

Efficacia, efficienza e impatto sulla finanza pubblica delle politiche per la mobilità sostenibile

di Francesco Ramella

francesco.ramella@gmail.com

Introduzione

Negli ultimi due decenni la sostenibilità ambientale è divenuta un fattore cardine delle politiche della mobilità ed è assai diffusa tra i decisori politici la convinzione che il trasporto ferroviario e, più in generale, i trasporti collettivi possano ricoprire un ruolo centrale ai fini della riduzione dei consumi energetici e delle esternalità ambientali correlate alla mobilità privata¹.

Le evidenze empiriche disponibili mostrano però come una migliore dotazione infrastrutturale ed un più elevato livello quantitativo e qualitativo dell'offerta di servizi di trasporto collettivo e/o la fornitura degli stessi a prezzi largamente inferiori ai costi di produzione non possano modificare, se non in misura marginale, l'impatto ambientale complessivo della mobilità (Ponti et al., 2013) ed in particolare quello dell'inquinamento atmosferico e le emissioni di CO₂ (cambiamenti climatici) ossia le due problematiche che destano maggiore preoccupazione. In entrambi i casi, il fattore di gran lunga più rilevante ai fini della sostenibilità è stato e sarà rappresentato dall'evoluzione tecnologica dei veicoli e non dalla variazione delle quote di mobilità soddisfatte dai diversi modi di trasporto.

I benefici ambientali possono giustificare “al margine” l'adozione di politiche e la realizzazione di infrastrutture di per sé economicamente fattibili ma non possono essere il *driver* delle scelte. Non vi sono obiettivi “strategici” realisticamente perseguibili.

Inoltre, in considerazione dell'attuale livello di internalizzazione dei costi esterni ambientali in Italia ed in Europa, il sussidio dei trasporti collettivi in una prospettiva ambientale non è equo né efficiente; per quanto concerne la riduzione delle emissioni di CO₂, politiche di riequilibrio modale hanno costi marginali superiori a quelli di interventi in altri ambiti.

La componente di gran lunga più rilevante delle esternalità è rappresentata dalla congestione, in particolare nelle maggiori aree urbane e metropolitane. I benefici in termini di riduzione di tale componente rappresentano dunque la giustificazione più rilevante a supporto del sussidio e di investimenti nel settore dei trasporti pubblici (Parry e Small, 2009). Tuttavia, sia per ragioni di equità che di efficienza oltre che di impatto sulla finanza pubblica, a questo approccio sarebbe da preferire quello fondato su un più estensivo ricorso a sistemi di pedaggio. Con riferimento all'adeguamento dell'offerta sarebbe opportuno verificare se il potenziamento delle infrastrutture stradali non risulti più efficiente rispetto a quello relativo a reti di trasporto collettivo.

1 Il riequilibrio modale

L'obiettivo del riequilibrio modale è stato il cardine della politica europea dei trasporti a partire quanto meno dal 2001 quando fu redatto il “Libro bianco” (Commission of the European Communities, 2001) nel

¹ A titolo di esempio, tra le molte possibili, si riportano due dichiarazioni del Ministro dell'Ambiente e del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti italiani: “La mobilità sostenibile, deve diventare un obiettivo nazionale all'interno della strategia dei cambiamenti climatici. La soluzione è chiara: dobbiamo portare più gente dal mezzo privato al mezzo pubblico” (G. L. Galletti, 19 settembre 2015); “Il trasporto pubblico locale è l'unica vera soluzione strutturale per risolvere il tema dell'inquinamento... Dobbiamo vincere questa sfida a tutti i costi” (G. Delrio, 4 maggio 2016)

quale venivano illustrate più di sessanta misure volte a modificare la ripartizione modale fra modi di trasporto in particolare grazie al rilancio delle ferrovie. Nei tre lustri successivi la quota modale del trasporto su ferro e dei trasporti collettivi è rimasta sostanzialmente immutata (Tabella 1 e Tabella 2) e non si riscontrano differenze significative fra i maggiori Paesi europei.

Tabella 1 – Ripartizione modale per la domanda di trasporto passeggeri nella UE28

MODAL SPLIT

	%						
	PASSENGER CARS	P2W	BUS & COACH	RAILWAY	TRAM & METRO	AIR	SEA
1995	73.2	2.1	9.6	6.6	1.4	6.5	0.6
2000	72.9	1.8	9.3	6.3	1.4	7.8	0.5
2005	72.7	1.9	8.8	6.1	1.4	8.5	0.5
2006	72.5	1.9	8.7	6.2	1.4	8.8	0.4
2007	72.3	1.8	8.8	6.2	1.4	9.0	0.4
2008	72.0	1.9	8.9	6.4	1.5	8.8	0.5
2009	73.2	1.8	8.6	6.3	1.5	8.2	0.4
2010	72.8	1.9	8.5	6.4	1.5	8.5	0.4
2011	72.1	1.9	8.5	6.5	1.5	9.1	0.4
2012	71.7	2.0	8.6	6.7	1.6	9.1	0.3
2013	71.8	1.9	8.5	6.7	1.6	9.2	0.3
2014	71.7	1.9	8.3	6.7	1.6	9.5	0.3
2015	71.5	1.9	8.2	6.7	1.6	9.8	0.3

Notes: Air and Sea: only domestic and intra-EU-28 transport; provisional estimates.
P2W: powered two-wheelers.

Fonte: European Commission, 2017

Tabella 2 – Ripartizione modale per la domanda di trasporto merci nella UE28

MODAL SPLIT

	%					
	ROAD	RAIL	INLAND WATERWAYS	PIPELINES	SEA (*)	AIR
1995	45.3	13.6	4.3	4.0	32.7	0.1
2000	46.5	12.5	4.1	3.9	32.9	0.1
2005	48.6	11.5	3.8	3.8	32.2	0.1
2006	48.9	11.8	3.7	3.7	31.7	0.1
2007	50.0	12.0	3.9	3.4	30.6	0.1
2008	50.0	12.0	4.0	3.4	30.5	0.1
2009	50.4	11.0	4.0	3.7	30.7	0.1
2010	49.4	11.4	4.5	3.5	31.2	0.1
2011	48.8	12.1	4.1	3.4	31.5	0.1
2012	48.5	12.0	4.4	3.4	31.6	0.1
2013	48.8	11.9	4.5	3.3	31.6	0.1
2014	48.2	11.8	4.3	3.2	32.3	0.1
2015	49.0	11.9	4.2	3.3	31.6	0.1

Fonte: European Commission, 2017

L'introduzione negli ultimi tre decenni dei servizi sulle linee ad alta velocità ha determinato un significativo spostamento di domanda dal trasporto aereo alla ferrovia in particolare per quanto riguarda gli spostamenti sulle percorrenze medio lunghe (600 - 800 km) ma l'impatto sulla evoluzione complessiva della domanda in ambito europeo, la cui forte crescita è correlata all'aumento dei viaggi di media percorrenza, risulta essere anch'essa assai modesta (Clewol et. al, 2014). La "attrattività" della ferrovia rispetto al vettore aereo sembra peraltro essere destinata a ridursi in futuro poiché le linee AV realizzate finora coprono già le relazioni OD ove più elevati erano i flussi aerei acquisibili.

In una prospettiva di lungo periodo, è significativo rilevare come anche nel caso della Svizzera, Paese che probabilmente più di ogni altro ha investito sul trasporto ferroviario e collettivo e che dispone di una rete e di servizi di standard molto elevato, l'evoluzione della domanda di trasporto e della ripartizione modale siano state simili a quelle degli altri Paesi europei.

La quota modale della ferrovia ha conosciuto un rapido declino dal 1950 fino al 1985 passando da oltre il 50% al 13% della mobilità delle persone per poi stabilizzarsi su tale livello nel ventennio seguente e risalire al 16,4% nell'ultimo decennio (Tabella 3). Il trasporto individuale su strada deteneva nel 2015 una quota della mobilità complessiva delle persone, espressa in termini di passeggeri-km pari al 76,1% a fronte di una media UE27 pari al 75,3%. In valore assoluto la percorrenza procapite in auto in Svizzera risulta di pari a 11.800 km contro una media di 9.460 nella UE27 (10.300 km della UE15).

Il flusso di merci (tonnellate-km) trasportate su ferrovia nel 2015 in Svizzera (esclusi i traffici di transito) è paragonabile a quello di venti anni prima ed in calo del 15% rispetto al 2008; nello stesso periodo, la strada è cresciuta del 30% e rappresenta attualmente il 76,4% del totale (Tabella 4)², valore di poco superiore a quello medio europeo pari al 71,8%.

Tabella 3 - Evoluzione della domanda di trasporto passeggeri e in Svizzera dal 1950 al 2015

Anno	Passeggeri [milioni di viaggiatori-km]							
	Ferrovia		Autobus		Aereo		Auto	
1950	7.703	52,4%	550	3,7%	35	0,2%	6.400	43,6%
2015	20.795	16,4%	4.397	3,5%	5.037	4,0%	96.467	76,1%

Fonte: nostra elaborazione su dati Litra, 2017

Tabella 4 - Evoluzione della domanda di trasporto merci (nazionale) e in Svizzera dal 1950 al 2015

Anno	Merci [milioni di tonnellate-km]					
	Ferrovia		Impianti fissi		Strada	
1950	1.624	64,3%	0	0,0%	903	35,7%
2015	4.309	23,0%	113	0,6%	14.327	76,4%

Fonte: nostra elaborazione su dati Litra, 2017

La marginalità in termini di spostamento di quote di domanda che può essere conseguita con investimenti volti a potenziare oggi nel nostro Paese l'offerta di servizi collettivi e, in particolare, di quelli "su ferro" può essere evidenziata, ad esempio, con riferimento al caso recente della città di Torino ove è stata realizzata la prima linea di metropolitana (13 km) nonché il passante ferroviario. Gli spostamenti in metropolitana effettuati da soggetti che in precedenza utilizzavano l'auto sono pari a circa 15.000 unità. In base ai dati forniti da ISFORT (2017) in un giorno medio feriale si effettuano in Italia all'incirca 100 milioni di spostamenti di cui il 65% in auto. Assumendo il caso di Torino come rappresentativo della "capacità di attrazione" media

² Rimane largamente maggioritaria la quota della ferrovia sul traffico di transito: prima dell'apertura del traforo stradale del Gottardo (1981), la ferrovia deteneva il quasi monopolio dei traffici di transito (97% delle tonnellate trasportate). Nei tre decenni successivi la gomma è cresciuta fino al 30 per cento dei traffici. La tendenza si è invertita dal 2010 ad oggi, periodo nel quale la quota della ferrovia è risalita all'80%. La Tassa sul Traffico Pesante Commisurata alle Prestazioni (Ttpcp) attualmente in vigore comporta un esborso medio aggiuntivo per l'attraversamento della Svizzera di circa 250 euro, equivalente a un aggravio del costo del trasporto dell'ordine del 60% mentre nel caso della ferrovia è previsto un sussidio di 145 euro per spedizione o 2.080 euro a treno per un totale di 152 milioni di euro all'anno.

di tale tipologia di infrastruttura, si può in prima approssimazione stimare che, con il raddoppio dell'attuale dotazione infrastrutturale a livello nazionale pari a 203 km di linee in esercizio, si potrebbe ridurre il numero di spostamenti in auto di circa 230.000 unità ossia lo 0,4% del totale.

Con riferimento al trasporto delle merci, il Ministro Delrio ha recentemente affermato che negli ultimi anni: "Abbiamo raggiunto un obiettivo molto importante: spostare sempre più merci sulla strada ferrata" (ANSA, 2017). Tale affermazione non trova conferma nei dati disponibili. Tra il 2014 ed il 2017 il traffico ferroviario merci in Italia è cresciuto dell'8,9%. Nello stesso periodo il traffico di veicoli pesanti sulla rete autostradale a pedaggio, ossia il segmento di domanda più simile a quello su rotaia, è passato da 17.067 a 19.162 milioni di veicoli-km. La gomma è quindi cresciuta del 12,3%, quasi il 40% in più della ferrovia la cui quota di mercato si è dunque ulteriormente ridotta nonostante le politiche di sostegno adottate.

È peraltro necessario evidenziare come i dati abitualmente utilizzati per valutare le quote di mercato dei diversi modi di trasporto siano del tutto insoddisfacenti se non volutamente fuorvianti, in particolare per quanto riguarda il settore delle merci. Sia a livello nazionale che europeo vengono infatti diffuse le quote di ciascun modo di trasporto con riferimento alle quantità di merce movimentata (tonnellate-km).

Nel caso dell'Italia, la ripartizione modale del trasporto merci terrestri sul territorio nazionale calcolata in relazione alle tonnellate-km trasportate risulta essere la seguente:

- trasporti nazionali: strada, 93%; ferrovia, 7%;
- trasporti internazionali: strada, 78%; ferrovia, 22%;
- totale: strada, 89%; ferrovia, 11%

Tabella 5 - Ripartizione modale trasporto merci terrestri in Italia (quantità) - anno 2014

	Nazionale [milioni ton-km]	%	Internazionale [milioni ton-km]	%	Totale [milioni ton-km]	%
Strada	119.582	93%	37.429	78%	157.012	89%
Ferrovia	9.636	7%	10.436	22%	20.072	11%

Fonte: nostra elaborazione su dati ISTAT, 2014; Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2015; EUROSTAT, 2016

Tale misurazione è priva di significato fisico ed economico. Il primo richiederebbe un raffronto con l'ingombro delle reti infrastrutturali utilizzate. Il secondo un rapporto al valore del servizio reso ossia alla fatturazione dello stesso al cliente.

Un camion vuoto ingombra come un veicolo che trasporta venticinque tonnellate. Inoltre, il volume da considerare al fine della valutazione del livello di utilizzo, di congestione e della eventuale necessità di adeguamento dell'offerta infrastrutturale non è quello del prodotto trasportato ma quello del veicolo che lo contiene. Quindi, per misurare correttamente l'aspetto fisico dei trasporti, occorrerebbe considerare i "veicoli-km". Questi ultimi hanno in generale una debole correlazione con le tonnellate-km. In certi casi pochi veicoli trasportano molte tonnellate, in altri casi è il contrario.

È del tutto evidente poi che le tonnellate-km non abbiano reale significato economico. In tutti gli ambiti produttivi il riferimento alle misure di peso è stato abbandonato un secolo fa e si fa esclusivo riferimento al valore economico delle attività.

L'ammontare del traffico merci sulla rete stradale nazionale risulta pari a circa 65 miliardi di veicoli-km³.

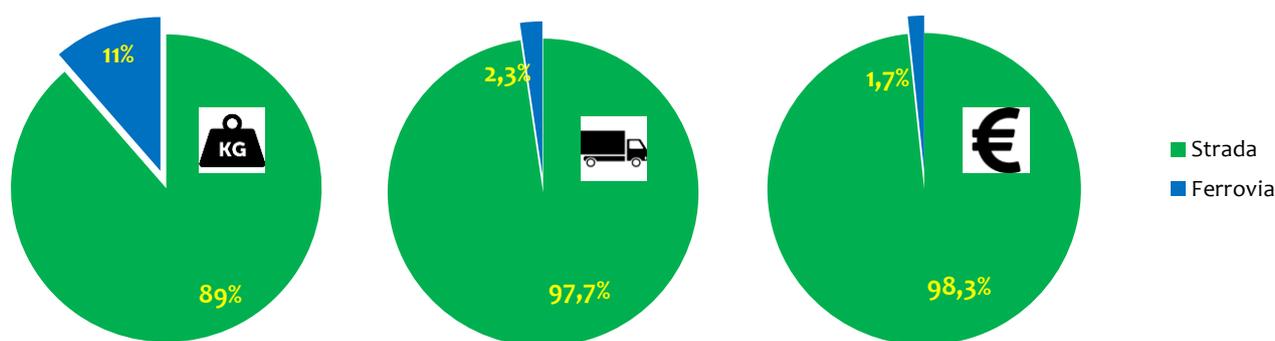
Quale sarebbe il traffico aggiuntivo sulla rete stradale qualora l'attuale trasporto di merci su ferrovia venisse soddisfatto tramite trasporto su gomma?

Ipotizzando che i treni merci circolanti in Italia venissero sostituiti da autoarticolati aventi un carico medio di 13 t (identico a quello dei mezzi che attraversano l'arco alpino), si determinerebbe un traffico aggiuntivo sulla rete stradale pari a circa 1,60 miliardi di veicoli km. La quota parte di domanda soddisfatta dalla ferrovia risulta quindi dell'ordine del 2,3% in termini di traffico di veicoli pesanti.

Assumendo che un veicolo merci equivalga in termini di occupazione di spazio a tre autovetture, il traffico su ferrovia si attesta intorno allo 0,8% del traffico stradale complessivo.

Un'analisi realizzata dal Centro Studi Confetra nell'anno 2008 stima che il "prezzo che le merci prodotte e consumate sul mercato italiano, nonché quelle esportate ed importate pagano per la vezione" (esclusa la logistica) ammontava nel 2006 a 92,6 miliardi; quello della ferrovia era pari nel 2014 a 1,5 miliardi (1,3 di FS e 250 milioni per gli operatori che aderiscono a Fercargo) pari ad una quota di mercato dell'1,7%.

Tabella 6 - Ripartizione modale trasporto merci terrestre in quantità, flussi di traffico e fatturato



Fonte: nostra elaborazione su dati Tabella 5; Department of Transport, 2004; Centro Studi Confetra, 2008

2 L'evoluzione tecnologica

In un orizzonte temporale pluridecennale l'elemento determinante ai fini dell'evoluzione delle emissioni di inquinanti atmosferici locali e dell'anidride carbonica è stato (e sarà) rappresentato dall'evoluzione tecnologica dei veicoli.

2.1.1 Emissioni di inquinanti atmosferici locali

Con riferimento agli inquinanti atmosferici si evidenzia come nel periodo compreso tra il 1970 ed il 2015 le emissioni unitarie delle auto sono state radicalmente abbattute: ad esempio, la quantità di ossidi di azoto e di polveri emessa da un'auto alimentata a gasolio è diminuita di oltre il 98% per un'auto che rispetti gli standard vigenti (Figura 1). L'evoluzione complessiva risulta essere solo leggermente meno favorevole anche qualora si considerino gli scostamenti tra emissioni "teoriche" ed in condizioni di guida reali. Una recente ricerca dell'International Council for Clean Transportation (2014) volta a verificare le emissioni di un campione dei veicoli in condizioni di guida reali, è pervenuta alla conclusione che, in media, le emissioni

³ La stima è fornita in Department for Transport 2004. Non sono disponibili, per quanto a conoscenza di chi scrive, analoghi dati desumibili da statistiche nazionali o della Unione Europea.

di uno tra gli inquinanti presi in esame, gli ossidi di azoto (NO_x), sono più alte di sette volte rispetto a quanto previsto dallo standard EURO VI ossia "solo" dell'87% inferiori rispetto a quelle di un'auto commercializzata tre decenni fa. Approssimativamente, nel loro insieme, le auto analizzate si comportano come veicoli "EURO III", sei (su quindici testati) sono a standard EURO IV ed una è conforme ad EURO VI: già oggi è quindi disponibile una tecnologia in grado di soddisfare gli standard vigenti.

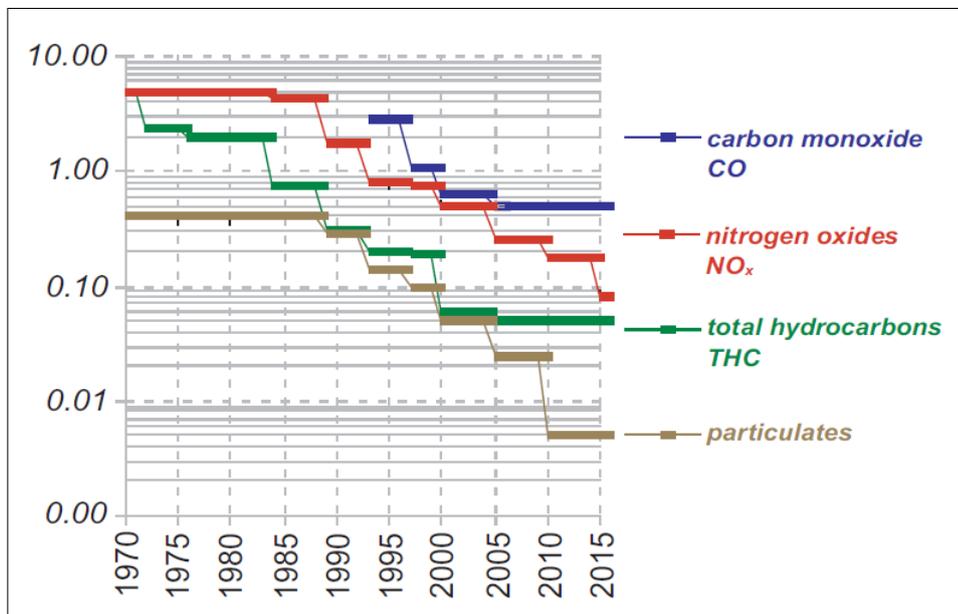


Figura 1 – Emissioni unitarie di un'auto alimentata a gasolio [g/km]

Fonte: Unione Routière de France, 2008

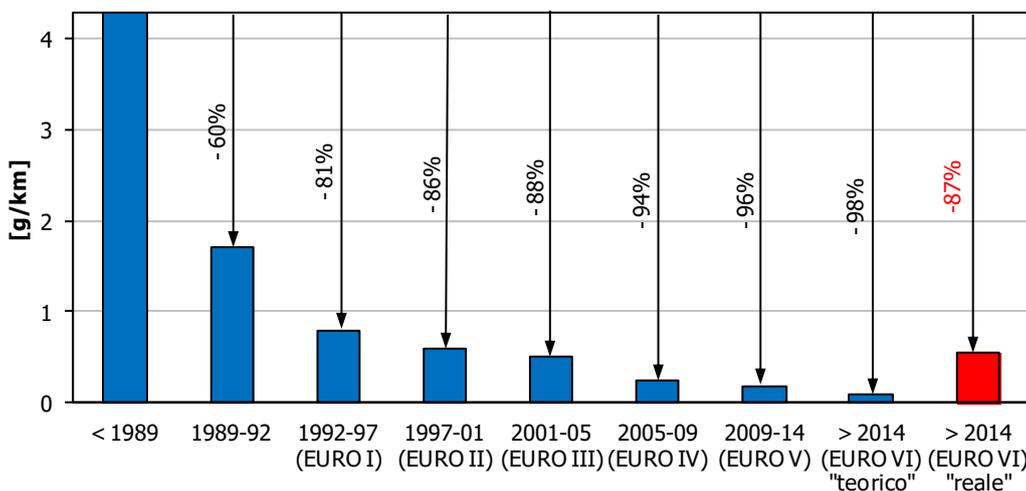


Figura 2 – Emissioni di NO_x unitarie di un'auto alimentata a gasolio [g/km]

Fonte: nostra elaborazione su dati Unione Routière de France, 2008 e International Council for Clean Transportation, 2014

Il gap tra emissioni teoriche e reali è peraltro destinato a ridursi rapidamente: i veicoli immatricolati dopo il 2015 rispettano gli standard in vigore per almeno una tipologia di ciclo di guida (Ricardo, 2017).

The stages of Euro 6 introduction show a progressive reduction in real world driving diesel NOx emissions



Diesel NOx under real world test conditions

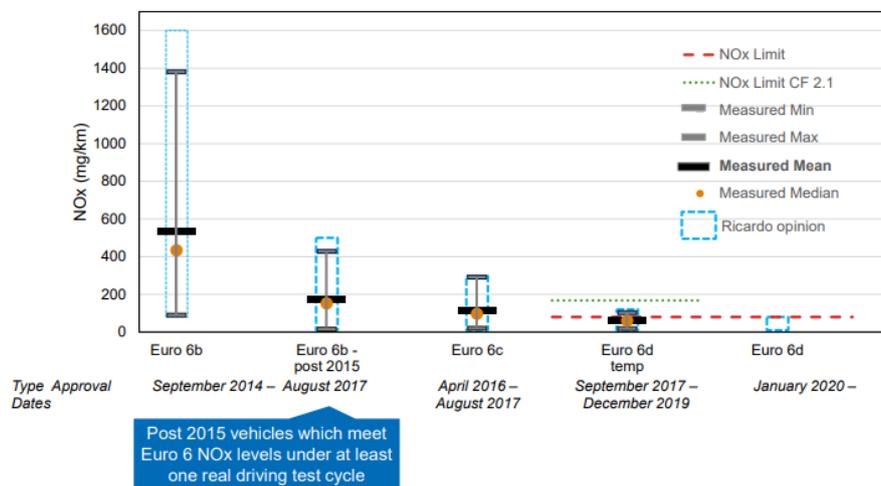


Figura 3 – Emissioni di NO_x in condizioni di guida reali per auto Euro VI vs. standard normativo

Fonte: Ricardo, 2017

Tale evoluzione, abbinata a quella analoga che ha interessato gli altri settori, ha determinato, pur in presenza di una significativa crescita della mobilità, una rilevante riduzione delle emissioni totali ed un netto miglioramento della qualità dell'aria nei Paesi a reddito più elevato. Con riferimento alla realtà europea, si cita il caso di Milano dove, tra il 1993 e il 2015 (dati ARPA Lombardia, 2015):

- il biossido di zolfo è passato da 27 a 5 µg/m³ (-82%);
- il biossido di azoto è diminuito da 92 a 50 µg/m³ (-54%);
- l'ossido di carbonio è stato abbattuto da 3,5 a 1,2 µg/m³ (-66%);

Ancor più significativa è l'evoluzione nel lungo periodo della concentrazione delle polveri, l'inquinante che la Organizzazione Mondiale della Sanità considera una buona proxy del livello complessivo di inquinamento: a Milano oggi la concentrazione media di PM₁₀ è intorno ai 40 µg/m³; quaranta anni fa le polveri totali (di cui il PM₁₀ rappresenta l'80-85%) erano pari a circa 175 µg/m³.

Tale tendenza sarebbe risultata ancor più favorevole se non si fosse registrato un forte aumento delle emissioni di polveri nel settore residenziale correlato al maggior uso di biomasse peraltro incentivato dalle amministrazioni pubbliche: tra il 1990 ed il 2010 le emissioni di PM₁₀ del settore stradale sono diminuite del 62% mentre quelle del settore residenziale sono triplicate (Figura 4).

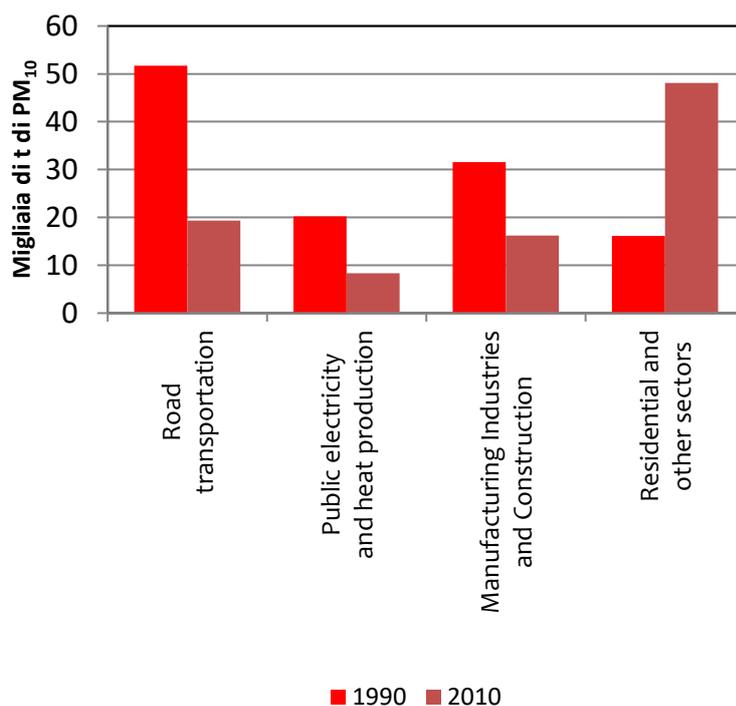


Figura 4 - Emissioni di PM₁₀ in Italia

Fonte: nostra elaborazione su dati European Commission, 2018

Tali tendenze⁴ sono destinate a proseguire nel futuro in assenza di ulteriori provvedimenti con l'ulteriore rinnovo del parco veicolare.

Come indicato nel recente Piano Regionale per la Qualità dell'aria del Piemonte (ARPA Piemonte, 2017), per quanto concerne i due principali inquinanti le cui concentrazioni attuali superano i limiti previsti dalle norme in vigore ossia le polveri sottili e il biossido di azoto nello "scenario tendenziale" si prevede che:

"Per quanto riguarda il particolato primario PM₁₀, il bilancio tra aumenti e riduzioni porta globalmente ad una riduzione complessiva delle emissioni al 2030; in particolare si nota una riduzione delle emissioni legate ai trasporti stradali, principalmente legata all'evoluzione tecnologica dei veicoli. Anche le emissioni di NO_x risultano in forte calo dal 2010 al 2030, soprattutto grazie al miglioramento dal punto di vista emissivo del comparto trasporti" (p. 137)

"Al 2030 si prevede una consistente e diffusa riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto, mentre, per quanto riguarda il particolato, si osserva ad una riduzione delle concentrazioni in particolare nell'Agglomerato di Torino e in altre aree urbane, legato alla prevista riduzione delle emissioni da traffico per le innovazioni tecnologiche ed il miglioramento dei carburanti." (p. 140)

⁴ L'unico dato in controtendenza è quello relativo all'ozono, cresciuto da 22 a 42 µg/m³. A differenza delle altre sostanze inquinanti, l'ozono non viene emesso dai motori degli autoveicoli. La sua comparsa risulta da reazioni chimiche complesse che si producono talvolta tra il biossido di azoto e i composti organici volatili in presenza di radiazioni ultraviolette del sole. Va aggiunto che in media le concentrazioni di ozono sono più basse nelle città che in campagna, in quanto curiosamente un'altra sostanza emessa dagli autoveicoli, il monossido di azoto, "distrugge" l'ozono quando si trova in sua presenza: non a caso la crescita più significativa della concentrazione di ozono a Milano si è verificata tra gli anni 1988 e 1997 contemporaneamente ad una considerevole riduzione del monossido di azoto.

"Per il particolato PM₁₀, la distribuzione delle concentrazioni medie annue e del numero di superamenti del valore limite giornaliero attribuiti ai comuni prevede al 2030 una riduzione su tutto il territorio piemontese, in particolare per l'Agglomerato di Torino. Per quanto riguarda il superamento del valore limite giornaliero, permangono aree di pianura con numero di superamenti intorno al limite, oltre ad aree di maggiore criticità probabilmente legate all'utilizzo della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico." (p. 143)

"La situazione descritta per il particolato PM₁₀ si ripresenta nel caso della frazione inferiore, ossia il PM_{2,5}" (p. 143)

"Biossido di azoto. Per questo inquinante l'evoluzione al 2030 non prevede situazioni di criticità, come si può osservare nella mappa relativa alle concentrazioni medie annue su base comunale). Nel 2030 il valore medio annuo non sarà superato e le concentrazioni rimarranno nell'Agglomerato di Torino fra la soglia di valutazione superiore e il valore limite, mentre nella Zona di Pianura le concentrazioni saranno per lo più al di sotto della soglia di valutazione inferiore. Per quanto riguarda il numero di superamenti del valore limite orario, al 2030 non si avranno superamenti della soglia di valutazione inferiore su tutto il Piemonte." (p. 143)

Tale evoluzione non sarà modificata, se non in misura marginale, da politiche volte a favorire il riequilibrio modale verso modi di trasporto a minor impatto ambientale come, ad esempio, risulta evidente dall'analisi dei contenuti del Piano Urbano della mobilità sostenibile del Comune di Milano (2015a). Il Piano si propone come obiettivo una riduzione della quota di domanda di mobilità soddisfatta dal mezzo individuale a favore dei trasporti collettivi e degli spostamenti in auto ed a piedi: l'attuazione dei progetti previsti dal documento determinerebbe una riduzione della percentuale di spostamenti in auto di circa il 6% (dal 28,8% al 22,9% nel caso di quelli interni alla città e dal 57,1% al 51,3% per quelli di scambio); il 5% della domanda passerebbe al trasporto pubblico ed il restante 1% alla bicicletta.

In quale misura tale cambio modale influirebbe sulla qualità dell'aria? Il piano non fornisce una risposta esplicita a tale interrogativo ma una stima approssimativa può essere fornita sulla base degli scenari di evoluzione delle emissioni che vengono descritti analiticamente. In particolare, nel documento vengono messi a confronto lo "stato di fatto" attuale, lo "scenario di riferimento" (ossia come si evolverebbe la situazione in assenza di provvedimenti) e lo "scenario di progetto".

Nello scenario di riferimento le emissioni si ridurrebbero rispetto allo stato di fatto di una percentuale compresa tra il 21% nel caso del PM₁₀ ed il 72% per il EC-BC (carbonio elementare - black carbon). Come riconosciuto nello stesso documento: "il contributo più rilevante alla riduzione delle emissioni è attribuibile al progresso tecnologico nella progettazione dei veicoli a motore per il rispetto delle direttive europee in materia di emissioni da veicoli a motore e al progressivo ricambio nel parco veicolare circolante" (Figura 5). A valle di esso vi è un marginale contributo delle azioni poste in essere per modificare la ripartizione modale degli spostamenti. Nel caso del PM_{2,5}, la differenza di emissioni tra lo scenario tendenziale e quello di progetto risulta pari a 17 t/anno che rappresentano meno dell'1% di quelle totali della Provincia di Milano pari nel 2012 a 2.117 tonnellate (Tabella 7).

Tabella 7 – Emissioni atmosferiche dovute ai trasporti nell’area metropolitana di Milano: scenario tendenziale vs. scenario di progetto (PUMS) [tonnellate/anno]

	Stato di fatto	Scenario tendenziale	Scenario di progetto	Δ (progetto vs. tendenziale)
PM ₁₀	667	525	493	-32
PM _{2,5}	461	307	290	-17
NO ₂	2113	586	551	-35
EC_BC	164	45	42	-3

Fonte: nostra elaborazione su dati Comune di Milano, 2015a

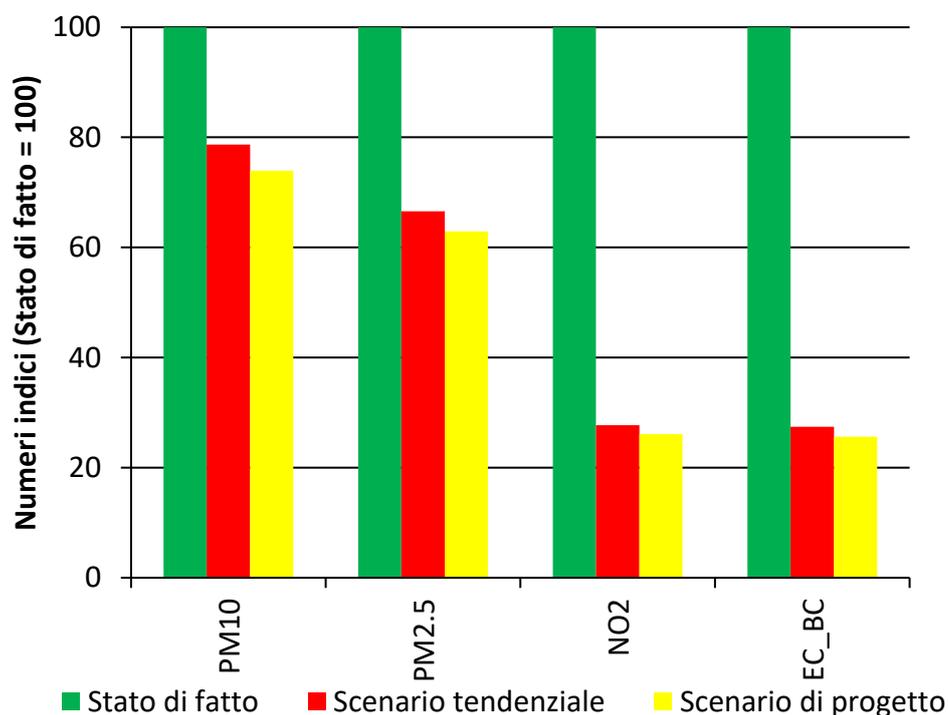


Figura 5 – Emissioni atmosferiche dovute ai trasporti nell’area metropolitana di Milano: scenario tendenziale vs. scenario di progetto (PUMS) – numeri indici

Fonte: nostra elaborazione su dati Comune di Milano, 2015a

2.1.2 Emissioni di anidride carbonica

Negli ultimi quaranta anni le emissioni totali di anidride carbonica del settore dei trasporti nel mondo sono aumentate da 2,7 miliardi a 7,1 miliardi di tonnellate. La quota di emissioni attribuibile al trasporto su strada è aumentata dal 59 al 72% (Figura 6).

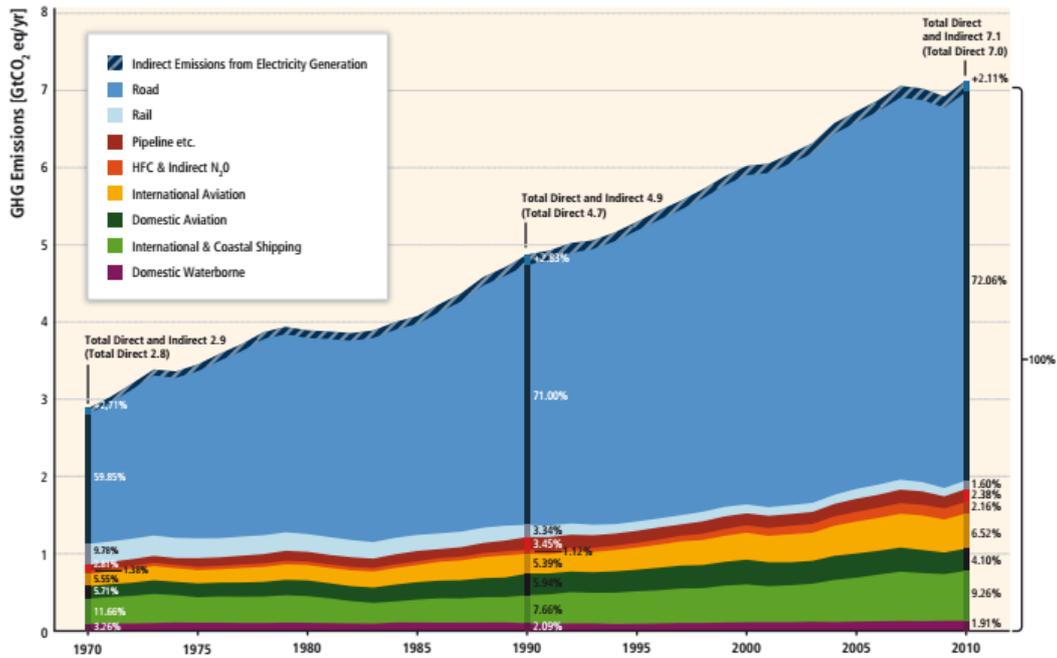


Figura 6 – Evoluzione delle emissioni di CO₂ nel settore dei trasporti dal 1971 al 2010

Fonte: Sims et al., 2014

Nel 2010 la quota di emissioni di gas serra del settore dei trasporti era pari al 14,3% del totale.

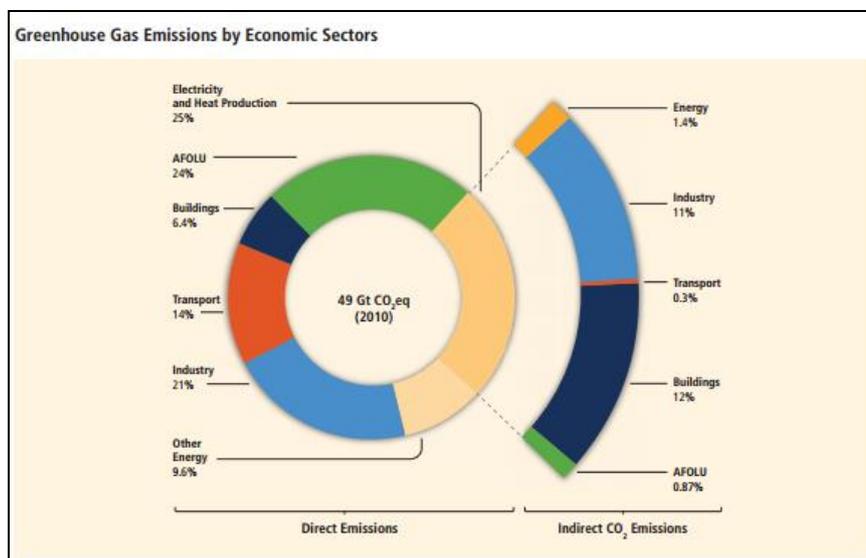


Figura 7 – Ripartizione delle emissioni di gas serra nel mondo per settore - anno 2010

Fonte: IPCC, 2014

Anche con riferimento a questa tipologia di emissioni, il trend evolutivo nei prossimi decenni in ambito europeo sarà prevalentemente influenzato dall'evoluzione tecnologica dei veicoli e non dalla modifica della ripartizione modale: tra il 2000 ed il 2015 le emissioni medie teoriche dei veicoli immatricolati in Europa (EU15) sono diminuite del 31%, da 172,2 a 119,5 g/km (Tabella 8). In considerazione degli scostamenti tra emissioni in condizioni di prova e quelle reali, è stato stimato che la riduzione reale tra il 2000 e il 2013 sia stata pari all'8%, da 184 g/km a 168 g/km (International Council on Clean Transportation

Europe, 2015). A partire dal 2020 in avanti l'Unione Europea ha fissato un obiettivo di 95 g/km come livello medio di emissioni per il nuovo parco auto.

Tabella 8 - Emissioni medie di CO₂ [g/km] delle auto immatricolate nell'Unione Europea dal 2000 al 2013

g CO ₂ /km	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (*)	2011 (*)	2012 (*)	2013 (*)	2014 (*)	2015 (*)
All fuels	172.2	169.7	167.2	165.5	163.4	162.4	161.3	158.7	153.6	145.7	140.3	135.7	132.2	126.7	123.4	119.5
Petrol	177.4	175.3	173.5	171.7	170.0	168.1	164.9	161.6	156.6	147.6	142.5	137.6	133.7	128.5	125.6	122.5
Diesel	160.3	159.7	158.1	157.7	156.2	156.5	157.9	156.3	151.2	145.3	139.3	134.5	131.5	126.9	123.2	119.2
AFV (*)	208.0	207.4	179.2	164.7	147.9	149.4	151.1	140.0	137.0	125.8	126.0	124.7	118.5	98.3	90.8	79.2

Note: (*) The calculation for the years 2010–2014 was done without considering out of scope vehicles.

(*) For the calculation of the average CO₂ emissions of AFVs, pure electric, liquefied petroleum gas vehicles (LPGs), natural gas vehicles (NG), ethanol (E85), biodiesel, and plug-in hybrid vehicles are all included.

(*) Fuel type is available for 95 % of the vehicle registrations in 2013.

The geographical scope of the data changes over time from EU-15 through EU-25 and EU-27 to EU-28; see Annex 1 for details.

Fonte: EEA, 2018

Due esemplificazioni possono aiutare a comprendere meglio la limitata rilevanza del cambio modale.

Il Piano urbano della mobilità sostenibile del Comune di Milano (2015a) stima una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 174mila t; ipotizzando di replicare per venti volte le misure previste da tale piano, a scala nazionale si avrebbe una ricaduta pari a circa lo 0,7% delle emissioni totali in Italia.

Nel 2014 in Italia sono state trasportate su ferrovia poco meno di 20 miliardi di t-km (come nel 1990). Si ipotizzi che nei prossimi vent'anni la ferrovia riesca ad acquisire dalla strada un quantitativo di merci dello stesso ordine di grandezza (con una crescita, dovuta al solo riequilibrio modale, pari al 3,5% annuo).

Assumendo un carico medio di 10 t per veicolo pesante, tale evoluzione corrisponderebbe ad una riduzione del trasporto merci su strada pari a 2 miliardi di veicoli-km. Le emissioni di un autoarticolato sono oggi di poco inferiori ai 900 g/km. La riduzione complessiva delle emissioni conseguita grazie al cambio modale sarebbe quindi intorno alle 1,8 milioni di t (al lordo delle emissioni ferroviarie aggiuntive) ossia lo 0,37% delle attuali emissioni di gas serra in Italia si attestano intorno ai 490 milioni di t di CO₂ equivalenti.

Si evidenzia come nel 2015 in Italia, Paese che presenta una dotazione di infrastrutture e di servizi di trasporto collettivo più modesta di quella della maggior parte dei Paesi europei e, ancor più, della Svizzera, il livello di emissioni di CO₂ procapite è risultato pari a 1.696 kg; Francia, Germania e Regno Unito si attestano rispettivamente a 1.813, 1840 e 1.929 kg mentre in Svizzera si sfiorano i 2.000 kg (Figura 8).

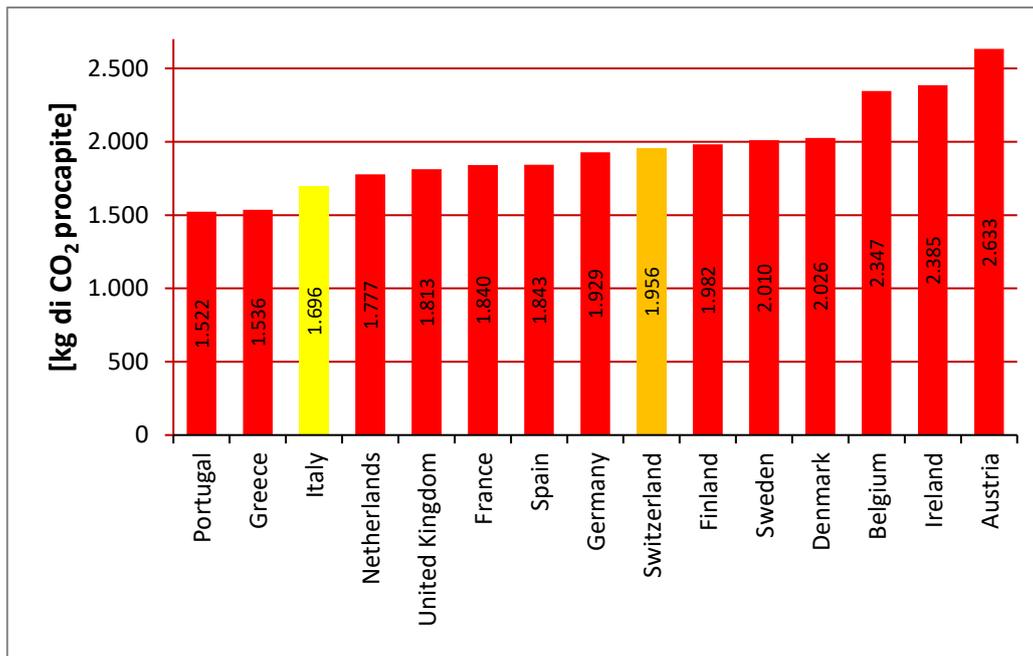


Figura 8 – Emissioni di CO₂ procapite nei Paesi UE-15 e in Svizzera - anno 2015

Fonte: nostra elaborazione su dati IEA, 2017

Si evidenzia altresì come, a scala mondiale, l'evoluzione delle emissioni di CO₂ del settore dei trasporti sarà in larga misura determinata dalla crescita dei livelli di motorizzazione dei Paesi in via di sviluppo mentre il peso dell'Europa è destinato progressivamente a ridursi.

Tra il 2005 ed il 2013, il numero di veicoli stradali (auto e mezzi commerciali) venduti in un anno è passato da 66 milioni a 88 milioni (+34%), ed il parco circolante mondiale è cresciuto da 892 milioni ad 1,18 miliardi di veicoli (+31%).

In base alle stime dell'International Transport Forum (2012), tra il 2000 e il 2050 si prevede una crescita della mobilità passeggeri compresa tra tre e quattro volte (tra cinque e sei volte nei Paesi che non fanno parte dell'OECD; in Cina la quota dell'auto dovrebbe passare dal 10 al 50%) e di quella delle merci tra 2,6 e 3,5 volte. La quota di mobilità di Paesi OECD diminuirà dal 54% al 22% per i passeggeri e dal 52% al 31% per le merci (Figura 9).

Con riferimento alla totalità delle emissioni, l'Europa - che era responsabile del 19 per cento delle emissioni mondiali nel 1990 - è scesa al 12% nel 2010 e, secondo le previsioni dell'IEA (International Energy Agency), nel 2030 al nostro continente sarà attribuibile solo il 7 per cento della CO₂ emessa.

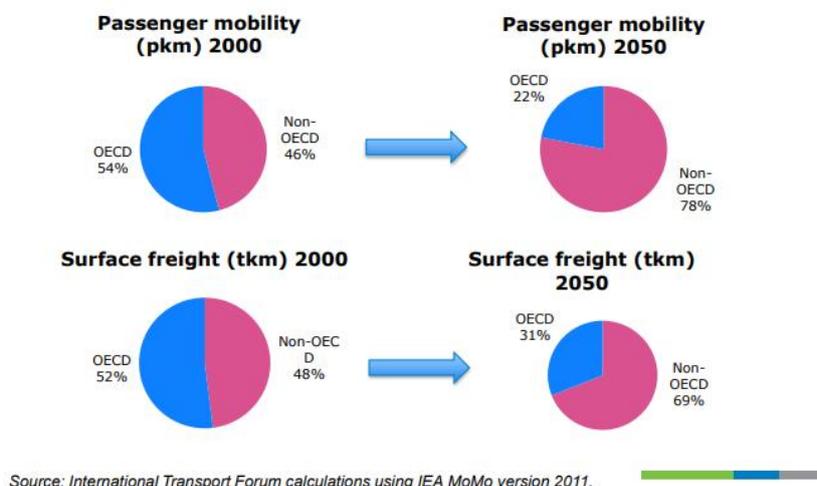
Shift in centre of gravity from OECD to non-OECD countries
(halfway case between high and low scenarios)

Figura 9 – Quote di domanda di mobilità di Paesi OECD e non OECD

Fonte: ITF, 2012

3 Chi inquina, paga

Benché il settore automobilistico sia in molti Paesi e in particolare in ambito europeo sottoposto a un rilevante carico fiscale, generalmente in ambito urbano, il singolo automobilista non sostiene interamente i costi esterni (congestione, incidentalità, uso dell'infrastruttura ed inquinamento) associati alla propria decisione di utilizzo del mezzo privato e, quindi, l'entità del trasporto di persone con mezzo proprio si colloca al di sopra del livello socialmente preferibile.

Tale situazione è riconducibile all'uniformità della tassazione sia sotto il profilo spaziale sia temporale, in presenza di una significativa variabilità dei costi esterni fra ambito urbano ed extraurbano; dunque, mentre chi utilizza l'automobile in ambito extraurbano o in ogni caso in aree non congestionate, paga un prezzo superiore al costo comprensivo delle esternalità, la situazione speculare si verifica nel caso di spostamenti in città, in particolare nelle ore di punta.

Una recente ricerca del Fondo Monetario Internazionale (IMF, 2014) pur assumendo una definizione assai dubbia dei costi di congestione, calcolati come differenza tra i tempi effettivamente impiegati per gli spostamenti e quelli che sarebbero necessari in presenza di "flusso libero" che non rappresenta però una condizione efficiente di utilizzo della infrastruttura che risulterebbe largamente sottoutilizzata⁵, giunge alla seguente conclusione: la tassa per litro necessaria per internalizzare tutti i costi esterni in ambito nazionale sarebbe pari per i veicoli alimentati a benzina a € 0,42 e per i veicoli diesel a € 0,59. L'attuale accisa si attesta rispettivamente a € 1,008 per la benzina e a € 0,875 per il gasolio (MISE, 2018).

⁵ In base alle stime di R. Prud'Homme (2001), con riferimento alla città di Parigi il rapporto tra costo "economico" della congestione e quello del "tempo perso" è pari a 1/15.

Un quadro analitico di maggior dettaglio relativo ai costi esterni del traffico su gomma per tipologia di veicolo e per ambito territoriale di riferimento è reso disponibile dalla UE (DG Move, 2014).

Per quanto concerne l'inquinamento atmosferico, i costi esterni calcolati sulla base delle emissioni reali dei veicoli, mostrano una radicale diminuzione passando da mezzi Euro 0 a Euro 6; nel caso dei veicoli alimentati a gasolio si ha una riduzione del 93% (da 9,9 a 0,7 €cent/veicolo-km) e per quelli a benzina dell'89% (da 3,6 a 0,4 €cent/veicolo-km) (Figura 10).

Per quanto concerne i costi dei cambiamenti climatici il parametro di riferimento utilizzato dalla UE è pari a € 90 per tonnellata di CO₂⁶. Il valore dell'esternalità varia tra i 2,4 e i 2,1 €cent/veicolo-km per i diesel e tra i 3,4 e i 2,9 €cent/veicolo-km per quelli a benzina.

Il costo unitario dell'inquinamento acustico in ambito urbano è stimato pari a 0,88 cent/veicolo-km nel caso di traffico congestionato e a 2,14 €cent/veicolo-km per traffico scorrevole.

Assommano rispettivamente a 0,6€ cent/veicolo-km la esternalità relativa all'incidentalità e a 0,5 €cent/veicolo-km quella per l'usura della infrastruttura.

In Tabella 9 si riporta un quadro riepilogativo dei costi esterni sopra descritti. Nelle due ultime colonne viene indicato il costo esterno complessivo (esclusa la congestione, vedi infra) e il prelievo fiscale per km percorso.

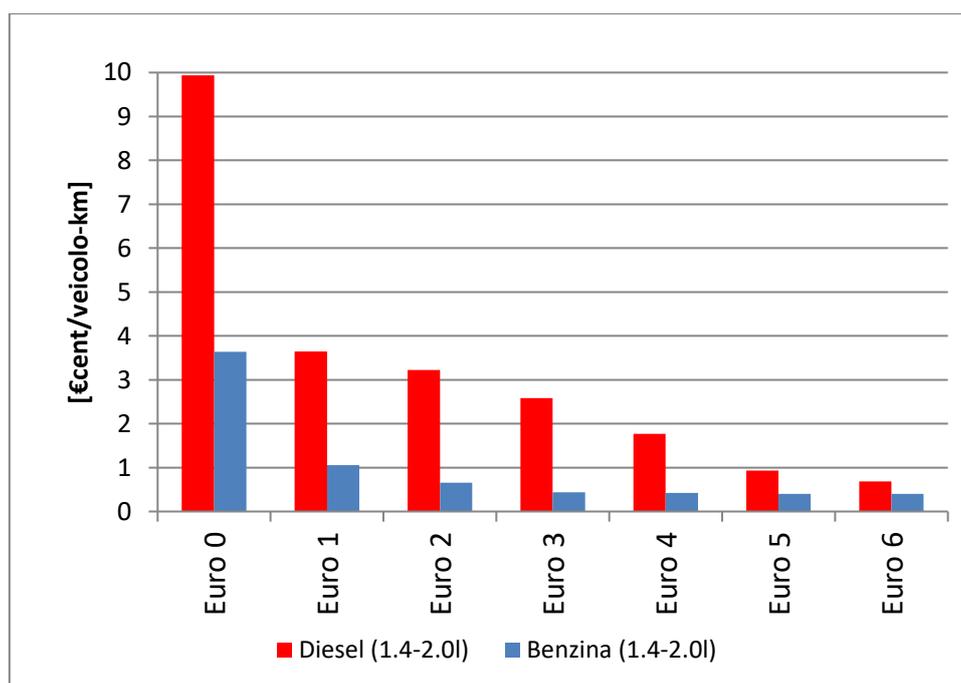


Figura 10– Costi esterni dell'inquinamento atmosferico generato dalle auto in ambito urbano

Fonte: nostra elaborazione su dati DG Move, 2014

⁶ Tale valore corrisponde alla stima del costo necessario per conseguire una riduzione delle emissioni tale da consentire il contenimento dell'incremento della temperatura entro i 2°C e non rappresenta dunque il reale valore del costo esterno che in un paper (Tol 2011) che prende in rassegna i dati di 311 studi pubblicati finora viene stimato in media pari a 23 \$/tCO₂ (il FMI adotta un valore pari a 35 \$/tCO₂).

Tabella 9 – Costi esterni (esclusa congestione) e prelievo fiscale sull'auto in ambito urbano [€ct/veicolo-km]

		Inquinamento atmosferico	Rumore (traffico scorrevole)	Cambiamenti climatici	Infrastruttura	Incidenti	Costi esterni (esclusa congestione)	Prelievo fiscale	Δ (Prelievo fiscale / Costi esterni)
diesel (1.4-2.0l)	Euro 0	9,9	2,14	2,4	0,5	0,6	15,6	8,64	-6,94
	Euro 1	3,6	2,14	2,2	0,5	0,6	9,1	7,92	-1,16
	Euro 2	3,2	2,14	2,2	0,5	0,6	8,7	7,92	-0,74
	Euro 3	2,6	2,14	2,1	0,5	0,6	7,9	7,56	-0,36
	Euro 4	1,8	2,14	2,1	0,5	0,6	7,1	7,56	0,45
	Euro 5	0,9	2,14	2,1	0,5	0,6	6,3	7,56	1,29
	Euro 6	0,7	2,14	2,1	0,5	0,6	6,0	7,56	1,54
benzina (1.4-2.0l)	Euro 0	3,6	2,14	3,4	0,5	0,6	10,3	16,24	5,97
	Euro 1	1,1	2,14	3,1	0,5	0,6	7,4	14,81	7,41
	Euro 2	0,7	2,14	3	0,5	0,6	6,9	14,33	7,43
	Euro 3	0,4	2,14	2,9	0,5	0,6	6,6	13,85	7,27
	Euro 4	0,4	2,14	2,9	0,5	0,6	6,6	13,85	7,29
	Euro 5	0,4	2,14	2,9	0,5	0,6	6,5	13,85	7,31
	Euro 6	0,4	2,14	2,9	0,5	0,6	6,5	13,85	7,31

Fonte: nostra elaborazione su dati DG Move, 2014 e MISE, 2018

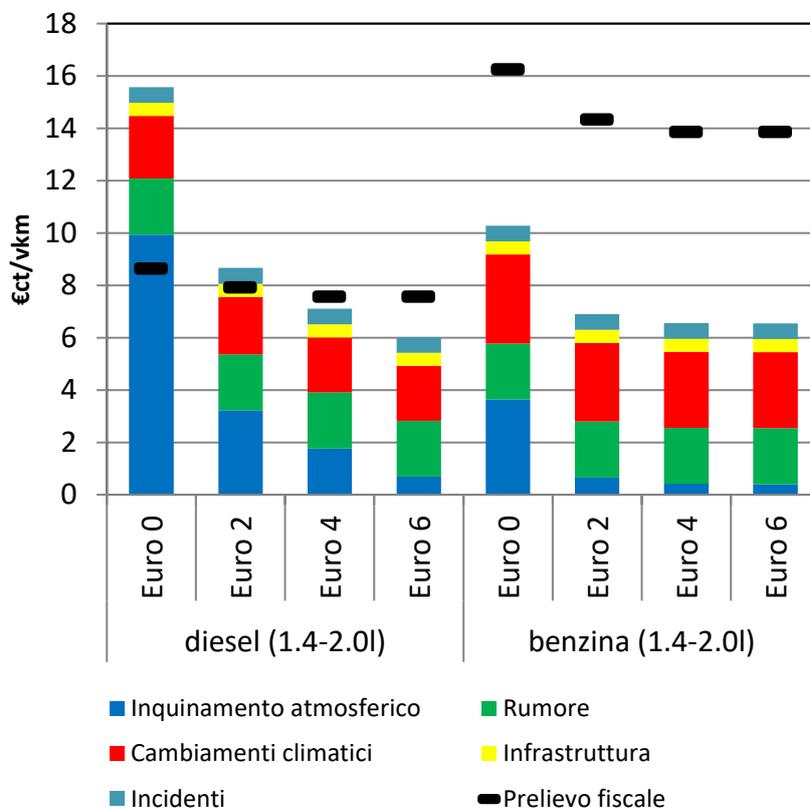


Figura 11– Costi esterni (esclusa congestione) e prelievo fiscale sull'auto in ambito urbano [€ct/veicolo-km]

Fonte: nostra elaborazione su dati DG Move, 2014 e MISE, 2018

Il prelievo fiscale eccede dunque la sommatoria delle esternalità per tutte le tipologie di auto a benzina e per i veicoli alimentati a gasolio di classe Euro 4 o più recente.

Analoga condizione si riscontra con riferimento ai veicoli pesanti sui percorsi autostradali ossia sostanzialmente gli unici per i quali in alcuni casi è ipotizzabile uno spostamento modale dalla strada alla ferrovia o alle “autostrade del mare”: la fase di “terminalizzazione” non può che avvenire, tranne eccezioni, con mezzi su gomma. Per ciascuna tipologia di veicolo (autoarticolato con massa a pieno carico fino a 40 t) i costi esterni (esclusa la congestione) risultano essere inferiori alla somma di prelievo fiscale⁷ e pedaggio⁸. In particolare, per un veicolo a standard Euro 6, i costi correlati all’inquinamento atmosferico risultano pari al 2,7% di un mezzo Euro 0 e i costi esterni complessivi si attestano intorno a un terzo dell’ammontare di prelievo fiscale e pedaggio.

Tabella 10 – Costi esterni (esclusa congestione) e prelievo fiscale sui veicoli pesanti in ambito autostradale [€ct/veicolo-km]

	Inquinamento atmosferico	Rumore	Cambiamenti climatici	Infrastruttura	Incidenti	Costi esterni (esclusa congestione)	Prelievo fiscale + pedaggio	Δ (Prelievo fiscale / Costi esterni)
Euro 0	14,8	0,15	9,00	3,30	2,1	29,4	48,02	18,67
Euro 1	10,4	0,15	8,20	3,30	2,1	24,1	45,50	21,36
Euro 2	10,4	0,15	7,90	3,30	2,1	23,8	44,56	20,71
Euro 3	8,3	0,15	7,50	3,30	2,1	21,3	37,52	16,17
Euro 4	5,6	0,15	6,70	3,30	2,1	17,8	35,61	17,77
Euro 5	2,3	0,15	6,70	3,30	2,1	14,5	35,61	21,07
Euro 6	0,4	0,15	6,70	3,30	2,1	12,7	35,61	22,93

Fonte: nostra elaborazione su dati Autostrade per l’Italia, 2018; DG Move, 2014; MISE, 2018

⁷ Per i veicoli di standard Euro III o superiore il prelievo fiscale è stato calcolato al netto de credito di imposta previsto dalla normativa vigente, pari nel 2016 a € 214,18609 per mille litri di gasolio utilizzato.

⁸ Il pedaggio per i veicoli pesanti (categoria di veicoli "a 5 o più assi") è stato calcolato con riferimento a due tratte della rete autostradale nazionale, la Napoli - Milano e la Torino - Trieste. Esso risulta nel primo caso pari a € 138,30 e nel secondo pari a € 114,00 che equivalgono a un pedaggio chilometrico rispettivamente di €ct 17,82 e €ct 21,50. Si assume come riferimento il valore medio pari a €ct 19,67.

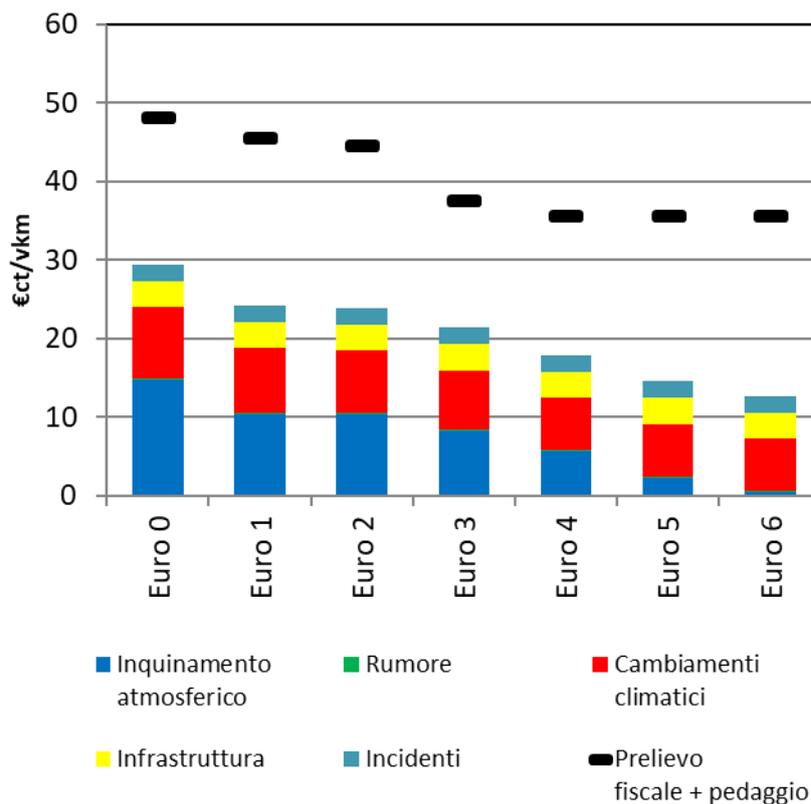


Figura 12– Costi esterni (esclusa congestione) e prelievo fiscale sui veicoli pesanti in ambito autostradale [€/ct/veicolo-km]

Fonte: nostra elaborazione su dati Autostrade per l'Italia, 2018; DG Move, 2014; MISE, 2018

La componente largamente più rilevante delle esternalità sia per le auto sia per i mezzi pesanti è rappresentata dal costo marginale di congestione che in ambito metropolitano raggiunge in condizioni di flusso superiore alla capacità valori pari a 1,8 € per veicolo-km nel caso dell'auto e di 5,2 € per un mezzo pesante articolato (Tabella 11).

Tabella 11 – Costi esterni di congestione per auto e veicoli pesanti in ambito urbano e metropolitano [€/ct/veicolo-km]

	Auto		Veicolo pesante articolato	
	Area urbana	Area metropolitana	Area urbana	Area metropolitana
Flusso libero	0,6	0,9	1,8	2,7
Flusso prossimo alla capacità	48,7	141,3	141,1	409,8
Flusso superiore alla capacità	75,8	181,3	219,9	525,6

Fonte: DG Move, 2014

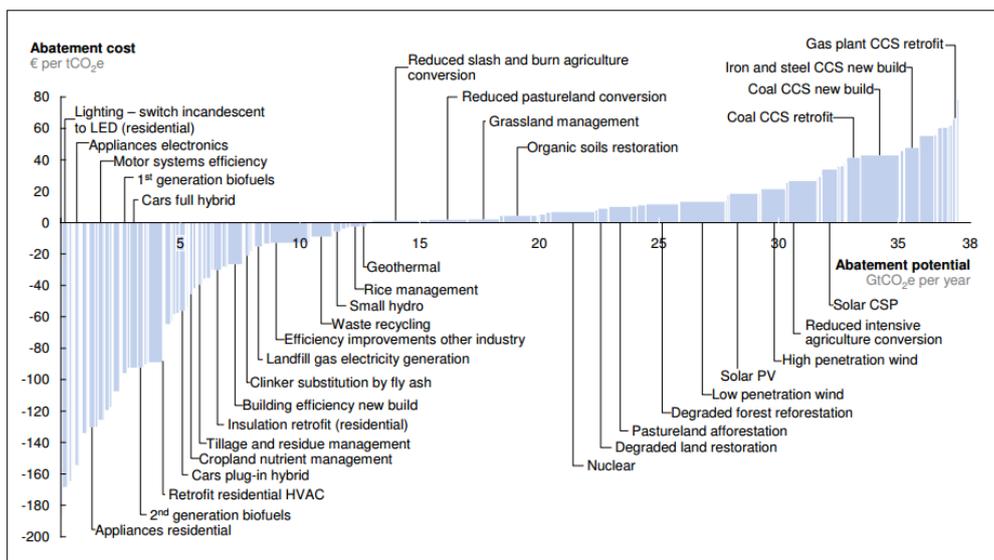
4 Il costo opportunità

Con riferimento alla anidride carbonica, si evidenzia come il costo marginale di riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti risulti molto più elevato che in altri ambiti. La quantità di emissioni provocata dalla combustione di un litro di benzina è pari a circa 2,35 kg. Lo stesso litro di benzina in Italia è soggetto a 1,008 € di tasse specifiche. Come dato di fatto, per ogni litro di benzina “salvato” nel caso di cambio modale, il tesoro perde un introito equivalente con il quale potrebbe oggi teoricamente acquistare

all'interno del sistema europeo di scambio di quote di CO₂ (EU-ETS⁹) una riduzione di CO₂ pari a circa 73 kg¹⁰ (ed a 25 kg in corrispondenza della quotazione massima - 30 € per tonnellata di CO₂ registrata nel 2008). L'intero comparto della mobilità su gomma potrebbe quindi oggi essere reso *carbon neutral* se lo Stato decidesse di destinare a tal fine una quota modesta degli introiti fiscali del settore (se questo non accade si dovrebbe presumere che l'impiego alternativo delle risorse acquisite comporti benefici superiori a quelli attesi dalla riduzione delle emissioni).

Una stima del costo di riduzione delle emissioni di CO₂ tramite politiche di riequilibrio modale può essere desunta dalla valutazione socio-economica degli scenari del Piano urbano della mobilità sostenibile del Comune di Milano. Il costo annuo per la finanza pubblica è previsto pari a 190 milioni € (Comune di Milano, 2015b) che equivalgono a circa 1.000 € per t di CO₂ non emessa.

Un'analisi di qualche anno fa (Enkvist et al., 2010) giunge alla conclusione che l'adozione entro il 2030 di misure di riduzione delle emissioni aventi costi unitari inferiori ad 80 €/t CO₂ (di cui l'85% inferiori a 40 €/t CO₂) sarebbe coerente con uno scenario di evoluzione delle emissioni che determinerebbe il raggiungimento di una concentrazione massima di CO₂ in atmosfera pari a 510 ppm corrispondenti ad una crescita massima della temperatura rispetto al periodo pre-industriale di 2°C.



Fonte: Enkvist et al., 2010

5 Impatto sulla finanza pubblica

In ambito nazionale ed europeo, da svariati decenni, si registra una rilevante difformità settoriale in termini di impatto della mobilità sulla finanza pubblica. Restringendo il campo di osservazione ai trasporti terrestri si

⁹ Il Sistema europeo di scambio di quote di emissione (European Union Emissions Trading Scheme - EU ETS) è il principale strumento adottato dall'Unione europea, in attuazione del Protocollo di Kyoto, per ridurre le emissioni di gas a effetto serra nei settori energivori, ovvero i settori industriali caratterizzati da maggiori emissioni.

Il Sistema è stato istituito dalla Direttiva 2003/87/CE e successive modificazioni (Direttiva ETS) e traspone in Europa, per gli impianti industriali, per il settore della produzione di energia elettrica e termica e per gli operatori aerei, il meccanismo di "cap&trade" introdotto a livello internazionale dal Protocollo di Kyoto.

L'EU ETS è un sistema "cap&trade" perché fissa un tetto massimo ("cap") al livello totale delle emissioni consentite a tutti i soggetti vincolati dal sistema, ma consente ai partecipanti di acquistare e vendere sul mercato ("trade") diritti di emissione di CO₂ ("quote") secondo le loro necessità, all'interno del limite stabilito.

¹⁰ Il 17 aprile 2018 le quote di emissione sono scambiate a circa 13,8 € per tonnellata di CO₂.

rileva come le ferrovie e gli altri impianti fissi determinino un costo annuo per la finanza pubblica che si attesta attualmente intorno ai 9 miliardi; all'incirca pari a 6 miliardi è la spesa per il trasporto pubblico locale. Il settore stradale è, al contrario, un rilevante contributore netto al settore pubblico: a fronte di una spesa complessiva intorno ai 16 miliardi di euro, si registrano entrate fiscali pari a 55 miliardi (71 includendo l'IVA su acquisto, manutenzione veicoli e pedaggi autostradali).

Tabella 12 – Spesa pubblica netta per settore - anno 2014 [milioni €]

	Spesa lorda	Entrate fiscali / Introiti commerciali	Spesa netta per il settore pubblico
Ferrovie e altri impianti fissi	11.913,03	3.234,00	8.679,03
TPL	9.827,00	3.536,00	6.291,00
Strada	16.138,81	55.540,00	-39.401,19

Fonte: nostra elaborazione su dati ANFIA 2017; Osservatorio Nazionale sulle politiche del TPL 2015; MIT 2015;

Politiche di riequilibrio modale dall'auto ai trasporti collettivi e dal trasporto merci su gomma alla ferrovia comportano da un lato un incremento della spesa netta per questi settori e dall'altro una riduzione delle entrate fiscali derivanti dal settore stradale non compensate da una simmetrica riduzione della spesa.

A titolo di esempio, si cita il recente Piano Urbano della mobilità sostenibile della città di Milano che comporterebbe maggiori spese e minori introiti per il settore pubblico pari a circa 200 milioni all'anno. Nel caso della città di Torino la realizzazione della prima linea di metropolitana ha comportato un investimento di 1 miliardo e un aumento dei costi di esercizio dei servizi di TPL dell'ordine dei 30 milioni all'anno e il Passante ferroviario è costato 1,4 miliardi; la ricaduta in termini di ripartizione modale sembra essere assai modesta: la quota di spostamenti effettuati con i trasporti collettivi era pari al 17,7% nel 2004 e al 18% nel 2013 (Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale 2015).

Più in generale, fatta eccezione per i segmenti a maggior traffico della rete AV, tutti gli investimenti infrastrutturali nel settore ferroviario non vengono coperti, neppure parzialmente, con introiti da traffico e sono interamente a carico del settore pubblico a differenza di quelli autostradali che sono interamente o, quantomeno in quota maggioritaria, ripagati dagli utenti per via di pedaggio e accise sui carburanti.

6 Conclusioni

Gli elementi di valutazione delineati nei precedenti paragrafi mostrano come la supposta centralità ai fini della sostenibilità ambientale delle politiche della mobilità e, in particolare, di quelle volte a favorire tramite investimenti e sussidi i modi di trasporto che presentano un impatto ambientale più contenuto rispetto al trasporto individuale per i passeggeri e a quello su gomma per le merci, sia priva di fondamento empirico. Per quanto concerne più specificamente i due impatti ritenuti più rilevanti, l'inquinamento atmosferico e le emissioni di anidride carbonica, tale approccio risulta largamente inefficace oltre che inefficiente in presenza di una condizione di completa internalizzazione delle esternalità ambientali (e di quelle correlate all'usura di infrastrutture e all'incidentalità) in tutti gli ambiti per quanto concerne le auto (nel caso dei veicoli a gasolio a partire da quelli conformi allo standard Euro IV) e in quello autostradale – l'unico potenzialmente suscettibile di “cambio modale - per i veicoli pesanti.

In tale assetto appaiono altresì ingiustificati provvedimenti volti a impedire la circolazione di determinate tipologie di veicoli; ci si riferisce in particolare alle auto con alimentazione a gasolio che, nelle versioni più recenti, presentano costi esterni pari a una minima percentuale di quelli relativi a mezzi commercializzati tre decenni fa. Un approccio basato sul principio del *polluter pays* dovrebbe solamente portare ad una leggera differenziazione del prelievo a sfavore di tali veicoli e a favore di quelli con alimentazione ibrida o elettrica.

Tali provvedimenti di divieto sono spesso giustificati alla luce del mancato rispetto dei vincoli normativi stabiliti con riferimento ai livelli di inquinamento atmosferico oppure a prestabiliti obiettivi in termini di riduzione delle emissioni di CO₂. Vincoli e obiettivi che sono incongruenti con l'approccio sopra ricordato del *polluter pays*: esso, infatti, non definisce aprioristicamente un livello ottimale di inquinamento o di emissioni che scaturisce *ex-post* a seguito dall'adozione di politiche volte a internalizzare i costi esterni. Non a caso le analisi costi-benefici delle politiche volte a raggiungere standard predefiniti pervengono a valutazioni fortemente negative: ad esempio, con riferimento al protocollo di Kyoto Nordhaus e Boyer (1998) stimano un rapporto benefici/costi pari a 1/7; nel caso del "pacchetto 20-20-20" della Unione Europea che si proponeva come obiettivi da raggiungere entro il 2020 la riduzione dei gas a effetto serra del 20%, la riduzione dei consumi energetici del 20% ed il soddisfacimento di almeno il 20% del fabbisogno energetico europeo con le energie rinnovabili, il rapporto benefici/costi del provvedimento è stato valutato pari a 1/30 (Tol, 2012).

Con riferimento specifico alle emissioni di CO₂, il più elevato costo marginale di abbattimento nel settore dei trasporti è la ragione per cui: "una nazione industrializzata che voglia ridurre le sue emissioni di gas serra al minimo costo, dovrebbe farlo in settori diversi anche nel caso si prefigga ambiziosi target di riduzione (30-50%)...La riduzione delle emissioni nel settore del trasporto non è quasi mai una opzione efficiente." (Proost, 2008). Inoltre, "un paese interessato alla riduzione delle emissioni di CO₂ nel mondo può raggiungere una più ampia riduzione totale spostando l'obiettivo dalla riduzione di attività da conseguire con un aumento della pressione fiscale o con restrizioni all'uso dell'auto ai miglioramenti tecnologici. La ragione è che i miglioramenti tecnologici si riversano su tutta la mobilità nel mondo, mentre la riduzione di attività è per definizione locale" (Proost e Eliasson, 2014).

Vincoli molto stringenti possono generare, per via di sottrazione di risorse che sarebbero state destinate ad altri impieghi, rischi superiori a quelli che si intendono evitare (Viscusi, 2002): ad esempio, è quanto può accadere con la procrastinazione dell'acquisto di un'auto meno inquinante e per questo più costosa e che proteggerebbe meglio il potenziale acquirente in caso di incidente.

Un altro esempio di effetti indesiderati è quello costituito dagli effetti del cambio modale dall'auto alla bici che ha comportato nel caso olandese un peggioramento del livello complessivo di sicurezza con un aumento del numero di feriti gravi (Schepers e Heinenb 2013; Stipdonk e Reuring 2012).

Il più rilevante beneficio esterno correlato al sussidio e al potenziamento dell'offerta di servizi di trasporto collettivi, in particolare in ambito urbano, è rappresentato dalla riduzione della congestione stradale: nelle ore di punta il costo marginale della congestione è di molto superiore a quello delle esternalità ambientali. In assenza di un pedaggio, il livello di traffico si attesta sempre ad un livello superiore a quello ottimale per la collettività in quanto il singolo automobilista nel decidere se effettuare o meno uno spostamento non considera l'aggravio di costo arrecato agli altri utenti a seguito della riduzione della velocità di percorrenza.

Dal punto di vista economico la soluzione più efficiente è quella che prevede il pagamento di un pedaggio che consenta di modificare le scelte dei (potenziali) conducenti. L'estensione del ricorso a tali sistemi di tariffazione minimizzando i costi di congestione farebbe venir meno la *ratio* "collettiva" rappresentata dai benefici per i non utenti del servizio di politiche di investimento e di incentivazione dei trasporti collettivi.

Sul lato dell'offerta, la strategia di intervento che trova maggiori consensi è, come detto, quella incentrata sulla costruzione / potenziamento di impianti fissi.

Tale tipologia di infrastruttura comporta benefici di carattere ambientale molto modesti se rapportati ai costi di realizzazione ed esercizio che risultano essere in larga misura a carico della finanza pubblica.

Occorrerebbe valutare con riferimento alle singole realtà urbane se benefici analoghi o superiori sia per quanto concerne la riduzione della congestione che il miglioramento della vivibilità non possano essere conseguiti tramite interventi di potenziamento della rete stradale, in particolare con la realizzazione di infrastrutture sotterranee.

Come ha dichiarato tempo fa il presidente dell'Unione dei trasporti pubblici francesi: «Per conquistare appena uno o due punti di quota di mercato nei confronti dell'automobile, dovremmo investire cifre colossali in trasporti collettivi. Mandiamo piuttosto le automobili sottoterra, e restituiamo allo spazio urbano la sua funzione essenziale, quella di essere un piacevole luogo di socialità». O, con un altro slogan: «Viaggiare meglio sotto per vivere meglio sopra».

Naturalmente questa soluzione non sarà giustificata che in casi ben precisi di domanda molto elevata, tenuto conto dei costi. Tuttavia, oltre che per i grandi agglomerati alle prese con fenomeni cronici di congestione su ampie porzioni della loro superficie, che potrebbero giustificare reti diffuse sotterranee, potrà diventarlo anche per città meno grandi, in punti dove sorgono spesso problemi di traffico, o forse anche per determinati tratti di reti stradali extraurbane.

Bibliografia

Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale, 2015. Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti. Rapporto di sintesi sull'area metropolitana.

ANFIA, 2017. Carico fiscale sulla motorizzazione in Italia.

ARPA Lombardia, 2015. Rapporto sulla qualità dell'aria della Città Metropolitana di Milano.

ARPA Piemonte, 2017. Piano Regionale per la Qualità dell'Aria.

ANSA, 2017. Delrio, più merci su strada ferrata, 15 novembre.

<https://bit.ly/2JKf8Og>

Autostrade per l'Italia, 2018. Calcolo pedaggi.

Centro Studi Confetra, 2008. La fattura Italia dei servizi logistici e del trasporto merci, Quaderno n° 2, Aprile.

Clewlou, R., Sussman J., Balakrishnan, H., 2014. The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic. *Transport Policy* 33, 136-143.

Commission of the European Communities, 2001. White paper. European transport policy for 2010: Time to decide. Brussels, 6-7.

Comune di Milano, 2015a. Piano urbano della mobilità sostenibile - Documento di piano.

Comune di Milano, 2015b. Piano urbano della mobilità sostenibile - Documento di piano - Allegato 1 - Analisi costi-benefici socioeconomica e finanziaria.

Department for Transport, 2004. *Transport Statistics Great Britain. 2004 Edition.*

DG MOVE. 2014. Update of the Handbook on External Costs of Transport, Report for the European Commission.

EEA, 2018. Technical report No 19/2014. Monitoring CO₂ emissions from passenger cars and vans in 2015, 21.

Enkvist, Per-Anders, Dinkel, J., Lin, C., 2010. Impact of the financial crisis on carbon economics: Version 2.1 of the global greenhouse gas abatement cost curve. McKinsey & Company.

European Commission, 2017. *EU Transport in figures*, Brussels.

European Commission, Joint Research Centre (JRC)/PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2018. Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)

http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=432_AP

EUROSTAT, 2016. Road cabotage transport by country in which cabotage takes place.

http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_go_ca_c&lang=en

IEA, 2017. CO₂ Emissions from Fuel Combustion, OECD/IEA, Paris, 2017.

International Council on Clean Transportation Europe, 2014. Real-world exhaust emissions from modern diesel cars, Berlin.

International Council on Clean Transportation Europe, 2015. From laboratory to road. A 2015 update of official and “real-world” fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe, Berlin.

IMF, 2014. Getting Energy Prices Right, Washington DC.

IPCC, 2014. Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ISFORT. 2017. 14° Rapporto sulla mobilità in Italia,

ISTAT. 2014. Trasporto ferroviario. Anni 2004-2014

<http://www.istat.it/it/archivio/178014>

ITF, 2012. Transport Outlook. Meeting the needs of 9 billion people, Washington, 26 January.

LITRA, 2017. Les transports en chiffres. Edition 2017.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. 2015. Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti Anni 2014-2015.

MISE, 2018. Prezzo medio nazionale dei prodotti petroliferi - dati settimanali, 5 marzo.

Nordhaus, W., Boyer, J. G., 1998. Requiem for Kyoto: An Economic Analysis of the Kyoto Protocol. Yales Cowles Foundation Discussion Paper.

Osservatorio Nazionale sulle politiche del TPL, 2015. Relazione annuale al Parlamento.

Parry, I. W. H., Small, K. A., 2009. Should Urban Transit Subsidies Be Reduced? American Economic Review 99 (3), 700-724.

Ponti, M., Boitani, A., Ramella, F., 2013. The European transport policy: Its main issues. Case Studies on Transport Policy 1, 53-62.

Proost, S., 2008. Full Account of the Costs and Benefits of Reducing CO₂ Emissions in Transport, Discussion Paper No. 3, OECD-ITF Joint Transport Research Center.

Proost, S., Eliasson J., 2014. Is sustainable transport policy sustainable? Transport Policy 37, 92-100.

Prud'Homme, R., 2001. I costi di congestione, in: ANFIA, I costi e benefici esterni del trasporto, Torino, Centro Studi sui Sistemi di Trasporto e ANFIA.

Ricardo, 2017. Expected Light Duty Vehicle Emissions from Final Stages of Euro 6, EU Refining Forum, 1 December.

Schepers, J, P., Heinenb, E., 2013. How does a modal shift from short car trips to cycling affect road safety?, Accident Analysis and Prevention 50, 1118–1127.

Sims, R., R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, M.J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J.J. Schauer, D. Sperling, and G. Tiwari, 2014: Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to

the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Stipdonk, H., Reurings, M., 2012. The Effect on Road Safety of a Modal Shift from Car to Bicycle, *Traffic Injury Prevention* 13:4, 412-421.

Tol, R., 2011. The social cost of carbon, *Annual Reviews Resource Economics* 3(1), 419-443.

Tol, R., 2012. A cost-benefit analysis of the EU 20/20/2020 package, *Energy Policy* 49, 288– 295.

Unione Routière de France. 2008. *Faits et chiffres*. URF, Paris, 32.

Viscusi, K., 2002. Safety at any price, *Regulation*, vol. 25, n° 3.