



Effetti potenziali di misure di restrizione della circolazione di autovetture sulle emissioni di PM₁₀ e di benzene

Giuseppe Onufrio
Seminario su "Inquinamento e congestione" – Roma, 12 febbraio 2002

Giuseppe Onufrio - Coordina gli aspetti tecnico scientifici delle attività di ricerca. Ha 44 anni, è fisico ricercatore in campo ambientale e energetico, ha operato come consulente con diversi enti di ricerca pubblici e privati, tra cui Enea e l'Ipsep della California. Impegnato nel movimento ambientalista, è stato responsabile di campagne nazionali per Greenpeace Italia. Ha fatto parte del CdA dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente.

ISSI

L'**Istituto Sviluppo Sostenibile Italia** (ISSI) è nato per diffondere idee, pratiche e strumenti di sostenibilità ambientale.

Sviluppo Sostenibile è un progetto di futuro fondato sul concreto intervento nel presente. Un progetto aperto, da arricchire e rinnovare continuamente con l'analisi e la ricerca. Rappresenta un'opportunità per l'intera umanità, un percorso di riforma dello sviluppo capace di affrontare i drammi della fame e della povertà connaturati alle attuali dinamiche economiche.

Si tratta di un processo democratico che vive del protagonismo dei popoli, di uomini e donne, dell'importanza di ciascuna singola azione, ponendo nuove sfide al mondo tecnico e scientifico.

La Conferenza di Rio del 1992 non ha raggiunto i successi sperati: ha prodotto una proposta di sviluppo sostenibile "debole", insufficiente ad orientare l'economia di mercato verso una concreta sostenibilità. Dopo il 1992, nel pianeta, si è assistito ad una mera crescita economica, mentre i problemi ambientali sono andati aggravandosi e gli squilibri sociali si sono ampliati.

Una strategia di Sviluppo Sostenibile necessita di nuovi e più efficaci strumenti socio-economici nazionali, internazionali, nonché transnazionali. Nell'epoca della globalizzazione e del potenziarsi dei mercati finanziari sono indispensabili nuove politiche ambientali globali, conditio sine qua non per la concretizzazione di intese, in particolare tra i paesi industrializzati ed i paesi poveri, ricondotte alla comune logica dello Sviluppo Sostenibile.

Ecoefficienza

E' una pratica tecnico-scientifica in grado di minimizzare i coefficienti di usura dell'ambiente per unità di prodotto. Rappresenta un importante obiettivo di sostenibilità, che si fonda sulla semplice, ed apparentemente banale, convinzione che sia possibile fare di più e meglio con meno: meno uso di risorse naturali e meno inquinamento.

In tale contesto la conoscenza diviene un fattore essenziale, un vero e proprio motore dello sviluppo sostenibile. L'uso efficiente, sicuro ed eco-compatibile delle risorse, siano esse rinnovabili o non rinnovabili, richiede di utilizzare al meglio il potenziale dell'innovazione scientifica e tecnologica senza subordinarlo ad interessi meramente economici, bensì spingendolo a far propria una responsabilità di specie, una consapevolezza dei limiti e della straordinaria complessità della natura.

L'innovazione tecnologica offre oggi la possibilità di moltiplicare l'ecoefficienza, di sviluppare fonti energetiche rinnovabili e pulite, di abbattere l'inquinamento, di ridurre drasticamente il consumo di risorse naturali, di vivere meglio e con un più diffuso ed equo benessere.

Ricerca

L'ISSI è tra i soggetti che hanno deciso di affrontare la sfida dell'innovazione scientifica e tecnologica in materia ambientale e che, promuovendo la ricerca, la diffusione della conoscenza e delle buone pratiche, vuole dare il proprio contributo ad una radicale riforma dello sviluppo, svincolato dai tradizionali concetti della crescita economica.

L'ISSI si propone come sede di ricerca e di proposta indipendente, libera, autonoma aperta al confronto tecnico, scientifico e culturale. Si propone di essere strumento di confronto e di dialogo tra il mondo delle imprese, quello delle istituzioni pubbliche, locali e nazionali, e quello delle competenze ecologiste al fine di attivare e diffondere politiche di sviluppo sostenibile.

L'ISSI è fortemente impegnata nella diffusione della cultura ecologista e nella formazione tecnico professionale. Si propone di far entrare a far parte delle pratiche quotidiane della società civile, delle molteplici istituzioni ed aziende, un patrimonio di conoscenze vastissimo in tema ambientale, maturate nel mondo delle Università e della ricerca.

L'ISSI si propone come punto di aggregazione di competenze diffuse, come sede di dibattito e confronto tra posizioni ed approcci spesso diversi, ma accomunati dall'obiettivo della sostenibilità ambientale. Elemento significativo della propria attività è la formazione di gruppi di lavoro a tema, il cui scopo primario è portare alla luce specifici elementi di novità nelle analisi, nelle pratiche e nella definizione di nuovi approcci ai temi dell'ecologia.

Effetti potenziali di misure di restrizione della circolazione di autovetture sulle emissioni di PM₁₀ e benzene

SINTESI DEI RISULTATI

Le targhe alterne per gli autoveicoli privati sono una misura assai blanda. Considerando la quota di traffico urbano non toccata da questa misura (autocarri, motocicli etc), la riduzione delle emissioni di PM₁₀ è al di sotto del 20%. Per le misure del traffico veicolare a breve, la proibizione per le auto diesel vecchie (immatricolazione ante 93) e delle auto a benzina non catalizzate consente di avere una riduzione di circa il 30% sul totale.

Per il benzene l'effetto relativo teorico è più elevato (-47%) ma, anche in questo caso, il blocco delle autovetture più vecchie produce un effetto potenziale sensibilmente maggiore (-64%).

Le incertezze delle stime qui presentate sono tutte a favore delle "targhe alterne", in quanto tendono a sovrastimarne l'effetto.

SINTESI DELL'APPROCCIO SEGUITO

Com'è noto concentrazioni di PM₁₀ in aria sono determinate sia dalle diverse emissioni che da diversi fattori meteorologici e ambientali. Le misure di riduzione del traffico veicolare (targhe alterne) sono state una delle misure adottate per fare fronte all'emergenza in grandi città, essendo il traffico veicolare la principale sorgente in ambito urbano. Per stimare l'efficacia di questa misura sulle emissioni e confrontarla con altre misure (stop alle auto diesel vecchie e a quelle a benzina non catalizzate) si è effettuata una stima su un campione ipotetico di 1000 auto, con la composizione media del parco al 2000. A queste si è aggiunta anche la quota di altri veicoli circolanti (ciclomotori, autocarri, autobus etc) che in genere non sono oggetto di restrizioni. Inoltre si è introdotta una stima delle emissioni di PM₁₀ dall'abrasione di freni, pneumatici e asfalto. Su quest'ultima frazione ci sono ancora grandi incertezze in letteratura, ma per verificare l'effetto relativo delle misure più che i valori assoluti, la stima è ritenuta ragionevole. Le approssimazioni introdotte sono comunque tutte a favore delle targhe alterne: non si è tenuto conto della frazione di PM₁₀ secondario, prodotto da gas precursori come NO_x, COVNM e CO; inoltre si assumono percorrenze medie uguali per i diversi veicoli, mentre quelle delle auto nuove e dei veicoli commerciali sono certamente superiori.

1. Obiettivo e limiti della stima

La valutazione qui sviluppata riguarda una stima dell'efficacia relativa degli effetti potenziali delle misure di riduzione della circolazione sulle emissioni di PM₁₀ e benzene. Naturalmente la correlazione tra le concentrazioni in atmosfera e le emissioni è influenzata da numerosi fattori e principalmente da quelli meteorologici, nonché da altri fattori specifici. Inoltre, com'è noto, una quota prevalente – 60-80% - del particolato fine nelle aree urbane è "secondario", vale a dire prodotto in atmosfera per l'interazione tra gas "precursori" e l'umidità, gas che sono emessi prevalentemente dalle auto a benzina non catalizzate.

Poiché le misure di limitazione della circolazione si concentrano essenzialmente sulle emissioni complessive di particolato primario, su queste si è posta attenzione. Inoltre, si ipotizza qui che le misure restrittive vengano effettivamente applicate; infine, poiché le approssimazioni introdotte nei calcoli sono tutte nella direzione favorevole alla targhe alterne, le stime qui condotte vanno intese nel senso di "riduzione potenziale massima" per ciascuna misura.

2. Il termine sorgente: descrizione del parco medio circolante

Ai fini della stima della quota di riduzione, si è composto un "campione" rappresentativo del parco auto circolante italiano (anno 2000) con mille autovetture per una percorrenza di 100 km ciascuna, distribuite secondo la composizione tra benzina e diesel e, al loro interno, tra catalizzate e non, tra ecodiesel e non. Per gli ecodiesel si suddivide la categoria tra i veicoli immatricolati nel periodo 1994-96 compreso e quelli immatricolati a partire dal 1997.

A queste mille autovetture si sono aggiunte - in proporzione al numero di 1000 auto - le altre tipologie di veicoli circolanti: motocarri e autocarri, ciclomotori e motocicli, gli autobus ecc. Infatti, le misure di restrizione della circolazione, non comprendono di norma queste categorie che quindi rimangono in genere libere di circolare. Complessivamente si tratta dunque di 1367 vetture che percorrono 100 km¹.

3. Emissioni da PM₁₀

Il traffico veicolare è responsabile di una quota valutabile al 45% delle emissioni globali (il 35% secondo altri); ad ogni modo, in ambito urbano, le emissioni da traffico - sia quelle dirette per la combustione, che quelle da attrito di freni, pneumatici e asfalto, che per la risospensione dovuta al movimento dei veicoli - sono considerate largamente preponderanti.

Le emissioni di PM₁₀ sono state calcolate per il "campione" considerato sulla base della metodologia Copert III, delle stime ANPA e sulle prime valutazioni disponibili per il parco auto a benzina (Berdowski et al., 2001). Se infatti i vecchi diesel risultano i principali responsabili delle emissioni, anche le auto a benzina emettono, pur in misura notevolmente inferiore, particolato. Il maggiore numero di auto a benzina rende questa frazione non trascurabile.

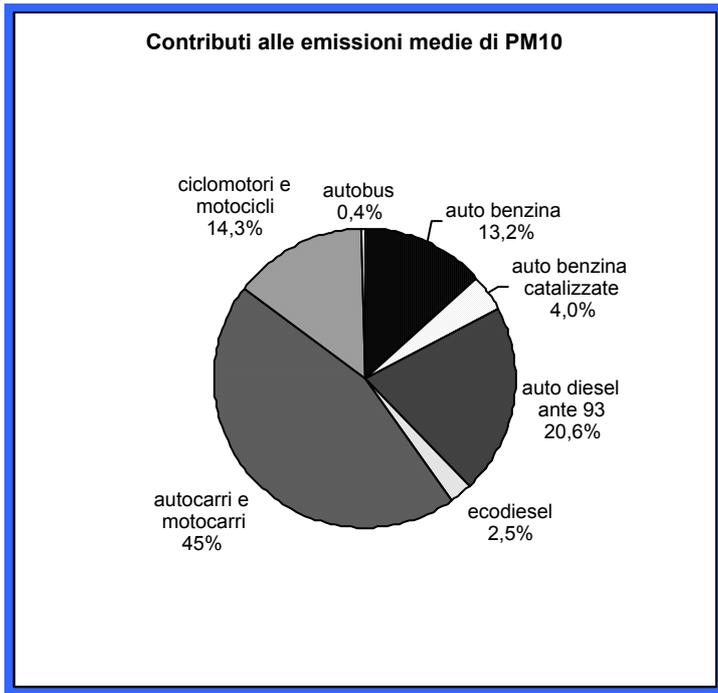
Va inoltre aggiunto che le emissioni di particolato da traffico veicolare sono tutte considerate come la frazione più fine e cioè come PM_{2,5} (particolato il cui diametro aerodinamico è inferiore ai 2,5 µm). Le emissioni dal parco auto considerato sono sintetizzate in tabella 1.

¹ In effetti, i veicoli hanno percorrenze medie annuali abbastanza diverse sia in funzione della tipologia di veicolo che della sua età. Come vedremo questa assunzione porterebbe a una maggiore percorrenza delle vetture più nuove, che sono quelle meno inquinanti. Ciò rende ancor la stima qui presentata un limite superiore al "potenziale di riduzione" delle emissioni da traffico.

TABELLA 1 - EFFETTI SULLE EMISSIONI DI PM10 DI DIVERSE MISURE SULLA CIRCOLAZIONE CAMPIONE DI 1000 AUTO E ALTRI VEICOLI IN PROPORZIONE STIMA ISSI		
VEICOLO	numero	kg PM10
Autovetture	1000	5,67
diesel	129	3,94
convenzionali	75	3,58
ecodiesel 94-96	15	0,17
ecodiesel post 97	39	0,19
benzina	824	1,73
non catalizzate	420	1,68
catalizzate	404	0,05
gas+gpl	47	0,00
Altri veicoli	367	9,44
Autobus	3	0,08
Autocarri e motocarri	100	7,01
Motocicli	102	0,41
Ciclomotori	162	1,94
Freni asfalto pneumatici	1367	3,0
TOTALE		18,1

Di queste emissioni di PM₁₀ sono attribuibili alle autovetture solo la quota da emissione per il consumo di carburante (5,7 kg) e la relativa quota parte dovuta all'attrito di freni, pneumatici e asfalto. Su quest'ultima frazione le incertezze nelle stime sono ancora assai elevate e non c'è tuttora una procedura consolidata per calcolarle. Ai fini della stima qui presentata si ritiene comunque sufficiente l'accuratezza: infatti, la riduzione relativa è comunque proporzionale ai veicoli totali circolanti e alle loro percorrenze e quindi nella riduzione della circolazione viene comunque tenuta in conto la quota relativa da abrasione. I veicoli a metano e GPL hanno emissioni nulle di PM₁₀ (solo le auto più vecchie hanno una emissione residua, ma non influiscono nella stima).

Come è evidenziato dal grafico qui di seguito riportato, il contributo complessivo delle autovetture alle emissioni totali di PM₁₀ è del 41,3%, nella gran parte concentrato nei segmenti più vecchi (auto diesel ante '93 e auto a benzina non catalizzate). Il contributo delle auto a metano e GPL non è qui incluso in quanto pressoché nullo.



L'effetto potenziale delle misure di riduzione del traffico è rappresentato nella Tabella 2. Si è ovviamente inclusa, nelle stime degli effetti delle misure, anche la quota parte della riduzione delle emissioni associate all'abrasione di freni, pneumatici e asfalto dovuta alla specifica quota di traffico veicolare.

Poiché l'efficacia di ciascuna misura non può essere assunta pari al 100% - sia per una quota di inosservanza, sia per una quota di aumento delle percorrenze delle vetture "libere" di circolare - le stime sopra riportate sono realisticamente più basse. Non si hanno dati in questo senso; volendo assumere una "riuscita" della misura all'80%, l'efficacia di riduzione delle "targhe alterne" scende al di sotto del 20% e si avvicina a un 15% reale, mentre quella del blocco delle auto più vecchie non dovrebbe essere inferiore al 28-30%. Si noti peraltro che l'effetto di riduzione delle emissioni delle "targhe alterne" è dello stesso ordine (se non inferiore) a quello che si otterrebbe fermando solo le vecchie auto diesel (che però rappresentano nel campione solo il 7,5% del parco auto).

TABELLA 2 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DELLE MISURE DI LIMITAZIONE DEL TRAFFICO (emissioni in kg PM₁₀)		
EMISSIONI PARCO CONSIDERATO	18,1	RIDUZIONE DEL:
EMISSIONI CON MISURE:		
TARGHE ALTERNE	14,4	20%
STOP DIESEL VECCHI	14,4	20%
STOP AUTO DIESEL E BENZINA VECCHIE	11,0	34%
BLOCCO TOTALE AUTO	10,7	41%
STOP AUTO DIESEL (TUTTE)	13,9	23%

Per le emissioni da autocarri e motocarri si sono usate le stime proposte da Berdowski et al., che sono più elevate rispetto a quelle medie assunte nelle stime nazionali. Anche nel caso di voler assumere emissioni più basse per questi veicoli, l'effetto potenziale delle targhe alterne non va oltre il 25%, ma il rapporto relativo tra questa misura e il blocco delle auto più vecchie non varia.

Una campagna efficace di manutenzione dei veicoli diesel più vecchi può ridurre le emissioni medie relative a questa frazione del 10% (EEA, 2000), e cioè il 2% sul totale del campione qui considerato.

Un aspetto rilevante è quello della risospensione del particolato specie in condizioni meteo secche e di calma di vento. Su questa componente non vi sono ancora stime attendibili, ma è noto che nelle condizioni adatte può essere determinante e dunque lo stesso movimento dei veicoli (per quanto "puliti") può generare concentrazioni relativamente elevate in aria di PM₁₀. Nella stima qui effettuata si nota solo come tra targhe alterne e il blocco delle auto più vecchie, il numero delle autovetture circolanti è dello stesso ordine (lievemente inferiore nel secondo caso). Nelle condizioni in cui questo effetto risulti prevalente, non rimane che la misura del blocco totale della circolazione.

Infine, va rilevato che la tendenza all'espansione marcata delle vendite di ecodiesel avviene a scapito delle vetture a benzina e che, per quanto gli ecodiesel siano assai più puliti dei motori ad accensione spontanea, il rapporto tra ecodiesel e auto nuove a benzina per le emissioni di PM10 è dell'ordine di almeno 100 a sfavore dell'ecodiesel.

4. Emissioni di benzene

Le emissioni di benzene sono in larga parte (73%) dovute al traffico veicolare; e tra queste, com'è noto, la quota di gran lunga prevalente è quella dei veicoli a benzina e dei ciclomotori. Il miglioramento della formulazione delle benzine assieme alla crescita del parco catalizzato ha consentito una sostanziale riduzione delle emissioni che si sono più che dimezzate passando da 47.000 a 22.000 tonnellate rispettivamente dal 1990 al 1999².

Anche per questo inquinante, comunque, in determinate condizioni meteo si possono verificare concentrazioni anomale che richiedono interventi a breve e dunque di limitazione del traffico. Nella stima effettuata, rappresentata in tabella 2, riguarda sole emissioni dovute alla combustione nel motore.

Come si vede dalla tabella seguente, la massima parte delle emissioni è dovuta - non è una novità - ai veicoli a benzina. Le emissioni evaporative, che rappresentano un ulteriore 20-25%, non sono qui considerate, ma non alterano il senso della valutazione degli effetti relativi delle misure considerate. Per il blocco delle auto ante 93 si lasciano libere di circolare le auto a gas e GPL.

² : R. De Lauretis et al., 2001.

TABELLA 2. EFFETTO DI MISURE DI RIDUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE SULLE EMISSIONI DI BENZENE (dati in kg)					
STIMA ISSI					
TIPO VEICOLI	EMISSIONI kg/100km	MISURE DI RESTRIZIONE			
		targhe alterne	no auto ante 1993	no auto benzina	blocco totale
auto a benzina non cat.	24,3	12,15	0	0	0
auto a benzina cat.	11,7	5,85	11,7	0	0
motocicli e ciclomotori	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
autocarri a benzina ante 93	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
autocarri e motocarri diesel	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
auto diesel	0,06	0,03	0	0,1	0
auto ecodiesel	0,01	0,01	0,01	0,01	0
auto GPL	0,05	0,027	0,027	0,027	0
TOTALE	38,03	19,98	13,61	2,02	1,91
riduzione del:		-47%	-64%	-94,5%	-94,7%

Nel caso del benzene la stima risente, ancor più che per il PM₁₀, del fatto che l'efficienza dei catalizzatori degrada nel tempo. Di tale effetto attualmente non si tiene ancora conto negli inventari delle emissioni da traffico nazionali.

Si tratta comunque di un effetto relativamente limitato, in quanto il peggioramento delle emissioni dovute all'invecchiamento del catalizzatore riguarda la frazione degli scarichi emessi "a caldo" che, per nel caso del benzene e degli altri composti organici volatili non metanici è la frazione largamente minoritaria: infatti la gran parte delle emissioni avvengono quando il motore è freddo e dunque quando il catalizzatore non funziona ancora.

Come si vede dalla tabella, nel caso del benzene, il blocco totale delle auto produce sostanzialmente lo stesso effetto potenziale del blocco della auto a benzina.

5. Conclusioni

Dalle valutazioni qui condotte si possono trarre alcune conclusioni, sintetizzate in Tabella 3:

- l'efficacia relativa delle targhe alterne è molto bassa nel caso in cui l'inquinante da ridurre sia il PM₁₀, per il quale si ha una riduzione certamente al di sotto del 20% nel caso reale. Il blocco delle sole auto diesel più vecchie produce un effetto equivalente o superiore, coinvolgendo una quota minoritaria delle vetture (7,5% sul totale nella stima qui condotta);
- se si bloccano le auto più vecchie, l'effetto potenziale per le emissioni di PM₁₀ sale al 34%: il rapporto tra le due misure è dunque largamente a vantaggio del blocco delle auto più vecchie (auto non ecodiesel e a benzina non catalizzate);
- per quanto riguarda il benzene, l'efficacia della misura delle targhe alterne è superiore rispetto all'efficacia sul PM₁₀, raggiungendo il 47% teorico ma è largamente superata dal blocco delle auto più vecchie che consente una riduzione potenziale del 64%;
- per entrambi gli inquinanti, comunque, il contributo delle auto a metano e a GPL è pressoché nullo, salvo per quelle emissioni di PM₁₀ dovute all'abrasione di freni, asfalto e pneumatici, che comunque rappresentano la quota chimicamente meno reattiva delle polveri. In quei casi in cui il risollevarimento delle polveri fosse determinante, un blocco anche di queste vetture avrebbe senso;

- la questione principale per il PM₁₀ riguarda quella quota del parco circolante costituita da autocarri e motocarri diesel e ciclomotori. Un rinnovo più accelerato di questa frazione del parco circolante può produrre effetti positivi.

TABELLA 3		
RIDUZIONE POTENZIALE DELLE EMISSIONI DI BENZENE E PM10 DA DIVERSE MISURE DI RESTRIZIONE DELLA CIRCOLAZIONE DELLE AUTOVETTURE		
MISURE	PM10	BENZENE
TARGHE ALTERNE	-20%	-47%
STOP AUTO ANTE 93	-34%	-64%
BLOCCO TOTALE AUTO	-41%	-95%

Riferimenti bibliografici

Berdowski, Visschedijk and Pulles. PM Draft Chapter, TNO-MEP, Apeldoorn, The Netherlands, 2001.

EEA, Copert III (version 2.1), L. Ntziachristos and Z. Samaras, November 2000, Copenhagen: European Environment Agency

EMEP, Emission Inventory Guidebook, "Other mobile sources and machinery", February 1996.

De Lauretis R., Ilacqua M. e Romano D., (2001) "Emissioni di benzene in Italia dal 1990 al 1999", ANPA, 2001.

Saija et al., (2000) "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale", ANPA, Serie Stato dell'Ambiente n. 12/2000.