale della concentrazione di PM10, nella zona interna al Grande Raccordo Anulare di Roma	48

Figura 41: Evoluzione traffico veicolare e andamento delle concentrazioni di PM10 e NO2 a Roma nelle settimane (dalla 7° settimana dell'anno alla 14° - dal 17 febbraio al 12 aprile).....	48
Figura 42: Trend storico dal 2011 al 2017 delle concentrazioni di NO2 nella città di Milano	49
Figura 43: Media annua NO2 -stazioni della città di Milano	49
Figura 44: Trend storico dal 2011 al 2017, delle concentrazioni di particolato PM10 nella città di Milano ..	50
Figura 45: Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 nella città di Milano	50
Figura 46: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Milano rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento.....	51
Figura 47: Livelli medi settimanali di PM10 nelle stazioni di Milano nelle prime 15 settimane dell'anno 2020 e 2019	51
Figura 48: Livelli medi settimanali di NO2 nelle stazioni di Milano dalla prima settimana dell'anno alla 15° (Anni 2019 e 2020).....	52
Figura 49: Evoluzione traffico veicolare e andamento delle concentrazioni di PM10 e NO2 a Milano nelle settimane (dalla 7° settimana dell'anno alla 14° - dal 17 febbraio al 12 aprile).....	52
Figura 50: Trend storico dal 1991 al 2019 delle concentrazioni medie annue di NO2 nella città di Torino...	53
Figura 51: Trend storico dal 2000 al 2018 delle concentrazioni medie annue di PM10 nella città di Torino.	53
Figura 52: Trend storico del numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 nella città di Torino (anni 2000-2019)	54
Figura 53: Variazione dei chilometri percorsi nel comune di Torino rispetto alla media ponderata per il periodo di riferimento (13 Gennaio – 2 Febbraio 2020).....	54
Figura 54: Valori di PM10 nella stazione di Torino Rebaudengo, confronto 2020 con periodo 2012-2019 ..	55
Figura 55: Valori di PM10 nella stazione di Torino Lingotto, confronto 2020 con periodo 2012-2019	55
Figura 56: Valori di NO2 nella stazione di Torino Consolata, confronto 2020 con periodo 2012-2019	56
Figura 57: Valori di NO2 nella stazione di Torino Lingotto, confronto 2020 con periodo 2012-2019	56
Figura 58: a) Emissioni standard Massa di Ossidi di azoto (g/km) dei veicoli di categoria M (autovetture); b) Emissioni standard Massa di particolato (g/km) dei veicoli di categoria M (autovetture).....	58
Figura 59: Distribuzione PIL pro capite a valori correnti (num. ass.) e quota autovetture classe Euro 6 (val. %) per regione	61
Figura 60: Costo annuo per Km percorsi e classe di Euro. Anno 2020.....	62
Figura 61: Prime iscrizioni veicoli elettrici anni 2018, 2019, 2020 (dati mensili in valori assoluti).....	71
Figura 62: Totale veicoli BEV E PHEV in Norvegia al 2020	73
Figura 63: Le differenti componenti di costo tra motori elettrici ed endotermici in USD	75
Figura 64: Costo di produzione del pacco batteria per kwh	76
Figura 65: Andamento della crescita della capacità della batteria della e-Golf e del peso della batteria stessa	76
Figura 66: Rappresentazione schematica dei diversi stadi del ciclo di vita di un'automobile	82
Figura 67: Emissioni di CO2 nel ciclo vita in funzione del chilometraggio percorso per BEV e ICEV (benzina 1.5L – Euro 5).....	82

ALLEGATI

1. Parco circolante

All. 1.1: Parco autovetture e veicoli circolanti, in relazione alla popolazione residente (Anni 2008 - 2019)

	Autovetture circolanti	Popolazione	Aut/Pop %	Veicoli	Veicoli/Pop %
2008	36.105.183	58.652.875	61,6	47.936.938	81,7
2009	36.371.790	59.000.586	61,6	48.035.078	81,4
2010	36.751.311	59.190.143	62,1	48.662.401	82,2
2011	37.113.300	59.364.690	62,5	49.209.701	82,9
2012	37.078.274	59.394.207	62,4	49.193.242	82,8
2013	36.962.934	59.685.227	61,9	49.013.140	82,1
2014	37.080.753	60.782.668	61,0	49.150.466	80,9
2015	37.351.233	60.795.612	61,4	49.488.493	81,4
2016	37.876.138	60.665.551	62,4	50.181.875	82,7
2017	38.520.321	60.589.445	63,6	51.011.347	84,2
2018	39.018.170	60.483.973	64,5	51.682.370	85,4
2019	39.545.232	60.359.546	65,5	52.401.299	86,8

Fonte: ACI - ISTAT

All. 1. 2: Autovetture per alimentazione nelle Regioni (Anno 2019)

Regione	BENZINA	BENZINA E GAS LIQUIDO	BENZINA E METANO	ELETTR/IBRIDO	GASOLIO	ALTRE/ NON DEF	TOTALE
Piemonte	1.423.421	265.250	34.418	28.239	1.186.556	138	2.938.022
Valle d'Aosta	84.816	3.185	396	1.295	124.210	2	213.904
Lombardia	3.394.036	339.097	73.494	100.621	2.304.780	451	6.212.479
Trentino Alto Adige	393.344	30.956	10.530	16.893	721.406	40	1.173.169
Veneto	1.354.063	251.493	101.243	40.761	1.437.559	108	3.185.227
Friuli Venezia Giulia	450.747	21.349	3.536	8.599	322.584	43	806.858
Liguria	459.439	30.335	9.064	7.454	339.284	26	845.602
Emilia Romagna	1.177.611	319.055	210.864	40.787	1.169.690	122	2.918.129
Toscana	1.160.095	159.864	86.865	21.512	1.149.459	123	2.577.918
Umbria	249.925	46.410	44.113	4.017	299.803	28	644.296
Marche	373.953	68.451	135.626	6.251	452.300	23	1.036.604
Lazio	1.809.629	298.489	35.088	46.040	1.628.613	513	3.818.372
Abruzzo	363.620	64.835	27.639	4.252	431.515	25	891.886
Molise	75.559	12.689	5.768	536	120.228	5	214.785
Campania	1.576.520	316.207	85.973	6.938	1.556.206	198	3.542.042
Puglia	924.602	139.833	66.332	7.053	1.265.095	106	2.403.021
Basilicata	142.120	17.239	7.234	800	211.421	5	378.819
Calabria	573.835	39.931	6.151	2.975	679.355	55	1.302.302
Sicilia	1.647.047	123.560	20.366	8.196	1.555.176	146	3.354.491
Sardegna	529.937	25.829	570	4.077	510.229	36	1.070.678
Non definito	10.019	230	70	0	2.307	4.002	16.628
Totale risultato	18.174.338	2.574.287	965.340	357.296	17.467.776	6.195	39.545.232

Fonte: ACI

All. 1. 3: Popolazione, autovetture e veicoli nelle Regioni (Anno 2019)

Regioni	Popolazione	Autovetture	Tutti i veicoli	Veicoli/	Autovetture/
				Popolazione	Popolazione
				(%)	(%)
Piemonte	4.356.406	2.938.022	3.861.183	88,6	67,4
Valle d'Aosta	125.666	213.904	292.943	233,1	170,2
Lombardia	10.060.574	6.212.479	8.150.925	81,0	61,8
Trentino Alto Adige	1.072.276	1.173.169	1.505.455	140,4	109,4
Veneto	4.905.854	3.185.227	4.176.685	85,1	64,9
Friuli V.G.	1.215.220	806.858	1.065.651	87,7	66,4
Liguria	1.550.640	845.602	1.371.967	88,5	54,5
Emilia Romagna	4.459.477	2.918.129	3.933.935	88,2	65,4
Toscana	3.729.641	2.577.918	3.548.051	95,1	69,1
Umbria	882.015	644.296	841.782	95,4	73,0
Marche	1.525.271	1.036.604	1.407.927	92,3	68,0
Lazio	5.879.082	3.818.372	4.947.338	84,2	64,9
Abruzzo	1.311.580	891.886	1.188.432	90,6	68,0
Molise	305.617	214.785	292.398	95,7	70,3
Campania	5.801.692	3.542.042	4.642.474	80,0	61,1
Puglia	4.029.053	2.403.021	3.060.266	76,0	59,6
Basilicata	562.869	378.819	487.861	86,7	67,3
Calabria	1.947.131	1.302.302	1.670.667	85,8	66,9
Sicilia	4.999.891	3.354.491	4.538.305	90,8	67,1
Sardegna	1.639.591	1.070.678	1.394.164	85,0	65,3
ITALIA	60.359.546	39.545.232	52.401.299	86,8	65,5

NOTA: Nel totale del parco autoveicoli e veicoli, sono presenti rispettivamente 16.628 e 22.890 mezzi per i quali non è definita la regione di appartenenza

Fonte: ACI

All. 1. 3: Autovetture circolanti nelle province di Milano, Napoli e Roma, in relazione alla popolazione residente (Anno 2019)

2019	Autovetture	Popolazione	Aut/Pop %
Milano	1.822.731	3.250.315	56,10
Napoli	1.816.592	3.084.890	58,90
Roma	2.738.975	4.342.212	63,10

Fonte: ACI

All. 1. 4: Popolazione, autovetture e veicoli in alcuni comuni capoluogo di provincia (Anno 2019)

Comuni	Popolazione	Autovetture	Tutti i veicoli	Veic/ Pop (%)	Autov/ Pop (%)
Bari	320.862	183.228	237.438	74,0	57,10
Bologna	390.636	208.487	292.913	75,0	53,37
Catania	311.584	228.139	329.807	105,8	73,22
Firenze	378.839	199.882	302.933	80,0	52,76
Genova	578.000	270.889	451.388	78,1	46,87
Milano	1.378.689	690.914	957.100	69,4	50,11
Napoli	959.188	551.651	756.290	78,8	57,51
Palermo	663.401	393.544	559.544	84,3	59,32
Roma	2.856.133	1.771.969	2.342.374	82,0	62,04
Torino	875.698	554.422	698.626	79,8	63,31
Venezia	260.520	110.459	143.408	55,0	42,40
Verona	257.993	167.027	224.859	87,2	64,74
ITALIA	60.359.546	39.545.232	52.401.299	86,8	65,49

Fonte: ACI

All. 1.6: Autovetture distinte per alimentazione e anno d'immatricolazione. Anno 2019

2019	Benzina	Benzina e GPL	Benzina/ metano	Gasolio	Elettrica	Ibrido benzina	Ibrido gasolio	Non definito	Totale
Fino al 2003	8.029.526	482.275	117.056	2.984.360	521	11		1.457	11.615.206
2004 - 2006	2.047.431	129.630	64.342	2.828.224	40	1.187		95	5.070.949
2007 - 2009	2.254.013	543.161	264.448	2.832.187	159	8.963		22	5.902.953
2010 - 2011	1.276.782	355.136	103.649	1.694.265	242	6.535	6	15	3.436.630
2012 - 2013	820.433	264.723	122.433	1.354.164	1.060	16.894	1.480	24	2.581.211
2014 - 2015	887.139	256.060	136.716	1.620.615	1.948	38.975	884	15	2.942.352
2016 - 2017	1.231.058	246.641	78.468	2.264.877	3.268	93.566	596	20	3.918.494
2018 - 2019	1.594.700	295.947	78.124	1.887.783	15.484	150.077	15.393	13	4.037.521
Non definito	33.256	714	104	1.301	6	1		4.534	39.916
Totale	18.174.338	2.574.287	965.340	17.467.776	22.728	316.209	18.359	6.195	39.545.232

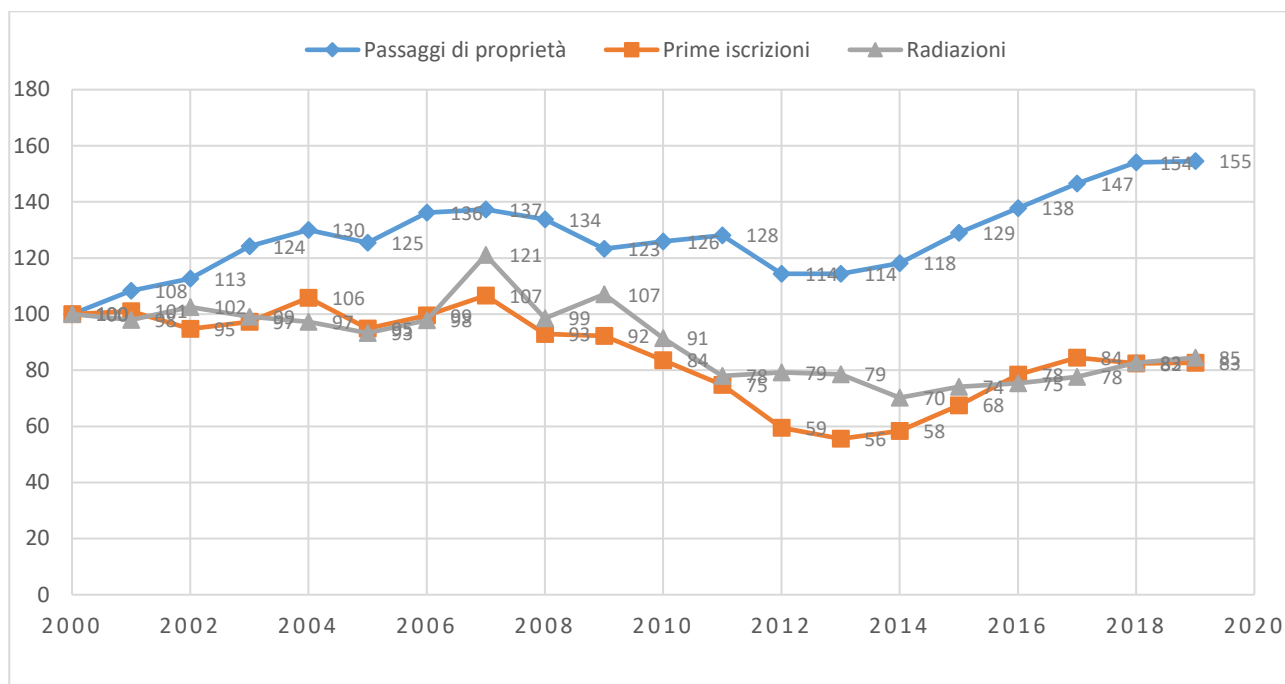
Fonte: ACI

All. 1.7: Totale passaggi di proprietà, prime iscrizioni, radiazioni e differenza di autovetture per anno. Anni 1997 - 2019 (valori in migliaia)

	Passaggi di proprietà	Prime iscrizioni	Radiazioni
1997		2.390	2.037
1998		2.438	1.506
1999		2.312	1.231
2000	3.653	2.360	1.823
2001	3.956	2.384	1.785
2002	4.116	2.236	1.868
2003	4.535	2.296	1.806
2004	4.749	2.498	1.774
2005	4.585	2.238	1.701
2006	4.976	2.348	1.784
2007	5.017	2.516	2.207
2008	4.886	2.194	1.797
2009	4.506	2.178	1.951
2010	4.598	1.972	1.668
2011	4.680	1.765	1.421
2012	4.177	1.403	1.444
2013	4.180	1.312	1.433
2014	4.316	1.377	1.280
2015	4.711	1.594	1.351
2016	5.032	1.850	1.373
2017	5.352	1.994	1.415
2018	5.629	1.945	1.507
2019	5.644	1.950	1.541

Fonte: ACI

All. 1.8: Confronto variazioni passaggi di proprietà, prime iscrizioni e radiazioni autovetture (anno base 2000 = 100)



Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI

All. 1.9: Confronto mensile prime iscrizioni e passaggi di proprietà al netto delle minivolture – Anni 2017-2020

	2017		2018		2019		2020	
	prime iscriz	pass prop	prime iscriz	pass prop	prime iscriz	pass prop	prime iscriz	pass prop
Gen	159.895	236.848	164.233	268.454	154.627	287.807	153.662	268.018
Feb	170.958	251.091	158.726	255.416	164.085	264.256	148.515	261.817
Mar	206.797	283.824	201.100	279.740	181.484	270.942	51.506	110.663
Apr	162.588	218.300	177.784	239.141	171.422	253.484	14.518	18.289
Mag	210.952	258.587	213.388	273.062	203.904	266.866	98.131	186.226
Giu	193.861	237.828	184.115	246.858	186.438	233.372	130.381	248.704
Lug	167.058	249.296	181.660	270.237	182.745	279.814	142.327	301.713
Ago	107.340	186.172	104.766	192.508	106.732	188.687	98.943	196.226
Sett	159.159	248.967	131.414	249.477	144.190	257.427	159.009	304.640
Tot	1.379.449	2.170.913	1.385.772	2.274.893	1.351.437	2.302.655	837.983	1.896.296

Fonte: ACI

All. 1.10: Immatricolazioni per alimentazione - Anni 2017, 2018 e 2019

	Benzina	Benzina o gas liquido	Benzina o metano	Gasolio	Elettrica	Ibrido benzina	Ibrido gasolio	Altre	Totale
2017	700.072	128.765	32.659	1.130.434				1.896	1.993.826
2018	774.685	126.778	37.416	1.000.494				4.939	1.944.312
2019	889.685	137.096	38.159	779.857	10.612	79.560	13.510		1.948.479

Fonte: ACI

All. 1.11: Immatricolazioni per alimentazione gennaio-agosto - Anni 2019 e 2020

Anno	BENZ/ GPL	BENZ /MET	BENZ	ELETTR	GASOL	IBRIDO BENZ/ELETT	IBRIDO GAS/ELETT	IDROG	METAN	Totale
2019	71.711	4.902	473.623	4.640	448.785	42.278	4.435	2	11.584	1.061.960
2020	37.573	1.461	272.727	9.453	212.515	45.696	7.273	6	12.388	599.092

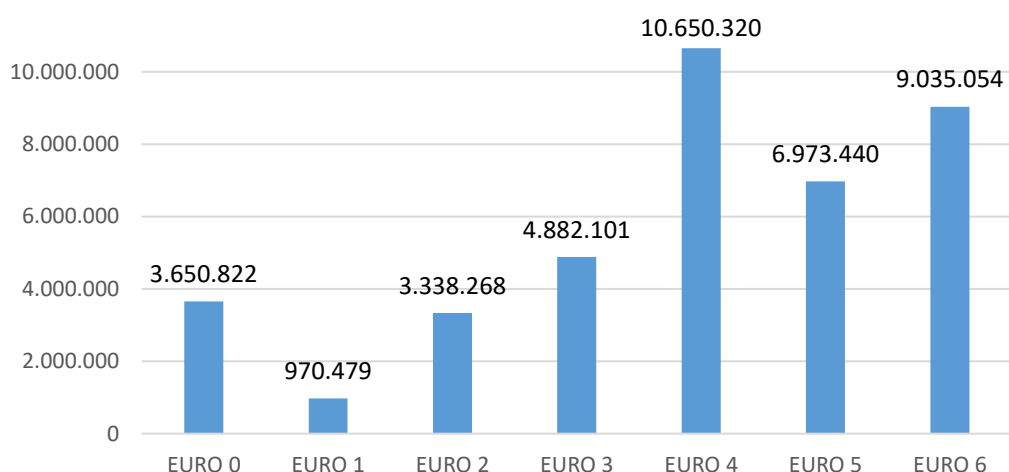
Fonte: ACI

All. 1.12: Trasferimenti di autovetture per classe euro - anni 2017-2019

		Euro0	Euro1	Euro2	Euro3	Euro4	Euro5	Euro6	n.d.	Totale
2017	Complessivi	46.908	39.798	317.727	744.027	1.752.053	1.247.373	1.144.951	54.725	5.347.562
	Netti	38.871	32.261	247.600	458.273	918.700	654.563	552.299	44.784	2.947.351
2018	Complessivi	43.862	33.901	265.935	681.114	1.757.505	1.229.320	1.557.733	51.741	5.621.111
	Netti	36.610	27.359	209.602	424.252	920.890	643.796	778.071	41.843	3.082.423
2019	Complessivi	41.304	29.509	218.245	579.336	1.695.644	1.147.189	1.874.610	48.939	5.634.776
	Netti	34.921	23.608	173.279	379.848	903.338	593.682	947.674	39.931	3.096.281

Fonte: ACI

All. 1. 13: Autovetture per classe di emissione (Anno 2019)



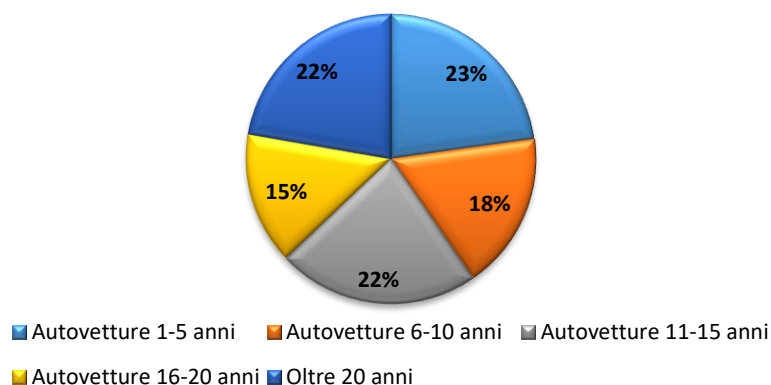
Fonte: ACI

All. 1. 14: Autovetture per classe di emissione nelle regioni (Anno 2019)

	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	NC/ND	TOTALE
Piemonte	220.879	54.836	212.848	338.186	788.701	556.264	763.848	2.460	2.938.022
Valle d'Aosta	6.523	1.695	6.662	10.974	27.189	20.651	140.133	77	213.904
Lombardia	401.726	105.390	376.037	616.786	1.647.905	1.334.268	1.724.437	5.930	6.212.479
Trentino Alto Adige	32.933	9.614	38.736	67.829	189.770	165.800	662.763	5.724	1.173.169
Veneto	181.802	56.329	232.445	360.910	884.122	660.239	806.559	2.821	3.185.227
Friuli Venezia Giulia	50.179	16.923	67.657	100.444	235.125	157.723	178.154	653	806.858
Liguria	67.402	17.844	60.740	98.510	232.794	167.567	200.239	506	845.602
Emilia Romagna	194.515	51.879	197.657	303.403	781.477	602.160	784.695	2.343	2.918.129
Toscana	171.000	41.749	153.393	256.380	622.248	497.772	831.331	4.045	2.577.918
Umbria	61.604	15.838	58.834	81.334	173.254	114.055	138.939	438	644.296
Marche	86.908	23.273	87.728	127.832	289.257	194.427	226.636	543	1.036.604
Lazio	354.433	88.289	312.724	485.481	1.082.644	668.374	821.580	4.847	3.818.372
Abruzzo	84.961	24.461	88.599	128.104	249.248	147.526	168.458	529	891.886
Molise	23.363	7.555	26.748	35.620	60.795	32.085	28.492	127	214.785
Campania	621.244	140.324	400.166	498.870	961.454	470.776	444.644	4.564	3.542.042
Puglia	266.099	74.279	262.372	388.634	721.424	361.851	326.418	1.944	2.403.021
Basilicata	45.538	14.387	47.216	63.080	104.178	53.294	50.859	267	378.819
Calabria	200.461	60.941	167.887	197.888	338.445	167.730	167.484	1.466	1.302.302
Sicilia	465.956	135.029	430.638	546.773	929.160	438.406	405.911	2.618	3.354.491
Sardegna	100.032	29.416	108.624	174.865	330.875	162.470	163.474	922	1.070.678
Non Definito	13.264	428	557	198	255	2		1.924	16.628
Totale	3.650.822	970.479	3.338.268	4.882.101	10.650.320	6.973.440	9.035.054	44.748	39.545.232

Fonte: ACI

All. 1. 15: Autovetture circolanti per anni di età (2019)



Fonte: ACI

All. 1. 16: Veicoli circolanti in Italia, suddivisi per categoria (Anni 2008 - 2019)

	Motocicli	Motocarri	Autovetture	Autobus	Veicoli Merci	Altro	Totale
2008	5.859.094	300.890	36.105.183	97.597	4.691.711	882.463	47.936.938
2009	6.118.098	296.104	36.371.790	98.724	4.742.017	408.345	48.035.078
2010	6.305.032	291.757	36.751.311	99.895	4.798.671	415.735	48.662.401
2011	6.428.476	287.650	37.113.300	100.438	4.853.340	426.497	49.209.701
2012	6.482.796	282.463	37.078.274	99.537	4.822.175	427.997	49.193.242
2013	6.481.770	276.743	36.962.934	98.551	4.768.449	424.693	49.013.140
2014	6.505.620	272.074	37.080.753	97.914	4.767.253	426.852	49.150.466
2015	6.543.612	267.822	37.351.233	97.991	4.792.710	435.125	49.488.493
2016	6.606.844	264.529	37.876.138	97.817	4.888.091	448.456	50.181.875
2017	6.689.911	260.059	38.520.321	99.100	4.978.494	463.462	51.011.347
2018	6.780.733	255.009	39.018.170	100.042	5.050.514	477.902	51.682.370
2019	6.896.048	250.234	39.545.232	100.149	5.119.374	335.098	51.995.901

NOTA: Sono presenti inoltre 405.398 veicoli (nel 2019) appartenenti alle categorie Rimorchi e Semirimorchi non considerati nella tabella in quanto sprovvisti di motore

Fonte: ACI

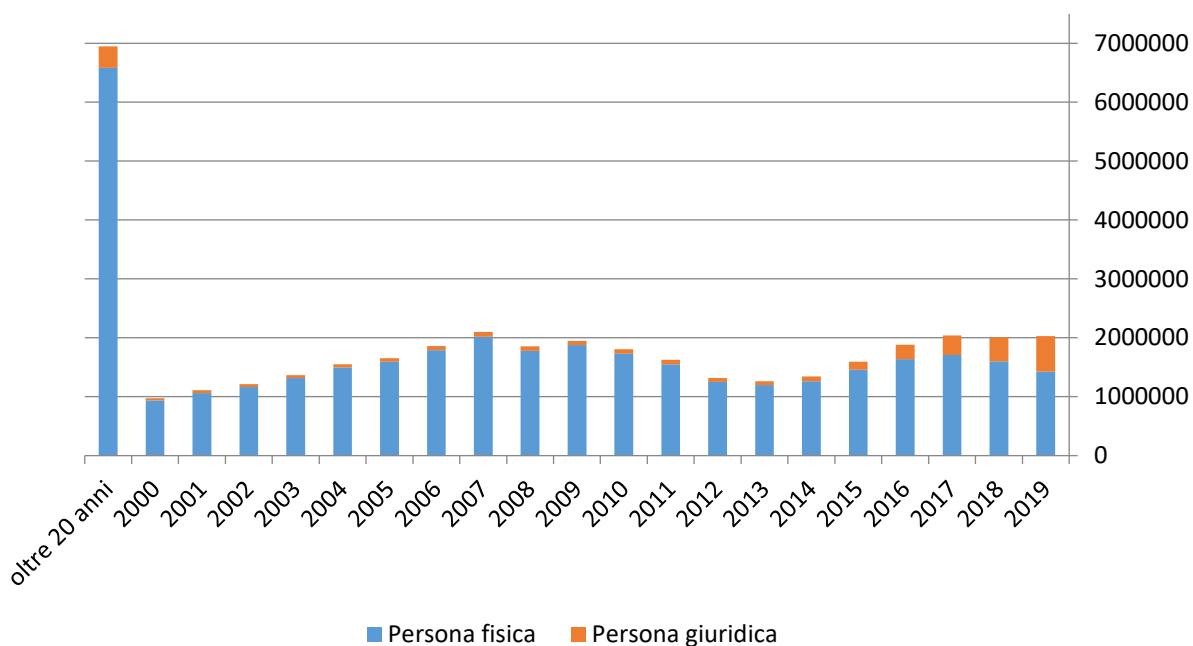
All. 1.17: Parco veicolare per categoria e alimentazione (Anno 2019)

2019	BENZINA	BENZINA E GAS LIQUIDO	BENZINA E METANO	GASOLIO	ELETTRICITA	IBRIDO BENZINA	NON DEFINITO	TOTALE
Autobus	443	297	4.729	93.960	537	134	49	100.149
Veicoli merci	216.013	56.776	99.811	4.737.818	5.921	1.958	1.077	5.119.374
Autovetture	18.174.338	2.574.287	965.340	17.467.776	22.728	334.568	6.195	39.545.232
Motocicli	6.356.128	24	676	705	4.613	242	533.660	6.896.048
Altri veicoli	214.664	11	206	53.137	8.245	22	58.813	335.098
Totale	24.961.586	2.631.395	1.070.762	22.353.396	42.044	336.924	599.794	51.995.901

NOTA: Sono presenti inoltre 405.398 veicoli (nel 2019) appartenenti alle categorie Rimorchi e Semirimorchi non considerati nella tabella in quanto sprovvisti di motore

Fonte: ACI

All. 1.18: Veicoli intestati a persone fisiche e giuridiche (Anni 2000 – 2019)



Fonte: ACI

All. 1. 18: Età dei veicoli per categoria e alimentazione (Anno 2019)

Categoria	1 quartile	mediana	3 quartile
Autobus	7 a 4 m	14 anni	19 a 10 m
Autocarri merci			
fino a 3.5 tonn	6 a 6 m	13 a 7 m	19 a 11 m
oltre 3.5 tonn	10 a 6 m	18 anni	oltre 20 anni
Totale	7 a 2 m	14 anni	oltre 20 anni
Autovetture			
benzina	7 a 6 m	14 a 2 m	oltre 20 anni
gasolio	4 a 3 m	9 a 10 m	14 a 4 m
gpl	4 a 10 m	9 a 6 m	12 a 8 m
metano	5 a 3 m	9 a 5 m	12 anni
Totale	6 a 3 m	11 a 5 m	17 a 4 m
Motocicli	9 a 1 m	14 a 2 m	oltre 20 anni
Trattori stradali	3 a 6 m	9 a 6 m	15 a 5 m

Fonte: ACI

All. 1. 19: Età mediane dei veicoli per categoria e alimentazione (Anni 2015 e 2019)

Categoria	2015	2019
Autobus	13 a 1 m	14 anni
Autocarri merci		
fino a 3.5 tonn	11 a 10 m	13 a 7 m
oltre 3.5 tonn	oltre 20 anni	18 anni
Totale	12 a 8 m	14 anni
Autovetture		
benzina	13 a 3 m	14 a 2 m
gasolio	8 a 9 m	9 a 10 m
gpl	6 a 8 m	9 a 6 m
metano	6 a 7 m	9 a 5 m
Totale	10 a 4 m	11 a 5 m
Motocicli	11 a 11 m	14 a 2 m
Trattori stradali	9 a 7 m	9 a 6 m

Fonte: ACI

All. 1.20: Età mediane delle autovetture per alimentazione (Anni 2014- 2019)

	Benzina	Gasolio	Gpl	Metano	Totale
2014	12 a 10 m	8 a 3 m	5 a 10 m	5 a 11 m	9 a 11 m
2015	13 a 3 m	8 a 9 m	6 a 8 m	6 a 7 m	10 a 4 m
2016	13 a 10 m	9 a 2 m	7 a 5 m	7 a 4 m	10 a 8 m
2017	14 anni	9 a 6 m	8 a 2 m	8 a 2 m	10 a 11 m
2018	14 a 4 m	9 a 8 m	8 a 11 m	8 a 10 m	11 a 4 m
2019	14 a 2 m	9 a 10 m	9 a 6 m	9 a 5 m	11 a 5 m

Fonte: ACI

All. 1. 21: Motocicli per classe di emissione e cilindrata

2019	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	NC /ND	TOTALE
Fino a 125	677.727	278.674	162.512	576.547	167.120	2.806	1.865.386
126 - 250	433.986	386.674	323.541	580.516	74.646	1.441	1.800.804
251-500	242.138	81.283	192.870	537.016	189.997	531	1.243.835
501-750	370.478	156.459	163.676	271.715	82.573	142	1.045.043
oltre 750	167.377	142.302	108.472	369.882	148.094	4.853	940.980
Totale complessivo	1.891.706	1.045.392	951.071	2.335.676	662.430	9.773	6.896.048

Fonte: ACI

Al. 1. 22: Autobus per classe di emissione e categoria d'

USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
Noleggjo	3.830	1.266	4.406	5.420	2.927	5.541	6.518		12	29.920
Privato	5.222	1.354	3.459	3.409	1.839	1.250	841		79	17.453
Pubblico	4.189	888	7.954	12.374	5.090	11.232	9.640		62	51.429
Altri usi	445	48	153	103	9	26	2		4	790
Non contemplato								537		537
Non definito	14								6	20
	13.700	3.556	15.972	21.306	9.865	18.049	17.001	537	163	100.149

Fonte: ACI

2. Inquinamento

All. 2.1: Costo annuo per km percorsi e classe di emissioni per auto dello stesso modello e appartenenti al segmento B (Anno 2020)

Classe di emissione	km anni	
	3.000	5.000
Euro 0	€ 641	€ 1.003
Euro 1	€ 645	€ 1.011
Euro 2	€ 689	€ 1.066
Euro 3	€ 1.390	€ 1.870
Euro 4	€ 1.362	€ 1.844
Euro 5	€ 1.363	€ 1.836
Euro 6	€ 1.347	€ 1.813

Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati ACI

All. 2.2: Emissioni specifiche medie di CO₂ (g/km) dalle autovetture

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Benzina	184	177	173	179	175	173	175	174	172	172	172	170
Gasolio	190	188	185	179	182	181	180	179	177	177	176	175
GPL	173	175	179	183	190	189	186	186	184	183	182	180
Gas naturale	184	178	162	179	180	179	178	178	177	179	180	176
Ibride benzina					112	104	104	99	99	96	97	98
Media pesata	184	179	176	179	179	178	178	177	176	176	175	174

Fonte: ISPRA https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/258

All. 2.3: Emissioni nazionali di precursori dell'ozono per settore

	Combustione Energia e Industria di trasformazione	Combustione e non industriale	Combustione Industriale	Processi produttivi	Trasporti stradali	Altre sorgenti mobili	Trattam. rifiuti	Agricoltura	TOTALE
1990	457	64	249	30	935	261	3	63	2.063
1991	440	71	280	29	977	265	4	66	2.131
1992	413	66	278	28	1.046	261	3	67	2.163
1993	372	67	210	37	1.043	264	3	69	2.065
1994	345	60	199	31	1.001	260	3	67	1.966
1995	344	65	180	31	992	258	3	65	1.939
1996	327	67	166	12	956	271	3	63	1.866
1997	290	66	156	12	926	274	3	67	1.794
1998	226	70	155	14	864	286	3	64	1.682
1999	187	74	158	12	821	267	3	65	1.587
2000	173	69	152	9	757	260	3	65	1.487
2001	160	69	152	9	747	252	3	65	1.458
2002	159	64	144	12	709	242	3	64	1.398
2003	159	70	144	14	679	247	3	64	1.380
2004	147	70	140	14	653	243	3	64	1.335
2005	118	78	153	16	618	233	3	61	1.280
2006	115	78	150	13	576	215	3	62	1.211
2007	103	81	152	11	543	201	3	61	1.155
2008	93	86	132	9	502	187	3	57	1.069
2009	75	87	106	12	469	182	3	52	984
2010	81	87	100	11	452	183	3	50	967
2011	75	79	99	11	443	166	3	54	929
2012	73	85	82	10	411	149	3	58	871
2013	61	89	73	9	389	141	3	53	818
2014	52	82	70	10	394	137	2	52	800
2015	52	87	65	10	377	130	2	52	775
2016	48	88	65	8	358	127	2	54	751
2017	46	89	57	11	327	125	2	53	709

FONTE: ISPRA, Emissioni di precursori di ozono troposferico (NOx e COVNM): trend e disaggregazione settoriale, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/27

All. 2.4: Ossidi di Azoto in Italia per le autovetture, migliaia di tonnellate (Anni 1990 – 2017)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Automobili	522	585	360	235	158	146	141	142	155	155	158	150

Fonte: ISPRA, Emissioni di ossidi di azoto dal settore dei trasporti, per modalità di trasporto, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/257

All. 2.5: PM2,5 in Italia per le autovetture, migliaia di tonnellate (Anni 1990-2017)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Automobili	18,6	14,5	10,9	9,9	7,2	6,2	5,7	5,5	5,7	5,5	5,2	4,5

Fonte: ISPRA, Emissioni di PM2,5 dal settore dei trasporti, per modalità di trasporto, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/257

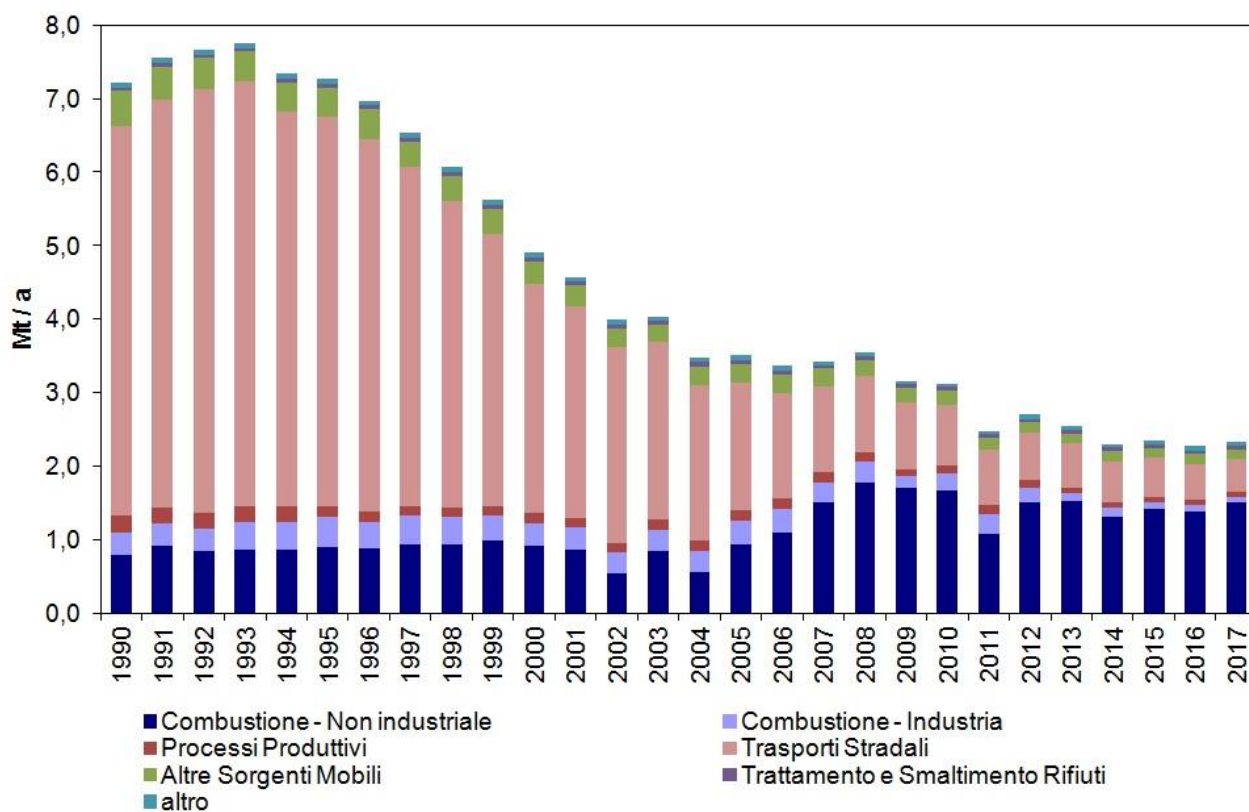
All. 2. 6: Emissioni nazionali di PM10 per settore di provenienza

Macrosettori	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Combustione energia e industria di trasformazione	44,8	44,2	43,5	43,6	43,3	39,6	33,0	28,1	25,6	21,4
Combustione non industriale	67,8	77,1	70,1	69,6	68,8	71,2	68,9	73,2	72,5	75,7
Combustione industriale	28,9	27,4	26,7	26,3	25,5	25,6	23,8	21,7	19,7	18,9
Processi produttivi	22,1	21,3	21,3	20,2	19,7	20,8	19,2	17,9	18,0	17,9
Estrazione Distribuzione Combustibili fossili/geoterma	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trasporti stradali	57,3	56,7	57,4	59,0	57,0	56,8	56,4	55,4	56,5	56,2
Altre sorgenti mobili	31,6	31,7	31,3	32,3	31,7	32,1	33,3	32,9	34,1	31,8
Trattamento smaltimento rifiuti	5,3	5,8	5,6	5,6	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7	5,8
Agricoltura	32,7	32,8	32,5	32,5	32,8	33,2	33,5	33,4	33,8	33,5
TOTALE	291,2	297,6	289,1	289,7	285,1	285,5	274,4	268,7	266,5	261,6
Macrosettori	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Combustione energia e industria di trasformazione	18,4	16,3	12,9	9,0	8,4	5,9	5,6	4,3	3,7	2,8
Combustione non industriale	69,7	65,7	40,6	63,5	41,2	69,3	81,2	112,0	132,6	127,6
Combustione industriale	17,3	17,2	16,7	17,1	15,3	14,5	13,9	12,4	11,8	8,4
Processi produttivi	18,5	18,5	18,4	19,1	19,8	19,9	20,8	20,1	18,7	14,6
Estrazione Distribuzione Combustibili fossili/geoterma	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trasporti stradali	53,1	52,5	51,9	49,9	49,1	47,8	44,0	42,0	39,1	36,2
Altre sorgenti mobili	30,5	29,4	27,9	28,1	26,7	25,0	22,2	20,0	17,6	16,7
Trattamento smaltimento rifiuti	5,5	5,5	5,6	5,5	6,1	5,8	5,3	5,3	5,4	5,3
Agricoltura	32,1	33,5	33,3	32,2	32,1	30,3	27,9	27,6	26,8	24,7

TOTALE	245,7	239,2	208,0	225,1	199,6	219,4	221,7	244,6	256,4	237,1
Macrosettori	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Combustione energia e industria di trasformazione	2,8	1,8	2,0	1,5	1,3	1,2	1,0	1,3		
Combustione non industriale	123,9	80,2	114,9	115,1	99,4	107,9	104,6	114,2		
Combustione industriale	8,6	8,5	6,8	6,5	6,5	6,9	7,5	7,4		
Processi produttivi	15,7	15,8	14,3	12,5	12,0	11,3	11,3	11,3		
Estrazione Distribuzione Combustibili fossili/geotermia	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5		
Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Trasporti stradali	34,6	33,4	29,6	27,3	27,7	25,9	24,1	21,9		
Altre sorgenti mobili	15,9	14,2	12,3	11,4	10,8	10,0	9,6	9,5		
Trattamento smaltimento rifiuti	5,3	5,7	5,7	5,7	5,6	5,8	6,5	6,6		
Agricoltura	23,3	23,2	22,8	23,0	22,9	22,9	23,5	23,0		
TOTALE	230,9	183,6	209,2	203,7	186,8	192,5	188,7	195,7		

Fonte: ISPRA, Emissioni di particolato (PM10): trend e disaggregazione settoriale.
https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/12

All. 2.7: Emissioni nazionali per settore di provenienza di monossido di carbonio dal 1990 al 2017



Fonte: Ispra

All. 2.8: Concentrazioni di ossidi di azoto (NO₂) in alcune stazioni di rilevamento nell'area del comune di Roma (Anni 2009 – 2017) – valori in µg/m³

Centralina	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Fermi	78	76	78	70	67	64	64	65	62
Corso Francia	82	76	78	73	66	65	61	59	60
Tiburtina	70	59	71	63	57	50	53	51	54

Fonte: ARPA Lazio

All. 2.9.: Concentrazioni di particolato PM₁₀ in alcune stazioni di rilevamento nell'area del comune di Roma (Anni 2009 – 2017) – valori in µg/m³

Centralina	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Fermi	39	34	35	33	33	31	31	29	29
Corso Francia	40	37	39	36	33	31	32	29	27
Tiburtina	38	33	38	37	32	31	34	32	31

Fonte: ARPA Lazio

Gennaio 2021

© 2021 Fondazione Filippo Caracciolo

ISBN 9788832245073

Fondazione **Filippo Caracciolo**
Centro Studi



ISBN 9788832245073