

CITTÀ: IL PUNTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DAI PROVVEDIMENTI EMERGENZIALI A UN APPROCCIO RAZIONALE

Mario C. Cirillo, APAT

Che nella maggior parte delle nostre città il particolato sospeso PM10 superi le soglie di concentrazione indicate dalla normativa è un fatto ampiamente noto: targhe alterne, blocchi del traffico, zone proibite ai veicoli più inquinanti, e poi ancora provvedimenti sulle caldaie civili e sugli impianti industriali non hanno l'efficacia sperata, e questo ingenera un senso di frustrazione in chi da anni impegna energie e risorse a livello locale per la lotta all'inquinamento atmosferico.

Di fatto, mentre è chiaro a tutti che per diminuire i livelli di PM10 nelle nostre città bisogna ridurre le emissioni inquinanti nell'aria, molto meno chiaro è *cosa* ridurre, *come* ridurre, *dove* ridurre e *quanto* ridurre per ottenere i risultati voluti. Provvedimenti estemporanei (come i blocchi del traffico e l'abbassamento in inverno della temperatura negli ambienti riscaldati) o strutturali (come il rinnovo del parco veicolare e delle caldaie) hanno sicuramente l'effetto di ridurre, in maniera temporanea o permanente, le emissioni inquinanti. Ma che effetto hanno queste riduzioni sulla concentrazione in aria del PM10? A quanto pare questi provvedimenti non sono sufficienti a portare le concentrazioni di PM10 al di sotto dei valori-soglia, e spesso si fa fatica a valutare la reale efficacia di queste misure, che peraltro creano non pochi disagi ai cittadini: in effetti è diffusa l'impressione che si agisca un po' "alla cieca", e questo non giova né a chi deve prendere decisioni per tutelare la salute dei cittadini, né a chi fornisce supporto tecnico-scientifico. E allora, cos'altro si deve fare?

Per capirlo, si dovrebbe poter rispondere ai quesiti posti sopra – *cosa*, *come*, *dove* e *quanto* ridurre, che esplicitiamo meglio:

- 1) *cosa* ridurre, cioè quali sono gli inquinanti sulle cui emissioni intervenire;
- 2) *come* ridurre, se cioè sono sufficienti riduzioni temporanee delle emissioni oppure è necessario ridurle in maniera permanente;
- 3) *dove* ridurre, cioè in quali ambiti spaziali applicare i provvedimenti di abbattimento delle emissioni;
- 4) *quanto* ridurre le emissioni inquinanti rispetto ai livelli attuali.

Sono queste le domande alle quali la comunità tecnico-scientifica deve fornire delle risposte affinché il decisore abbia ben chiara l'entità degli sforzi che si devono affrontare se si vuole realmente risanare la qualità dell'aria.

E' possibile da parte della comunità tecnico-scientifica rispondere alle domande su *cosa, come, dove e quanto*? Sì, anche se la risposta per il PM10 è particolarmente complessa e implica l'utilizzo di una gran mole di conoscenze e dati, e di strumenti matematici particolarmente sofisticati.

Nel seguito si cercherà di spiegare, coniugando per quanto possibile semplicità espositiva con correttezza scientifica, perché è possibile rispondere alle domande su *cosa, come, dove e quanto* e perché la risposta nel caso specifico del PM10, proprio per la sua complessità, implica una serie di analisi e studi piuttosto onerosi.

1. Inquinanti *primari* e inquinanti *secondari*

Diciamo subito che per interpretare correttamente come evolve l'inquinamento atmosferico nelle nostre città è necessario ragionare su serie storiche di medio-lungo periodo: solo in questo modo, infatti, si sconta la variabilità della qualità dell'aria tra un anno e l'altro dovuta alle variazioni interannuali delle condizioni meteorologiche, e si individuano con chiarezza i mutamenti permanenti, di carattere strutturale.

Partiamo dunque dagli inizi degli anni '90, quando per le città è iniziato il tormentone delle targhe alterne e dei blocchi della circolazione grazie alle ordinanze del 20 novembre 1991 degli allora ministri Ruffolo e Conte per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e acustico in 11 grandi città italiane¹: all'epoca le misure di blocco temporaneo del traffico o altri provvedimenti nelle città, per quanto limitati nel tempo e nello spazio, si rivelavano di una certa efficacia. In quegli anni un inquinante alla ribalta era il monossido di carbonio, le cui concentrazioni spesso superavano i livelli di attenzione se non addirittura di allarme: ebbene, bastava bloccare il traffico per qualche ora negli intorno delle stazioni di rilevamento che avevano misurato gli sforamenti e le concentrazioni tornavano sotto controllo.

Purtroppo la stessa cosa oggi non succede per il PM10.

Quale è la differenza tra il PM10 e il monossido di carbonio? La differenza è dovuta ad alcuni processi legati alla chimica e alla fisica dell'atmosfera che sono di una certa complessità.

Il monossido di carbonio è un inquinante le cui concentrazioni in aria sono *direttamente* legate alle fonti di emissione che emettono questo inquinante. Ecco perché il blocco o la limitazione del traffico su strada, principale responsabile delle emissioni di monossido di carbonio, ha l'effetto di ridurre le concentrazioni in aria nel giro di poco tempo.

¹ Ministero dell'Ambiente, Ordinanze ministeriali in data 20 novembre 1991 recanti misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e del rumore nei comuni di Bari, Bologna, Catania, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Roma, Torino e Venezia.

Un discorso analogo vale per il biossido di zolfo, le cui concentrazioni si sono ridotte in maniera formidabile in tutta Italia tra gli anni '80 e '90 grazie all'uso di combustibili a basso tenore di zolfo o di gas naturale che praticamente ne è privo, con l'effetto di abbattere le emissioni di biossido di zolfo² (Figura 1).

Gli inquinanti come il monossido di carbonio e il biossido di zolfo vengono chiamati *inquinanti primari*, perché si ritrovano in aria nella stessa forma in cui sono emessi, e il controllo dei loro livelli di concentrazione in atmosfera è relativamente semplice almeno in linea di principio, se trascuriamo cioè i problemi tecnici ed economici connessi all'abbattimento delle loro emissioni: è sufficiente agire sulle fonti per ridurre il rilascio in atmosfera di queste sostanze e il gioco è fatto. Nel caso del biossido di zolfo il risultato, come si è detto, si è raggiunto utilizzando combustibili a basso tenore o addirittura privi di zolfo. L'uso delle marmitte catalitiche ha notevolmente ridotto le emissioni di monossido di carbonio dal traffico stradale, che ne è la principale fonte di emissione, e di conseguenza si è avuta una riduzione “strutturale” delle concentrazioni in aria (Figura 2).

Il discorso è completamente diverso per un'altra categoria di inquinanti dell'aria che comprende l'ozono, altro inquinante critico per le nostre città. In pratica non esistono sorgenti antropiche di emissione di ozono: questo inquinante si forma interamente in atmosfera, o più precisamente nella bassa atmosfera³ a seguito di reazioni chimiche che avvengono principalmente tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili alla presenza di luce solare – e per questo si chiamano “reazioni fotochimiche”. Per questo motivo l'ozono viene denominato *inquinante secondario*, perché si forma interamente in atmosfera a partire da altre sostanze inquinanti dette *precursori* dell'ozono.

Il PM10 è in un certo senso in una situazione intermedia tra il monossido di carbonio e l'ozono, ovvero tra gli inquinanti interamente primari e quelli interamente secondari: la sua presenza in aria è infatti dovuta a una *componente primaria*, che è quella che deriva dal rilascio in atmosfera di PM10 direttamente dalle fonti di emissione, più una *componente secondaria*, che si forma in atmosfera a seguito di processi chimici e fisici a partire dai precursori del PM10: ossidi di azoto, biossido di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili. Per il PM10, che si rivela essere il più critico in ragione degli alti livelli di concentrazione e dell'entità degli effetti negativi sulla salute, è possibile affermare che le concentrazioni in aria si sono ridotte notevolmente tra la fine degli anni '80 e gli inizi degli anni '90 grazie all'abbattimento delle emissioni di PM10 primario, per poi

² Il biossido di zolfo si forma infatti bruciando combustibili che contengono zolfo (per essere più precisi bruciando combustibili contenenti zolfo si emette biossido di zolfo (SO₂) più una piccola quota di triossido di zolfo (SO₃); per questo motivo spesso si parla di emissioni di “ossidi di zolfo” (SO_x = SO₂+SO₃) piuttosto che di emissioni di biossido di zolfo).

³ Si parla qui dell'ozono troposferico (cioè della bassa atmosfera) che è a tutti gli effetti un inquinante, e non dell'ozono stratosferico (ovvero della alta atmosfera) che è utilissimo in quanto scherma la terra dai raggi ultravioletti e il cui assottigliamento ha dato luogo al fenomeno noto come “buco dell'ozono”.

attestarsi su uno “zoccolo duro” di concentrazioni che, a quanto sembra, non si riesce a ridurre ulteriormente (si veda la [Figura 3](#) che, per quanto riferita al *particolato sospeso totale* di cui il PM10 è un sottoinsieme⁴, illustra bene quanto detto). Ora, questo “zoccolo duro” di concentrazione è dovuto per la maggior parte alla componente secondaria.

La difficoltà che attualmente si incontra nel ridurre le concentrazioni in aria di PM10 e ozono deriva proprio dal fatto che sono inquinanti in cui la *componente secondaria* è esclusiva (ozono) o preponderante (PM10 nelle condizioni attuali). La conseguenza è che le concentrazioni in aria di tali inquinanti non sono legate in maniera semplice alle fonti di emissione, ma sono mediate da una serie di complessi processi chimici e fisici. Tra l’altro, la loro formazione avviene contemporaneamente ai processi di trasporto e dispersione in atmosfera dovuti al vento e alla turbolenza, per cui una caratteristica tipica dell’inquinamento da ozono e da PM10 è che l’area interessata è molto più estesa rispetto per esempio all’inquinamento da monossido di carbonio. Quanto detto fa capire perché provvedimenti a carattere locale, quali quelli che comunemente si prendono sul traffico o sugli impianti di riscaldamento nelle città, abbiano un’efficacia limitata.

Dunque il processo che porta dalle emissioni dei precursori dell’ozono e PM10 (per quanto concerne la componente secondaria di quest’ultimo, indicata nel seguito con PM10_{sec}) rende la riduzione delle loro concentrazioni una faccenda particolarmente complessa. Questo processo viene denominato “non lineare”, mentre invece il legame tra le emissioni e le concentrazioni di monossido di carbonio è “lineare”. I termini “lineare” e “non lineare” hanno un preciso significato matematico, ma vengono usati nel linguaggio comune in un senso figurato: un ragionamento lineare è semplice e chiaro, un ragionamento non lineare è complicato e difficile da capire. Ebbene, possiamo dire mutuando dall’uso comune che il monossido di carbonio è un inquinante “lineare”, mentre ozono e PM10 sono inquinanti “non lineari”.

Le conseguenze in termini di strategie di controllo delle concentrazioni in aria sono cruciali: se riduco del 50% le emissioni di monossido di carbonio in una certa zona, nella stessa zona avrò una riduzione delle concentrazioni in aria di questo inquinante della medesima entità. Lo stesso discorso non si può fare per ozono e PM10: la loro presenza in atmosfera dipende da una molteplicità di “ingredienti”, i precursori: ossidi di azoto e composti organici volatili per l’ozono, ai quali si aggiungono gli ossidi di zolfo e l’ammoniaca per il PM10_{sec}. Non è assolutamente detto che una riduzione delle emissioni di qualche precursore comporti riduzioni delle concentrazioni di ozono e PM10_{sec} della stessa entità.

⁴ Il PM10 è il particolato di *dimensione* (più correttamente *diametro aerodinamico*) inferiore ai 10 µm (micrometri: 1 µm è pari a un milionesimo di metro). Nel nostro paese il PM10 si è iniziato a misurare nel corso degli anni ’90, e non esistono quindi serie storiche pluridecennali.

Per tentare di esemplificare facciamo una analogia grossolana: se abbiamo 100 panini e 10 fette di prosciutto, possiamo fare 10 panini imbottiti (atteso che decidiamo di mettere una fetta di prosciutto in ogni panino). Se acquistiamo altri 100 panini, il numero dei panini imbottiti rimane immutato: sono le fette di prosciutto a condizionarne il numero o, come si dice, ad essere il *fattore limitante*, per cui per aumentare i panini imbottiti devo comprare non più panini, ma più fette di prosciutto. Analogamente a formare l'ozono concorrono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili: se il fattore limitante sono i composti organici, una riduzione anche sostanziosa di ossidi di azoto non porterà alcuna diminuzione delle concentrazioni di ozono. Non c'è proporzionalità tra cause ed effetti: il sistema è “non lineare”.

Nel caso del $PM_{10_{sec}}$ la cosa è ancora più complicata per il maggior numero di precursori. In ogni caso, se vogliamo combattere efficacemente le alte concentrazioni di PM_{10} , dobbiamo individuare anche in questo caso i “fattori limitanti”, ossia su quali precursori agire riducendone le emissioni per ridurre con profitto le concentrazioni di $PM_{10_{sec}}$, oltre naturalmente a ridurre le emissioni di PM_{10} primario.

Finora, bisogna dirlo, si è andati avanti un po' “alla cieca”, tentando di ridurre le emissioni ma senza sapere su quali, fra gli inquinanti emessi dalle diverse attività (trasporti, usi civili, industria, agricoltura eccetera), sia necessario agire prioritariamente: i risultati, sotto gli occhi di tutti, sono il perdurare di concentrazioni in aria di PM_{10} al di sopra delle soglie stabilite dalla normativa.

2. Come rispondere ai quesiti su *cosa, come, dove e quanto?*

Bisogna disporre di conoscenze scientifiche e di strumenti di analisi adeguati, e oggi questi sono disponibili. Esistono infatti dei *modelli matematici* che simulano, al meglio delle conoscenze attuali, la dispersione in aria degli inquinanti e le loro trasformazioni e in particolare la formazione in atmosfera del $PM_{10_{sec}}$. Quello che bisogna fare è applicare questi modelli alla realtà italiana per stabilire, per ogni macroarea, quali sono i “fattori limitanti” dell'inquinamento da PM_{10} , individuando quindi gli inquinanti su cui prioritariamente agire per limitarne le emissioni, e l'entità di queste riduzioni. Questa è l'informazione principale che bisogna fornire al decisore: *quali sono gli inquinanti le cui emissioni devono essere ridotte e in quale macroarea, come (se in maniera temporanea o permanente) e di quanto.*

In termini generali, e cioè in assenza di analisi modellistiche dettagliate e contestualizzate, si possono fare delle considerazioni di larga massima per quanto concerne il *come* e il *dove*:

- a) Per quanto riguarda il *come* ridurre, se cioè sono sufficienti provvedimenti per riduzioni temporanee delle emissioni (come per esempio le targhe alterne, siano esse applicate periodicamente o come provvedimento *una tantum*) oppure è necessario ridurle in maniera

permanente, bisogna considerare che i tempi caratteristici dei processi chimici e fisici relativi alla formazione e alla permanenza in atmosfera del PM10 e dell'ozono vanno da alcune ore ad alcuni giorni e più. Inoltre le alte concentrazioni di PM10 sono caratteristiche della stagione fredda e le alte concentrazioni di ozono caratteristiche della stagione calda. Per questi motivi sembra ragionevole pensare che le emissioni di PM10 primario e dei precursori del PM10_{sec} vadano ridotte in maniera permanente durante tutti i mesi freddi, mentre quelle dei precursori dell'ozono vadano ridotte in maniera permanente durante i mesi caldi. Inoltre c'è da osservare come già detto che i precursori dell'ozono, e cioè gli ossidi di azoto e i composti organici volatili, sono anche precursori del PM10_{sec}. Si evince da ciò la *necessità di riduzioni strutturali e quindi permanenti delle emissioni inquinanti nel corso di tutto l'anno*, affiancate se del caso – ma questo lo può suggerire solo una dettagliata analisi modellistica – da provvedimenti specifici da applicarsi nel semestre freddo (per fronteggiare il PM10) e/o nel semestre caldo (per fronteggiare l'ozono).

- b) Per quanto riguarda il *dove*, cioè in quali ambiti spaziali applicare i provvedimenti di riduzione delle emissioni, quello che si può dire in generale è che per PM10 e ozono, come per tutti gli inquinanti a esclusiva o preponderante componente secondaria⁵ i provvedimenti locali hanno una efficacia molto limitata: uno studio modellistico condotto dall'Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia Romagna che ha considerato le emissioni dell'intero bacino padano utilizzando i dati dell'inventario nazionale delle emissioni dell'APAT mostra che se si *azzerassero le emissioni inquinanti di tutta l'Emilia Romagna (sic!)* sul territorio della stessa regione la media diurna estiva dell'ozono rimarrebbe sostanzialmente invariata, e la media annuale del PM10 sempre sul territorio regionale dove, ripetiamo, le emissioni inquinanti sono azzerate, si ridurrebbe al massimo del 30-40%⁶: evidentemente il contributo maggiore alle concentrazioni di PM10 e ozono dell'Emilia Romagna proviene dalle aree esterne alla regione. Questo ha delle importanti implicazioni in termini di politiche di risanamento della qualità dell'aria in quanto mostra come azioni, anche draconiane, di riduzione delle emissioni limitate al territorio di una sola regione hanno scarsa efficacia per la regione stessa: nel caso della valle padana solo politiche applicate all'intero bacino possono essere efficaci.

Più complicato è rispondere al *cosa* e al *quanto*.

Per quanto riguarda il *cosa*, e cioè quali sono gli inquinanti sulle cui emissioni è necessario intervenire, è chiaro in linea di principio che questi sono gli ossidi di azoto e i composti organici

⁵ A PM10 e ozono come minimo va aggiunto il biossido di azoto, i cui valori limite entreranno in vigore nel 2010 e per il quale si è facili profeti nel dire che ci saranno problemi di rispetto dei valori limite annuali.

⁶ M. Deserti, E. Minguzzi, M. Stortini, G. Bonafè, "Scenari futuri nel bacino padano", in ARPA Rivista Luglio-Agosto 2006, pag. 24-25.

volatili per l'ozono, ai quali si aggiungono biossido di zolfo e ammoniaca per il PM10_{sec} più naturalmente il PM10 primario. Il punto è individuare nelle specifiche situazioni quali sono i *fattori limitanti* di cui si è già parlato, ovvero individuare quali sono i precursori per i quali una riduzione delle emissioni si traduce efficacemente in una riduzione delle concentrazioni in aria di ozono e PM10_{sec}. E questo si può fare solo con una dettagliata analisi modellistica contestualizzata per macroarea, la quale dovrà dare anche risposte in merito al **quanto**, cioè definire di quanto ridurre le emissioni inquinanti rispetto ai livelli attuali.

Quello che si può dire anche sulla scorta delle considerazioni fatte sopra al punto b) è che *l'entità delle riduzioni necessarie per rispettare i limiti di qualità dell'aria è tutt'altro che blanda*.

3. Ma non finisce lì

Una volta date le risposte ai quesiti su *cosa, come, dove e quanto* c'è il problema di ripartire per ogni macroarea la riduzione delle emissioni tra i diversi settori: trasporti, industria, usi civili, agricoltura, eccetera. Su questo vi sono dei margini di discrezionalità che, se si vuole, qualificano politicamente le differenti scelte possibili.

A questo proposito è interessante fare qualche considerazione sulla base – ancora una volta – di serie storiche di lungo periodo, che danno una cifra ben precisa di come sia cambiata l'Italia negli ultimi decenni.

Prima di tutto osserviamo che i consumi energetici in Italia sono passati da poco meno di 125 Mtep⁷ nel 1971 a quasi 198 Mtep nel 2005, con un incremento del 58%.

Emerge in particolare l'utilizzo crescente di gas naturale che spiega tra l'altro, come già detto, l'abbattimento delle emissioni – e delle concentrazioni – di biossido di zolfo (si veda la [Figura 4](#) che mostra i consumi delle fonti primarie di energia dal 1971 al 2005).

Un altro mutamento strutturale del nostro paese è descritto da gli usi finali di energia dal 1971 al 2005 ([Figura 5](#)): nel 1971 era il *settore industriale* che consumava la quota maggiore di energia: il 37% del totale, seguito dagli *usi civili* con il 28% e con i *trasporti* che pesavano solo per il 16%. I trasporti sono però fin dagli anni '70 il settore con i maggiori incrementi annui di consumi di energia, al punto che a partire dalla seconda metà degli anni '90 e fino al 2004 emergono come il maggior consumatore di energia nel paese, con un peso costantemente superiore al 30%. Nel 2005 infine si osserva il superamento degli usi energetici civili rispetto a quelli dei trasporti, che registrano una lieve flessione rispetto al 2004: i prossimi anni ci diranno se questi ultimi sono elementi congiunturali o strutturali. Quello che si può dire finora è che in 35 anni il peso dei

⁷ Mtep: milioni di tonnellate equivalenti di petrolio.

trasporti come fattore di pressione ambientale è aumentato enormemente, e questo dato viene confermato dall'evoluzione del parco veicolare in Italia dal 1921 al 2005 (Figura 6).

Per inciso, il nostro Paese in Europa registra il più alto numero di autovetture per ogni 100 abitanti a parte il Lussemburgo che, sia per estensione territoriale che per popolazione, non è certamente paragonabile all'Italia. Se questa tendenza all'incremento delle autovetture permane, quand'anche per ipotesi tutti i veicoli in circolazione fossero a emissioni molto basse o addirittura nulle, per alcune realtà metropolitane particolarmente critiche le situazioni di congestione, già molto frequenti, diverrebbero praticamente permanenti: si avrebbe la cosiddetta "congestione pulita" (*clean congestion*). D'altra parte, nonostante si faccia un gran parlare per promuovere un maggior utilizzo del trasporto pubblico locale (TPL), non dobbiamo ignorare che per le realtà metropolitane particolarmente in sofferenza già oggi nelle ore di punta si assiste a una saturazione del TPL, e uno spostamento anche piccolo, di pochi punti percentuali, di viaggiatori dal mezzo privato al TPL produrrebbe effetti "esplosivi": insomma, la sfida della mobilità si deve affrontare e vincere non solo, ma anche per la qualità dell'aria.

Riprendendo il filo del nostro argomento va detto che i consumi energetici, e in particolare l'utilizzo di combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale), sono la principale fonte di emissione sia di inquinanti dell'atmosfera che dei gas a effetto serra, responsabili del cambiamento climatico attribuiti all'uomo e il cui più importante rappresentante è l'anidride carbonica.

Ebbene quello che si osserva in Italia è un *disaccoppiamento* tra i consumi di energia, in crescita, e le emissioni inquinanti, in diminuzione. Questo disaccoppiamento non c'è invece per quanto concerne le emissioni di gas serra, che continuano a crescere (Figura 7).

Focalizzandosi sui trasporti, il loro peso si traduce nelle emissioni in atmosfera sia degli inquinanti che dei gas serra attribuite a questo settore: nonostante le emissioni inquinanti – contrariamente ai gas serra – sono diminuite sia per la mobilità delle persone che per il trasporto delle merci a fronte di un aumento di questi fattori di pressione (anche in questo caso c'è quindi un disaccoppiamento virtuoso per gli inquinanti: Figure 8 e 9), i trasporti sono su scala nazionale la principale fonte di emissione di PM10 primario⁸ e di ossidi di azoto (precursore del PM10_{sec} e dell'ozono)⁹, oltre che

⁸ Con riferimento alle emissioni di PM10 nel 2004 i trasporti pesano per il 43% del totale, seguiti dall'industria con il 27%, dagli usi civili (13%), agricoltura (12%) e produzione di energia elettrica con il 5%.

⁹ Con riferimento agli ossidi di azoto nel 2004 i trasporti pesano per il 57% del totale, seguiti dall'industria con il 19%, dalla produzione di energia elettrica con il 9%, dagli usi civili (7%), mentre tutto il resto pesa per un 8%;

Le emissioni di ossidi di azoto (NOx) sono in genere per il 90-95% monossido di azoto (NO) e per il restante 5-10% biossido di azoto (NO₂, inquinante per il quale dal 2010 saranno in vigore valori limite di concentrazione in aria per la protezione della salute). C'è però un crescente contributo di emissioni dirette di NO₂ specificamente da veicoli diesel. I nuovi veicoli diesel (Euro 3, Euro 4) possono emettere NO₂ fino a 50-60% degli NOx totali emessi rispetto ad un 15-20% di NO₂ dei veicoli Euro 1 e Euro 2. Questo è un buon esempio di ciò che accade di frequente in campo ambientale, cioè che la risoluzione di un problema innesca l'insorgere di altri: così negli anni '70 la politica degli alti camini

di monossido di carbonio (67% delle emissioni nazionali) e di benzene (63% delle emissioni nazionali).

I trasporti sono inoltre il secondo settore per quanto concerne le emissioni di composti organici volatili, precursori sia del PM10_{sec} che dell'ozono¹⁰.

Basso è invece il peso dei trasporti nelle emissioni di biossido di zolfo, precursore del PM10_{sec}¹¹.

Interessante è ancora il fatto che le emissioni di ammoniaca, un altro importante precursore di PM10_{sec}, sono dovute in massima parte (per il 90% e più) al settore agricolo e agli allevamenti, ma che un peso crescente, per quanto sempre minoritario, lo hanno i veicoli catalizzati che emettono questo inquinante come prodotto indesiderato a causa del non perfetto funzionamento delle marmitte catalitiche.

Infine, il settore dei trasporti contribuisce in maniera importante alle emissioni di gas serra, essendo il secondo emettitore alla pari del settore industriale¹².

Ma quale è il peso dei trasporti stradali nell'ambito dell'intero settore dei trasporti? Il trasporto su strada ha un peso preponderante per le emissioni di PM10, ossidi di azoto e composti organici volatili (per questi tre inquinanti superiore al 70%), oltre che per monossido di carbonio e benzene (per questi ultimi due superiore all'80%) e per le emissioni di gas serra (oltre il 90%).

Scendendo nel dettaglio delle categorie di veicoli stradali che emettono maggiormente, si vede che per le emissioni di PM10 primario i veicoli commerciali pre euro (leggeri e pesanti), che sono il 4% dell'intero parco veicolare nazionale, emettono il 36% delle emissioni da trasporto su strada. Per le emissioni di ossidi di azoto i veicoli pesanti pre euro, che sono l'1% del parco veicolare nazionale, emettono il 26% delle emissioni da trasporto su strada. Per i composti organici volatili il contributo preponderante alle emissioni da trasporto su strada è dato da automobili, ciclomotori e motocicli, come pure per il monossido di carbonio e il benzene. Per quanto riguarda le emissioni di gas serra, sono le automobili che incidono maggiormente con un peso di circa il 60% rispetto al totale delle emissioni su strada.

Tornando al settore trasporti *tout court*, un dato interessante riguarda le emissioni di biossido di zolfo per le quali è il trasporto marittimo ad avere la quota principale (80%) delle emissioni da

adottata per gli impianti termoelettrici in Europa e in America allo scopo di ridurre le concentrazioni di biossido di zolfo a scala locale ha innescato i fenomeni di inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza, dei quali le cosiddette piogge acide sono l'aspetto più noto.

¹⁰ Con riferimento alle emissioni di composti organici volatili nel 2004 i trasporti pesano per il 38% del totale, l'industria è il principale settore emissivo con il 43%, gli usi civili pesano per il 4% e tutto il resto per un 15%.

¹¹ Nel 2004 i trasporti pesano per il 14% delle emissioni antropiche nazionali di biossido di zolfo, contro un 45% dell'industria, un 35% della produzione di elettricità, un 4% degli usi civili e un 2% di tutto il resto.

¹² Per le emissioni di gas serra nel 2004 il peso del settore trasporti è pari al 23% come la produzione di elettricità, l'industria pesa per il 29% e gli usi civili per il 14%, tutto il resto per l'11%.

questo settore: questo è un fatto ben conosciuto, ed è dovuto alla possibilità da parte delle navi di approvvigionarsi di combustibili a basso prezzo ma con elevato tenore di zolfo, tanto è vero che ci sono tentativi in atto, a livello europeo e internazionale, per regolamentare questo settore e ridurre le emissioni di biossido di zolfo dal trasporto marittimo

Detto tutto questo, è chiaro che una politica equilibrata di riduzione delle emissioni deve intervenire su tutti i settori nel rispetto della fattibilità tecnica e della compatibilità economica e sociale.

4. Conclusioni

Quali sono gli ostacoli che si frappongono ad un percorso quale quello delineato sommariamente sopra? Sicuramente vi sono ancora ostacoli di tipo tecnico: per fare funzionare bene i modelli matematici di cui si è detto è necessario disporre di inventari delle emissioni inquinanti quanto più possibile accurati, e poi naturalmente il modello non riproduce la realtà alla perfezione, per cui le sue risposte sono affette da un margine di incertezza.

Inoltre dovendo mettere a punto una strategia integrata per ozono e PM10 – a cui si deve aggiungere il biossido di azoto (NO₂) per il quale esistono valori limite che entreranno in vigore nel 2010 e il PM_{2,5}¹³ che molto probabilmente sarà normato sulla base della nuova direttiva europea attualmente in discussione – bisogna individuare misure di riduzione delle emissioni che siano efficaci per tutti questi inquinanti il che è tutt'altro che banale.

Infine bisogna integrare in maniera intelligente le strategie di riduzione delle emissioni inquinanti con quelle per la riduzione dei gas serra.

Tuttavia, questi ostacoli tecnici possono essere rimossi o, quanto meno, fortemente ridimensionati stante la situazione delle conoscenze scientifiche attuali e la disponibilità di strumenti modellistici.

Sembra però che vi siano ostacoli di altro genere. Quello che si osserva è che si fa un gran parlare di inquinamento atmosferico ma finora non si sono affrontate le domande del *cosa, come, dove e quanto* ridurre. La normativa¹⁴ attribuisce alle regioni la realizzazione dei piani e programmi di risanamento e tutela della qualità dell'aria, e quindi sembrerebbe che debbano essere proprio le regioni a definire per il proprio territorio le quote di riduzione delle emissioni, *ma già questo apre una questione di non poco conto essendo l'inquinamento da ozono e PM10 un problema tipicamente sovraregionale* – e ne abbiamo mostrato un esempio significativo con riferimento all'Emilia Romagna.

¹³ Particolato di dimensione (più esattamente, di diametro aerodinamico) inferiore ai 2,5 µm.

¹⁴ Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351 *Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.*

Come si esce da questa *impasse*? L'unica alternativa razionale è dare risposte ai quattro quesiti più volte evocati sulla base delle migliori conoscenze e attivando le competenze scientifiche disponibili che in Italia ci sono, e di prim'ordine.

E' plausibile che in particolare per macroaree critiche come la pianura padana venga fuori che è necessario ridurre le emissioni inquinanti di quantità tali da far "tremare le vene e i polsi", ma un'operazione del genere, oltre a contribuire ad orientare meglio gli sforzi in atto, avrebbe il pregio di fare chiarezza e di aprire un dibattito serio sull'entità degli sforzi necessari per affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico nel nostro Paese.

D'altra parte nella discussione in atto in Europa sulla nuova direttiva per la qualità dell'aria, proprio in ragione delle difficoltà che si incontrano nel rispettare i limiti in particolare per il PM10 – e non solo in Italia – è presa in considerazione la possibilità di chiedere e ottenere deroghe temporali per il rispetto dei valori limite di questo inquinante, il che consentirebbe di mettere in atto le necessarie misure strutturali che, ovviamente, richiedono tempo per la loro messa in opera.

Certo sarebbe opportuno che il Paese si mettesse immediatamente in moto anche nelle more del nuovo contesto normativo europeo attinente alla qualità dell'aria in modo da poter utilizzare al meglio tutti gli eventuali margini temporali. Su questo, visto come stanno andando le cose in Italia con il protocollo di Kyoto relativo alle limitazioni delle emissioni dei gas serra, qualche preoccupazione sembra più che legittima.

Ringraziamenti:

Si ringraziano Silvia Brini e Luisiana Zega di APAT per i commenti e i suggerimenti dati.

Si ringraziano Marco Faticanti, Monica Pantaleoni ed Ernesto Taurino di APAT per la revisione delle informazioni sulle emissioni.

Si ringrazia Giorgio Cattani di APAT per l'elaborazione dei dati ACI sul parco veicolare.

Errori ed omissioni sono di esclusiva responsabilità dell'autore.

Milano 1957-2004

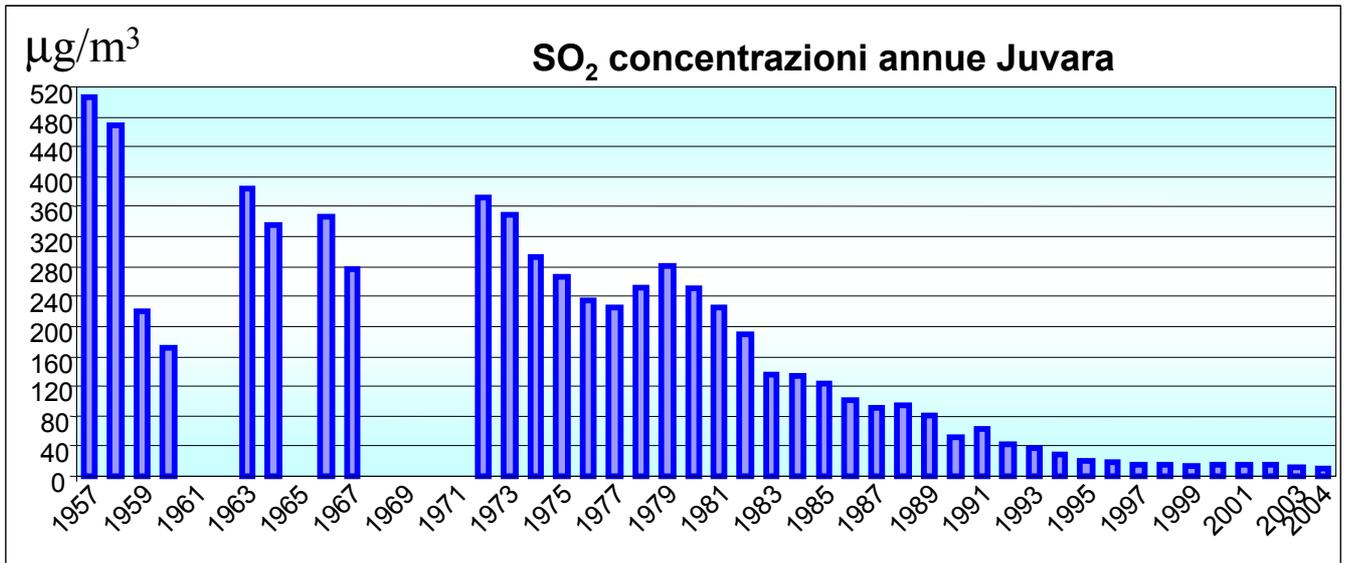


Figura 1.

Fonte: CNEIA, 2006

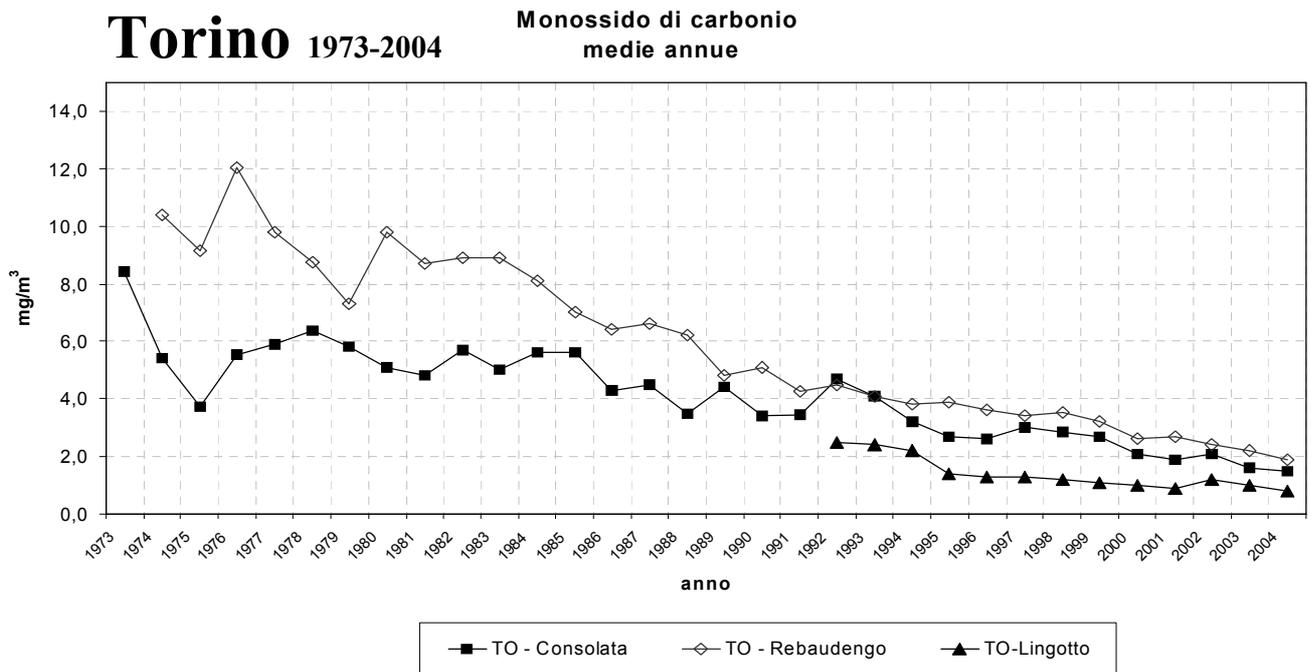


Figura 2.

Fonte: CNEIA, 2006

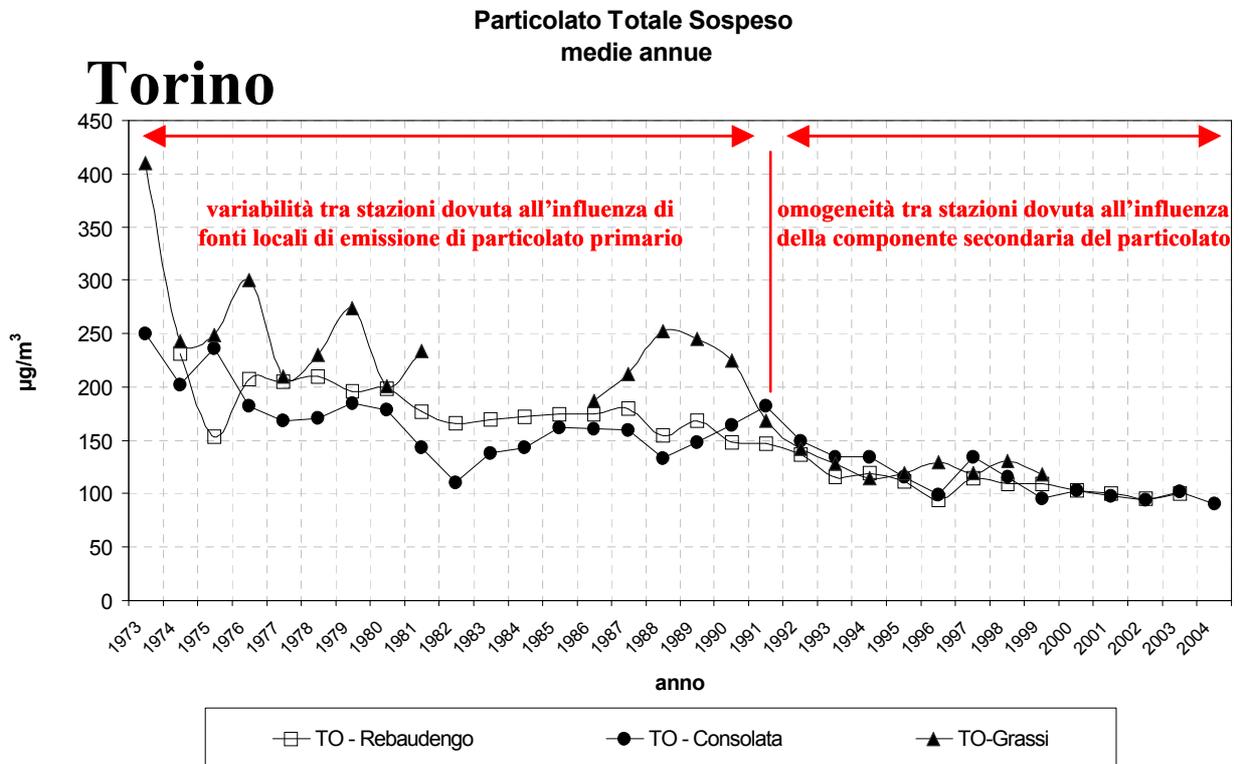
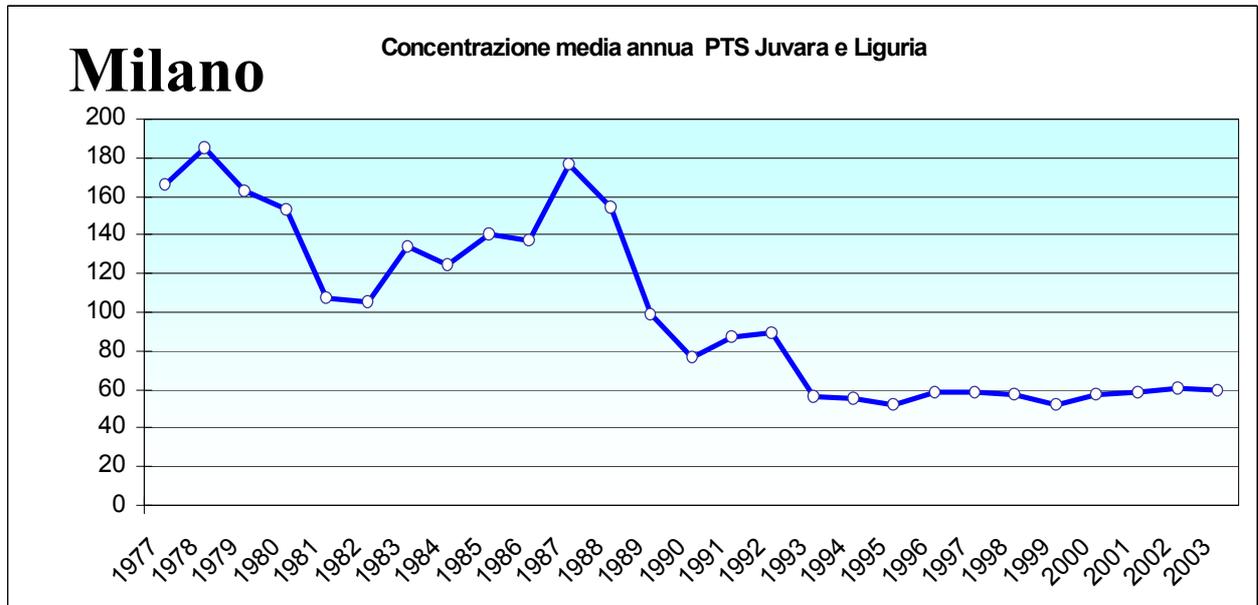


Figura 3.

Fonte: CNEIA, 2006

Consumi di energia in Italia per fonti primarie

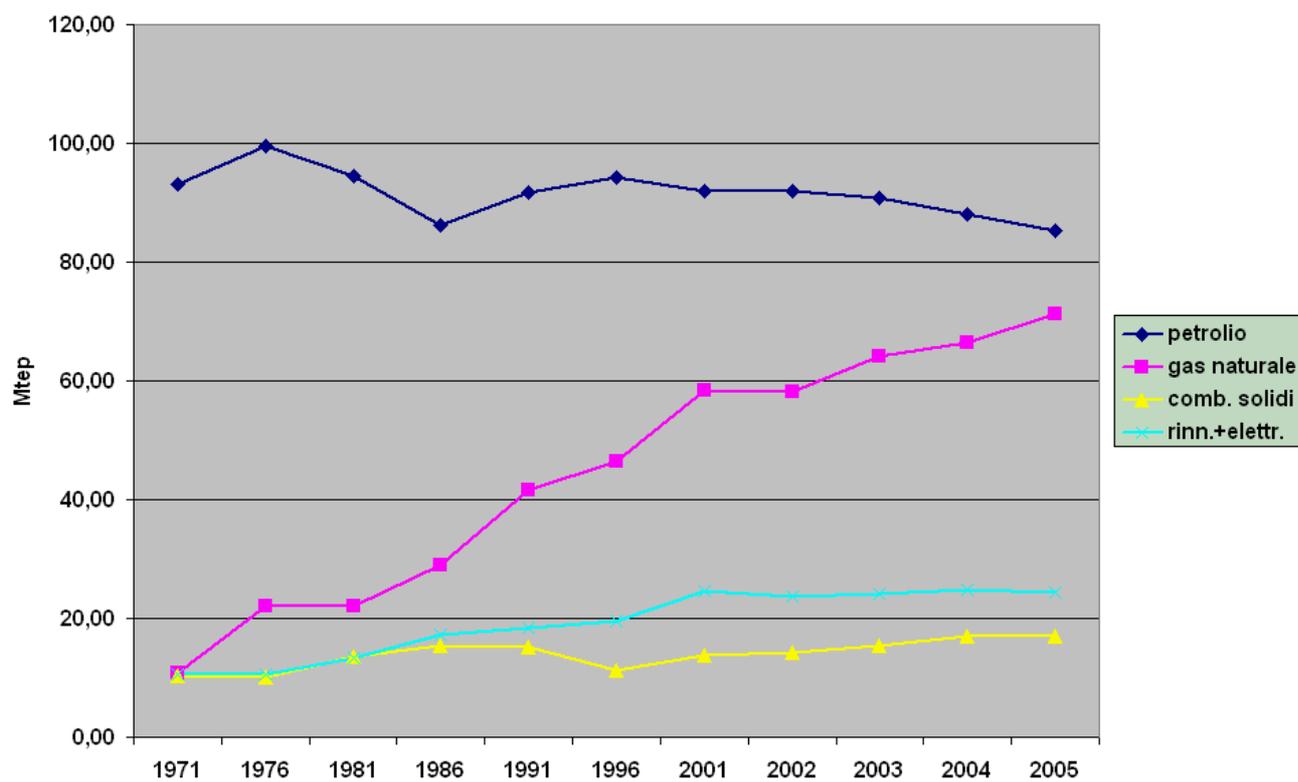


Figura 4.

Elaborazione su dati ENEA, Energia e Ambiente 2006

Usi finali di energia in Italia

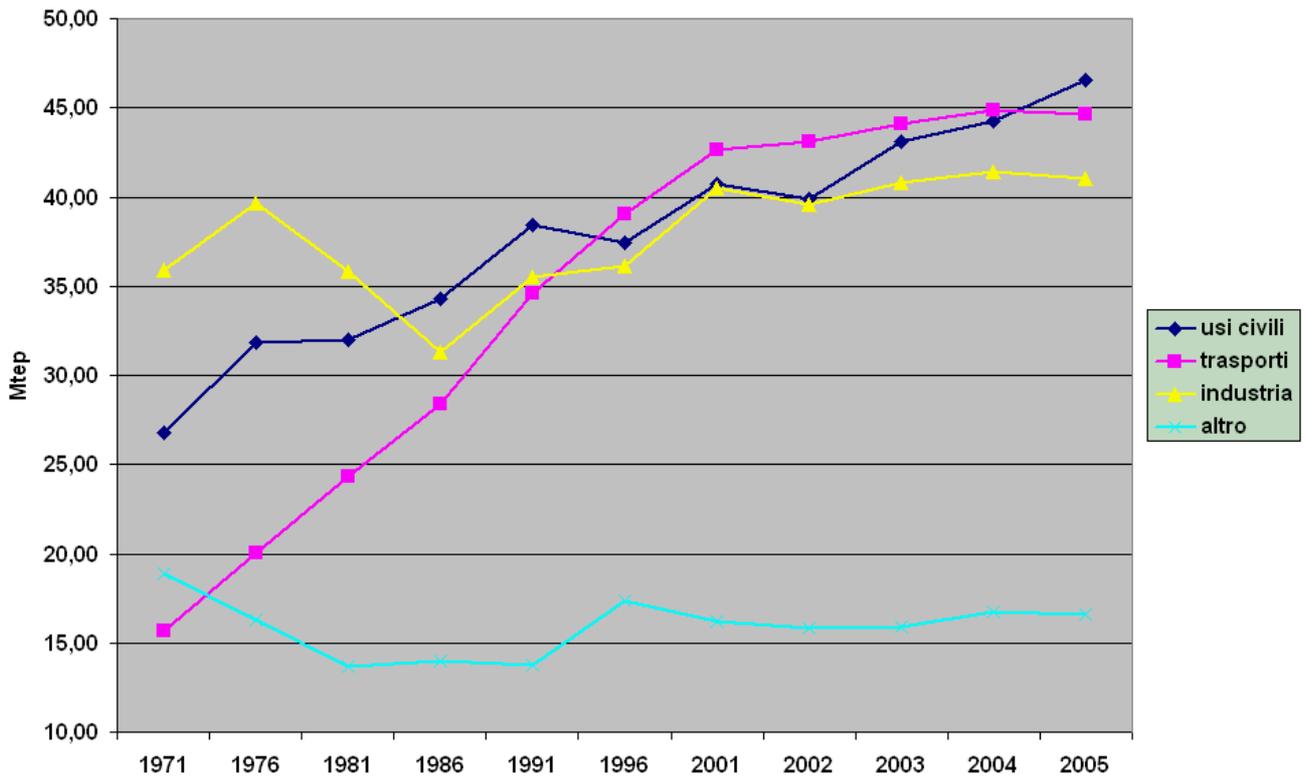


Figura 5.

Elaborazione su dati ENEA, Energia e Ambiente 2006

Evoluzione del parco veicolare in Italia dal 1921 al 2005

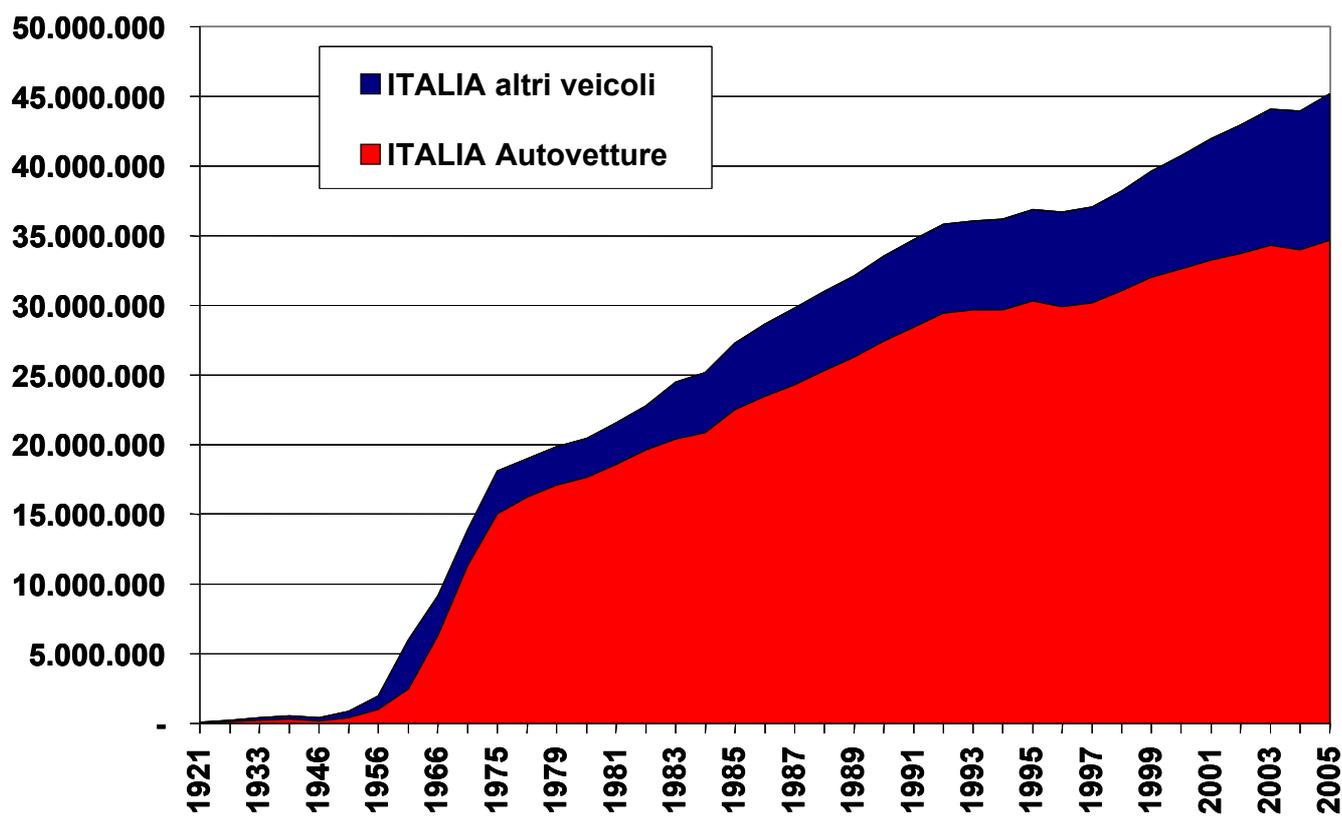


Figura 6.

Elaborazione APAT su dati ACI

CONSUMI DI ENERGIA ED EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990: 100)

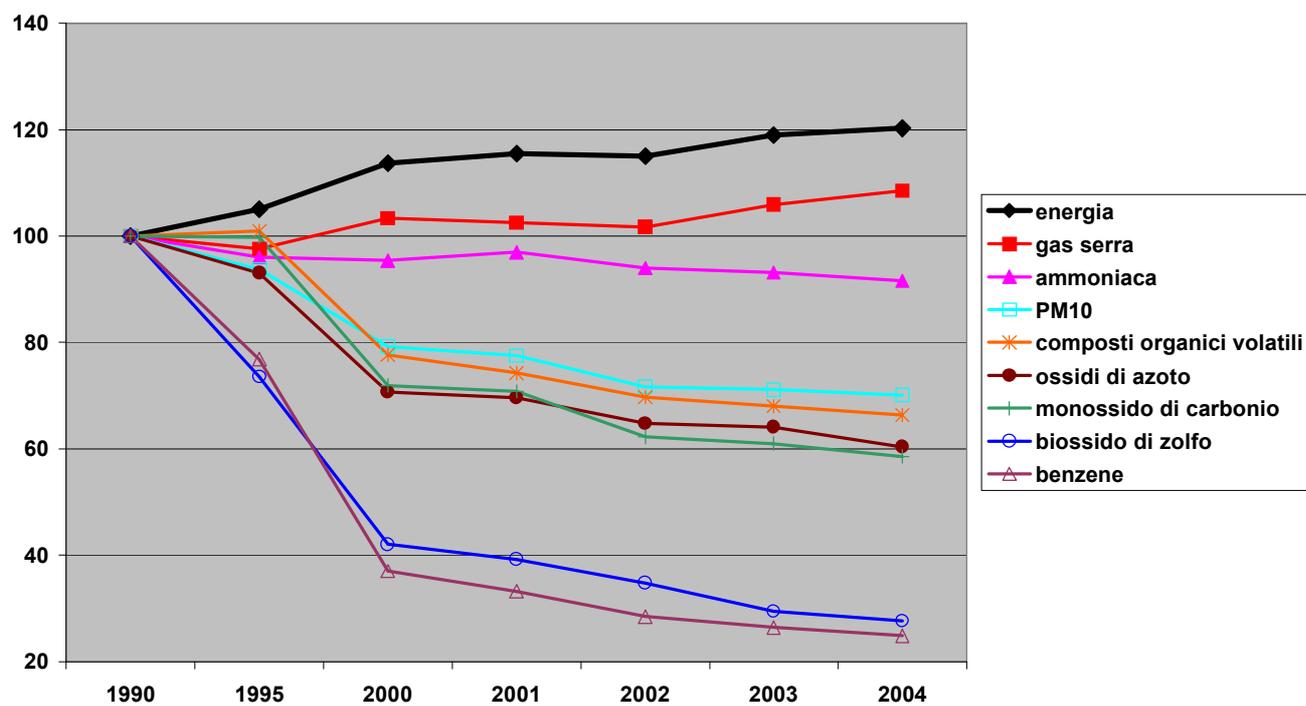


Figura 7.

Elaborazione su dati APAT (Annuario dei dati ambientali 2005-2006) ed ENEA (Energia e Ambiente 2006)

MOBILITA' DELLE PERSONE E RELATIVE EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990:100)

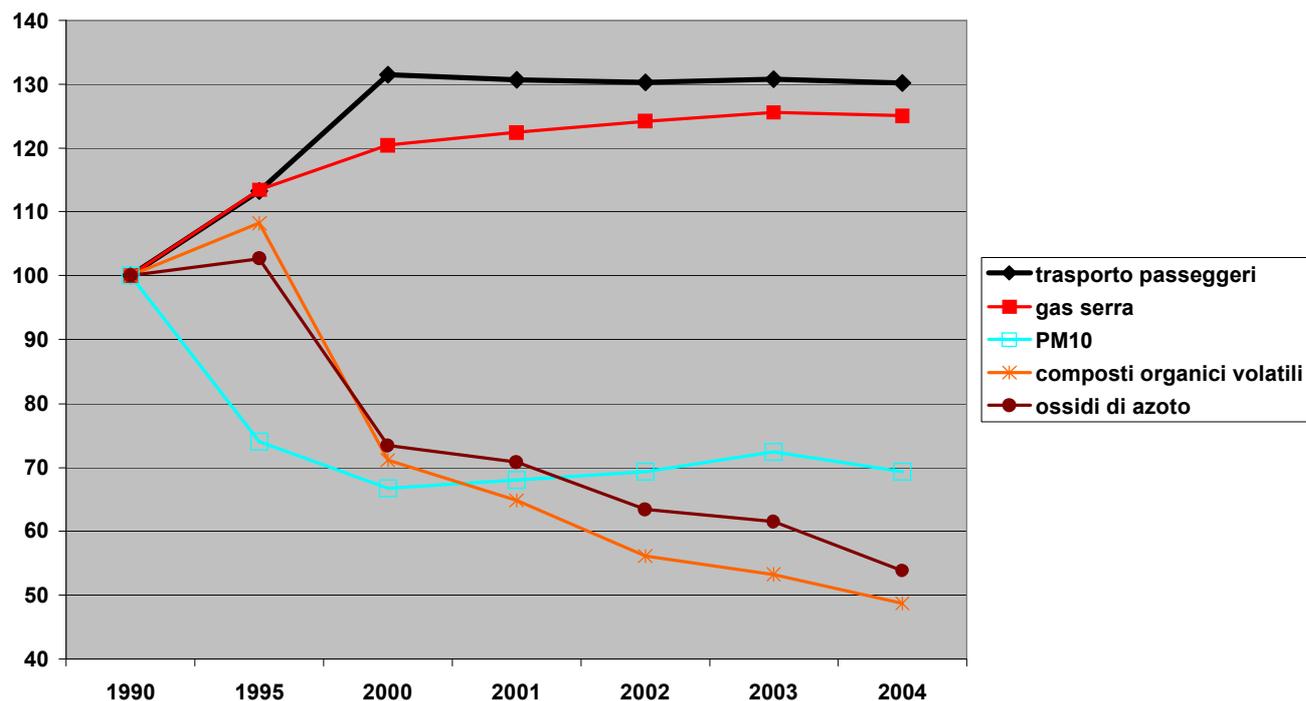


Figura 8.

Elaborazione su dati APAT, Annuario dei dati ambientali 2005-2006
 (i dati del trasporto passeggeri che si sono elaborati sono espressi in miliardi di passeggeri-km)

TRASPORTO MERCI E RELATIVE EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990:100)

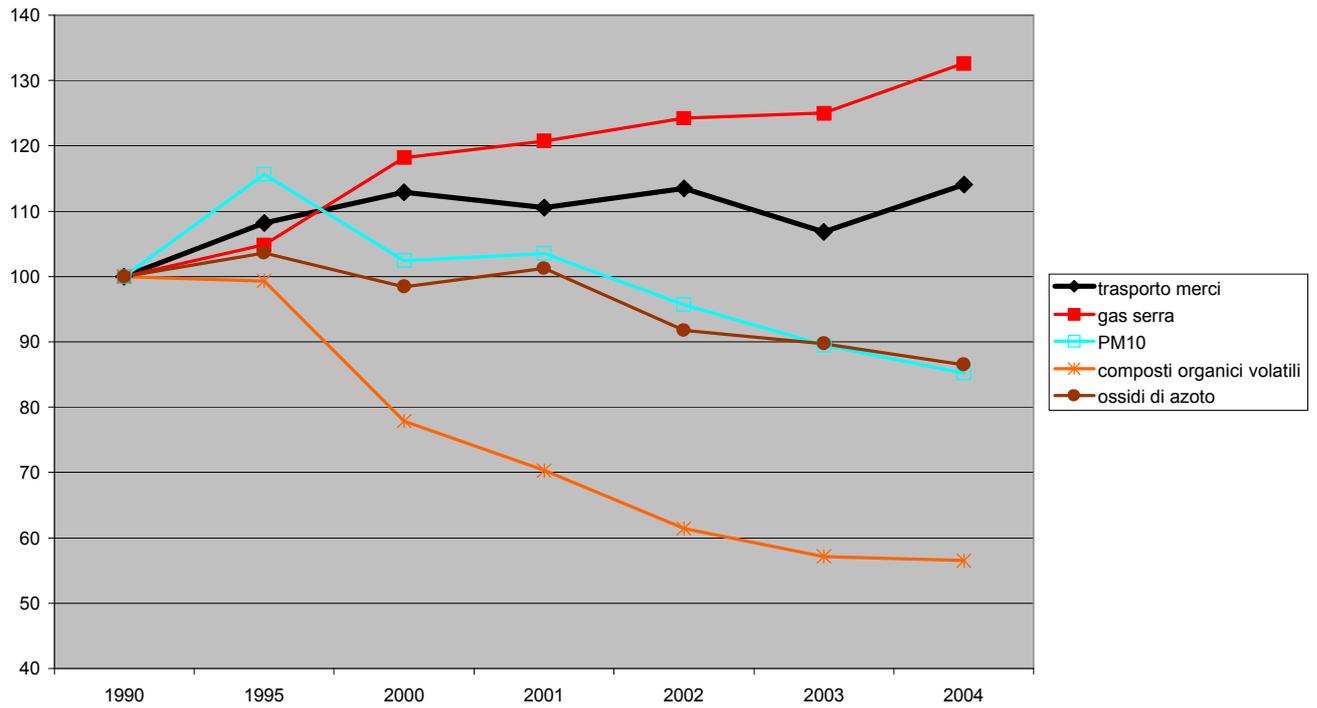


Figura 9.

Elaborazione su dati APAT, Annuario dei dati ambientali 2005-2006
(i dati del trasporto merci che si sono elaborati sono espressi in milioni di tonnellate-km)