

6. EMISSIONI, QUALITÀ DELL'ARIA E PIANI DI RISANAMENTO



L'obiettivo primario della realizzazione della stima delle **emissioni** di inquinanti a livello comunale attuata in questo *VII Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano* è quello di produrre una rappresentazione uniforme delle principali fonti di emissione nelle città italiane, ottenendo dei risultati confrontabili tra loro, in quanto generati utilizzando la stessa metodologia. In questo modo è possibile valutare le principali sorgenti di emissione in atmosfera nelle aree urbane italiane per ogni inquinante. Per quanto riguarda singole e particolari realtà locali è preferibile fare riferimento a inventari locali, indubbiamente più dettagliati, ma difficilmente confrontabili tra di loro in quanto spesso realizzati con metodologie differenti. Dai riscontri con le ARPA/APPA sono emerse, come atteso, delle differenze legate alle metodologie utilizzate: anche per questo motivo il gruppo di lavoro sugli inventari locali, costituito da ISPRA e dai responsabili degli inventari locali, annovera tra i suoi principali obiettivi l'armonizzazione tra la disaggregazione delle stime nazionali e le stime locali.

Nel capitolo vengono riportate le stime delle emissioni relative al 2008 di PM₁₀ primario (*Particulate Matter*), NO_x (ossidi di azoto), COVNM (composti organici volatili diversi dal metano), SO_x (ossidi di zolfo), NH₃ (ammoniaca) e C₆H₆ (benzene).

La metodologia di stima utilizzata è detta *top-down*, in quanto parte dai dati nazionali delle emissioni successivamente riportati a livello provinciale, raccogliendo ed elaborando dati statistici di varia natura come quelli demografici, economici, di produzione industriale (come per esempio popolazione, immatricolazione di veicoli, traffico aereo, consumo di prodotti, consumi di combustibili ecc.) e altri di tipo territoriale relativi alla destinazione d'uso (ad esempio superfici adibite ad agricoltura, coperte da foreste e vegetazione ecc.).

Dal livello provinciale si è poi passati a quello comunale considerando, per semplicità di valutazione, le dimensioni dell'area urbana coincidenti con quelle del territorio comunale.

Le emissioni sono state ricondotte ai seguenti settori:

Industria

(combustione nell'industria e impianti energetici, combustione industriale, attività produttive)

Riscaldamento

(combustione non industriale)

Trasporto su strada

Altri trasporti

(altri sorgenti mobili e macchinari)

Altro

(estrazione e distribuzione di combustibili fossili e geotermia, uso di solventi, trattamento dei rifiuti e discariche)

Agricoltura e foreste

(agricoltura e allevamento, altre sorgenti e assorbimenti)

Per ulteriori dettagli sulla metodologia e i dati utilizzati è possibile consultare De Lauretis *et al.*, 2009 e le precedenti edizioni del *Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano*.

Il rapporto tra emissioni e concentrazioni in atmosfera degli inquinanti (qualità dell'aria) non è generalmente diretto e lineare: la concentrazione osservata e la sua variabilità nel tempo e nello spazio dipendono infatti, oltre che dal carico emissivo, da altri fattori, legati alla meteorologia e alla reattività chimica delle specie emesse. Questo vale ad esempio per PM₁₀, O₃, NO₂ che, in parte o in toto, si formano in atmosfera a partire da altre sostanze dette "precursori".

Il principale strumento per la valutazione della **qualità dell'aria** è rappresentato dalle reti di monitoraggio regionali che, in ottemperanza alla normativa vigente, misurano i livelli degli inquinanti per la verifica del rispetto dei valori limite e obiettivo definiti al fine di tutelare la salute umana e gli ecosistemi. L'integrazione e la combinazione delle informazioni provenienti dalle reti di misura con dati e informazioni meteorologici e l'uso di tecniche di stima obiettiva e tecniche modellistiche consentono di comprendere il fenomeno dell'inquinamento, la sua evoluzione nel tempo e la sua distribuzione nello spazio. Sebbene molte regioni siano all'avanguardia nell'applicazione di un approccio integrato di questo tipo, che è anche incoraggiato dalla normativa, nella gran parte di esse i livelli misurati in siti fissi rimangono l'unica fonte di informazione utile per la valutazione della qualità dell'aria. La valutazione della qualità dell'aria è effettuata sulla base della zonizzazione del territorio, che consiste nella suddivisione del territorio in zone e agglomerati * e nell'ambito della quale le aree urbane, delimitate dai confini comunali, rappresentano una parte limitata come superficie ma importante come popolazione. I dati riportati in questo capitolo sono relativi al 2009 e, per un numero limitato (20) di città, al 2010. Il processo di validazione dei dati del 2010 ancora in corso presso molte ARPA al momento della pubblicazione di questo *Rapporto* non ne ha infatti consentito l'inserimento.

Le fonti e il metodo utilizzati per l'elaborazione degli indicatori sono gli stessi dell'edizione 2009 del *Rapporto*, a cui si rimanda per una più ampia descrizione.

Alcuni criteri di base del metodo sono i seguenti: le stazioni, selezionate sulla base della rappresentatività per la qualità dell'aria, sono tutte collocate nella zona (agglomerato o non) che contiene il comune di riferimento; gli indicatori sono allineati a quelli della normativa vigente per la protezione della salute umana; per il calcolo degli indicatori sono state utilizzate serie di dati con copertura temporale minima del 75% e, per l'ozono, serie di dati con almeno 5 mesi estivi su 6 (da aprile a settembre).

Per una lettura e un uso corretto dei dati di inquinamento riportati sono importanti alcune considerazioni circa il metodo utilizzato. La prima riguarda la copertura temporale dei dati: il 75%, individuato in coerenza con i criteri del protocollo Eol (Exchange of Information, decisione 97/101/CE), limita, rispetto al 90% previsto dal D.Lgs 155/2010, l'attendibilità del confronto con il valore limite giornaliero per il PM₁₀ e, per il biossido di azoto, con il valore limite orario. Questo confronto, essendo basato sul conteggio, rispettivamente, dei singoli giorni o delle singole ore di superamento di un valore medio, è infatti fortemente dipendente dal numero di dati effettivamente disponibili, molto di più del confronto con valori limite annuali. Altre considerazioni riguardano il numero delle stazioni utilizzate per gli indicatori, che varia da caso a caso senza seguire uniformi criteri demografici o ambientali e il tipo di stazione e/o di area che sono variamente rappresentati sulla base delle disponibilità concrete delle diverse reti per il monitoraggio.

Le condizioni meteorologiche e la loro variabilità interannuale sono elementi fondamentali nel determinare le concentrazioni degli inquinanti e le differenze che si possono registrare tra anni successivi. Per interpretare, ad esempio, una tendenza alla riduzione come un reale miglioramento della qualità dell'aria, occorrono osservazioni pluriennali e coerenti (ovvero provenienti dallo stesso set di stazioni di monitoraggio) che mettano in evidenza l'esistenza di un trend significativo al di là dell'oscillazione interannuale dovuta alla variabilità delle condizioni meteorologiche.

* Zona: parte del territorio delimitata ai fini della valutazione e della gestione della qualità dell'aria ambiente. Agglomerato: zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro, oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi, e dei flussi di persone e merci, avente una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 (art. 2, comma 1, D.Lgs. 155/2010).

A un approccio puramente qualitativo, di fatto limitato all'osservazione delle tendenze macroscopiche, è preferibile un approccio quantitativo, basato sull'analisi statistica dei trend. Le osservazioni disponibili negli ultimi anni basate su questo tipo di approccio hanno permesso di evidenziare l'esistenza di tendenze statisticamente significative alla riduzione delle concentrazioni di PM₁₀ e NO₂, seppur limitate a singole aree e tipologie di stazioni e insufficienti, in gran parte dei casi, a raggiungere il rispetto dei valori limite, laddove questi erano superati, in alcuni paesi come la Finlandia (Anttila *et al.*, 2010), la Germania (Graff e Klose, 2009), l'Olanda (Hoogerbrugge, R. *et al.*, 2009) e l'Italia (Cattani *et al.*, 2010; De Marco 2011).

La stima delle emissioni e il monitoraggio della qualità dell'aria sono strumenti indispensabili per individuare zone e aree in cui la qualità dell'aria non rispetta gli standard previsti, stabilire quali siano le cause, definire le misure di risanamento da realizzare nell'ambito dei piani e verificarne i risultati.

Il D.Lgs. 155/2010 (Art. 9 comma 1) conferma l'obbligo per le Regioni e le Province autonome di predisporre un **piano per la qualità dell'aria** nel caso in cui i livelli degli inquinanti in aria ambiente superino un corrispondente valore limite (VL) o valore obiettivo (VO) anche per uno solo dei seguenti inquinanti atmosferici: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5}.

L'elaborazione di un piano di qualità dell'aria avviene, secondo quanto definito nel D.Lgs. 155/2010 (Allegato XV) attraverso le seguenti fasi:

- **fase conoscitiva**, che comprende l'analisi del quadro normativo, delle caratteristiche del territorio, delle relative condizioni climatiche e meteorologiche, delle fonti di emissione degli inquinanti in aria (inventari delle emissioni), l'elaborazione degli scenari energetici e delle attività produttive e dei rispettivi scenari emissivi;
- **fase valutativa**, che consiste nella valutazione della qualità dell'aria effettuata mediante misure puntuali di concentrazione fornite dalla rete di rilevamento, mezzi mobili e/o mediante tecniche di modellazione;
- **fase propositiva**, in cui sono definite le misure di piano individuate sulla base di:
 - scenari di qualità dell'aria riferiti ai termini temporali previsti per il rispetto dei valori limite;
 - definizione degli obiettivi di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera necessari a conseguire il rispetto di tali limiti;
 - individuazione delle misure aggiuntive rispetto a quelle previste dalla normativa vigente da attuare per il conseguimento degli obiettivi di riduzione;
 - selezione delle misure più efficaci e individuazione delle relative modalità di monitoraggio delle singole fasi di attuazione.

In questo capitolo verrà fornito un quadro sintetico delle misure di risanamento della qualità dell'aria adottate nelle aree urbane oggetto di studio, così come previsto nei Piani per la qualità dell'aria predisposti dalle Regioni/Province autonome nell'anno 2008.

E. Taurino - ISPRA

6.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

E.Taurino, A. Caputo, R. De Lauretis

ISPRA – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

PM₁₀ PRIMARIO

Per le emissioni di PM₁₀ primario il trasporto su strada costituisce, per il 2008, la principale sorgente emissiva per 22 città sulle 48 considerate.

Il particolato aerodisperso (PM, *Particulate Matter*) è costituito da un insieme di particelle molto piccole (liquide o solide) disperse nell'atmosfera:

Il PM₁₀ include tutte le particelle di diametro aerodinamico* inferiore a 10 micrometri (10 millesimi di millimetro) che sono in grado di penetrare e depositarsi dopo il tratto superiore delle vie aeree (cavità nasali, faringe), oltre la laringe. Minore è la dimensione di tali particelle e più in profondità queste riescono a penetrare nelle vie respiratorie.

Il particolato può essere direttamente emesso dalle sorgenti (particolato o PM₁₀ primario) oppure formarsi in atmosfera a partire da diverse sostanze, dette precursori.

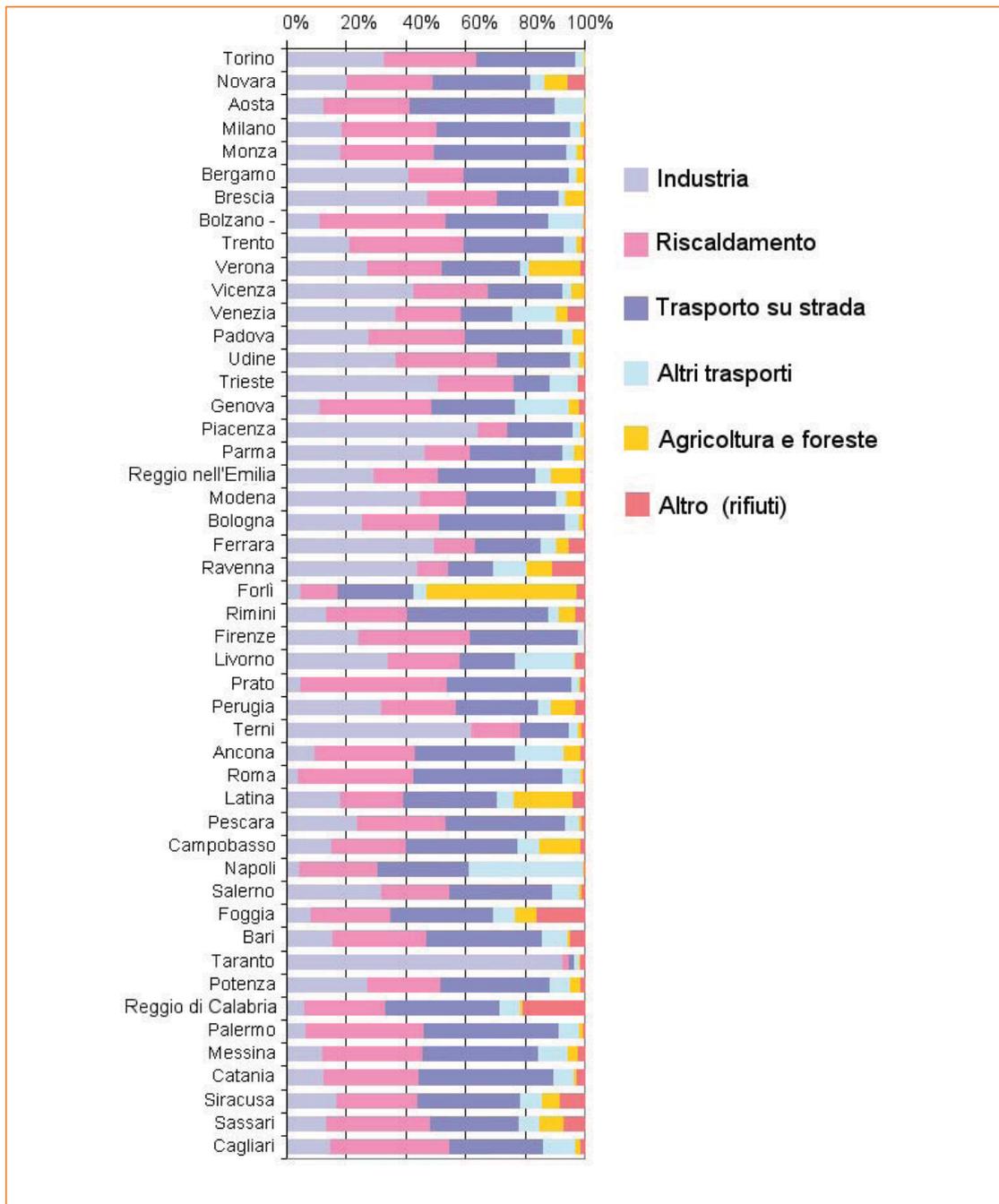
Le emissioni stimate corrispondono alle quantità di PM₁₀ primario direttamente emesse dalle sorgenti. Quando si valuta la qualità dell'aria, a partire dai valori misurati dalle stazioni di monitoraggio dislocate nei centri urbani, si campionano volumi d'aria che contengono PM₁₀ sia primario che formatosi in atmosfera, cioè secondario. Questo significa che non c'è una relazione diretta e lineare tra quantità emessa e qualità dell'aria. Per studiare e capire la relazione tra il particolato che viene emesso e quello che determina la qualità dell'aria bisogna, infatti, tenere in considerazione molteplici fattori come le condizioni meteorologiche, la presenza di precursori, le reazioni fotochimiche e così via.

* Le particelle spesso non hanno una forma sferica. Quando si parla del loro diametro, quindi, ci si riferisce a un diametro "equivalente", il cosiddetto *diametro aerodinamico*.

Per quanto riguarda i valori assoluti, le stime conducono a valori vicini a quelli del 2007, e quindi non riportati nei grafici che seguono; si è preferito, invece, rappresentare il contributo emissivo delle diverse sorgenti all'interno dei comuni. Tutti i valori assoluti sono comunque contenuti nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Si stima che le emissioni maggiori di PM₁₀ primario per il 2008 siano riferibili alle città di Taranto e Roma, Torino, Napoli e Milano. Come detto sopra, la principale fonte di emissione risulta essere il trasporto su strada ma in città che, rispetto alle loro dimensioni, contano importanti **attività industriali** (dove l'industria comprende sia le attività produttive che quelle per la produzione di energia), sono queste a rappresentare la principale fonte di emissione. Comparabili, anche se inferiori, i contributi provenienti dal settore del **riscaldamento** residenziale. Rispetto al 2000, le emissioni seguono un trend generale di riduzione per quasi tutte le città.

Fig. 6.1.1 - Sorgenti delle emissioni di PM₁₀ nelle 48 città considerate – anno 2008.



Fonte: ISPRA 2011

NO_x - OSSIDI DI AZOTO

Anche per gli ossidi di azoto il **trasporto su strada** costituisce la principale sorgente emissiva, in quanto risulta il contributo più importante per 39 città su 48.

Gli ossidi di azoto (NO_x) sono una famiglia di gas che si producono durante una combustione ad alta temperatura.

Le principali fonti di emissione sono rappresentate dal gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico, nonché da impianti di grosse dimensioni in cui sono presenti processi di combustione. Parte degli NO_x emessi si trasforma attraverso reazioni in atmosfera in materiale particolato: si parla in questo caso di PM secondario che va a sommarsi al PM primario direttamente emesso dalle sorgenti (vedi PM₁₀ primario). Gli NO_x sono detti precursori del PM.

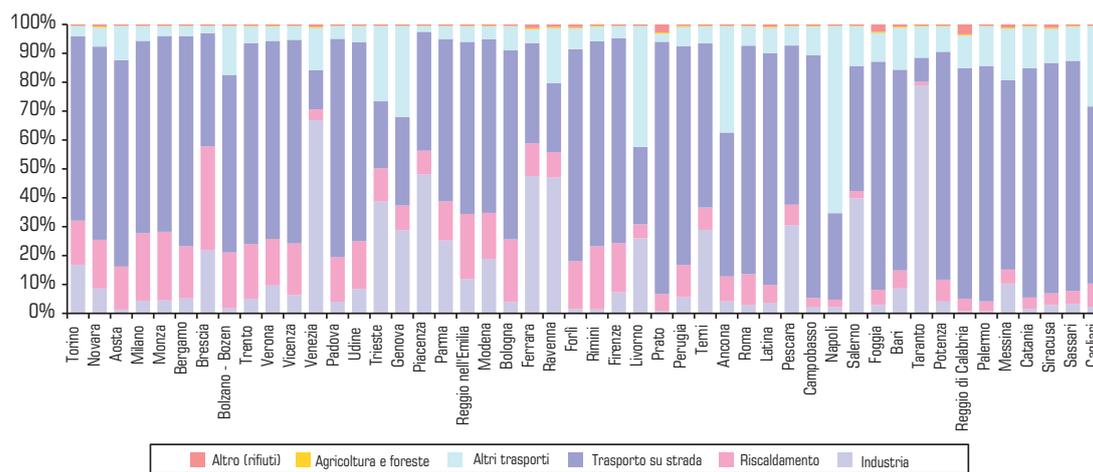
In alcune specifiche realtà come Venezia e Taranto il contributo maggiore è invece dovuto alle emissioni derivanti dall'**industria** o, come per Napoli e Livorno, dagli **altri trasporti**, nello specifico porti e attività ad essi connesse.

Per le città del Nord diventa significativo l'apporto del settore **riscaldamento** considerando, soprattutto, che tali emissioni sono tutte concentrate nel periodo invernale.

Rispetto al 2000 si stima che tutte le città abbiano emissioni più basse, con riduzioni comprese tra il 5% e il 46%.

Tutti i valori assoluti sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Fig. 6.1.2 -Sorgenti delle emissioni di NO_x nelle 48 città considerate – anno 2008.



Fonte: ISPRA 2011

COVNM - COMPOSTI ORGANICI VOLATILI NON METANICI

Le emissioni di COVNM sono essenzialmente dovute all'uso dei *solventi* (contenuti nel settore *altro*). Le attività principali che rientrano in questo settore sono quelle che interessano l'uso domestico dei solventi, la verniciatura del legno e l'edilizia ma anche le applicazioni in campo industriale.

I Composti Organici Volatili (COV) sono un insieme di sostanze chimiche che si presentano in forma liquida o vapore, caratterizzate dalla capacità di evaporare facilmente a temperatura ambiente (proprio da questo deriva il termine "volatile").

I composti che rientrano in questa categoria sono più di 300. Tra i più noti il benzene (riconosciuto cancerogeno per l'uomo), il cloroformio, l'etanolo, la formaldeide.

Anche la formaldeide è riconosciuta cancerogena per l'uomo, mentre il cloroformio è "possibilmente cancerogeno" (classe 2B dello IARC).

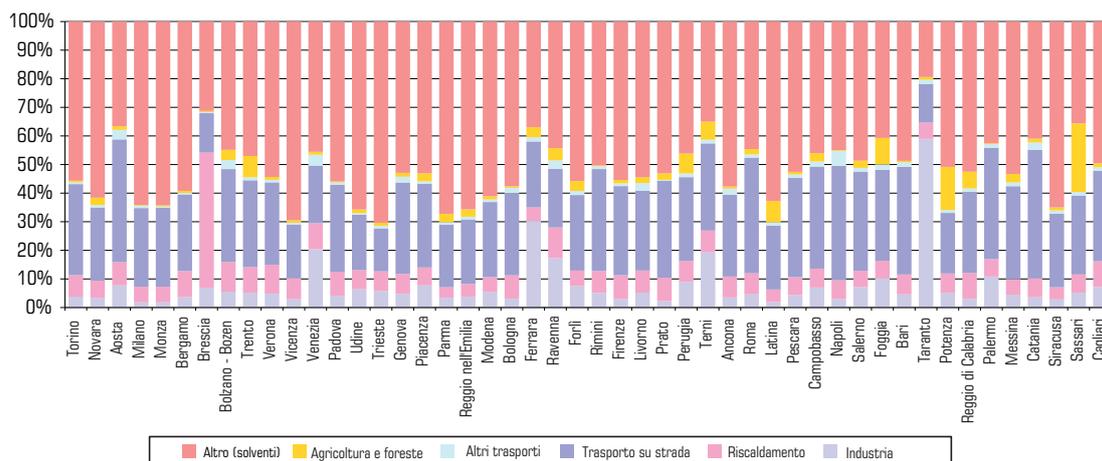
I COVNM sono precursori di PM₁₀ secondario.

Dopo l'uso dei solventi, la seconda fonte di emissione di COVNM nelle città è il *trasporto su strada*. Si stima che le emissioni maggiori di composti organici volatili non metanici riguardino le città di Roma e Milano.

Il trend delle emissioni, prendendo come anno di riferimento il 2000, si dimostra generalmente in riduzione.

Tutti i valori assoluti sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Fig. 6.1.3 - Sorgenti delle emissioni di COVNM nelle 48 città considerate – anno 2008.



Fonte: ISPRA 2011

SO_x - OSSIDI DI ZOLFO

Le emissioni di ossidi di zolfo provengono prevalentemente dal settore *industria*.

Costituiti essenzialmente da biossido di zolfo (SO₂), un gas incolore, irritante, molto solubile in acqua e dall'odore pungente, e in minima parte da anidride solforica (SO₃), gli ossidi di zolfo sono emessi prevalentemente a causa dell'utilizzo di combustibili contenenti zolfo (ad esempio gasolio, nafta, carbone ...) e dall'industria chimica.

Durante le giornate di pioggia, la ricaduta degli inquinanti derivanti dagli ossidi di zolfo rappresenta una delle componenti principali per la formazione delle "piogge acide".

A causa dell'elevata solubilità in acqua, l'SO₂ viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio. Gli effetti sulla salute possono andare da semplici irritazioni alle vie respiratorie e oculari, nel caso di una esposizione acuta, sino a fenomeni di bronco costrizione per esposizioni prolungate a quantitativi anche non elevati.

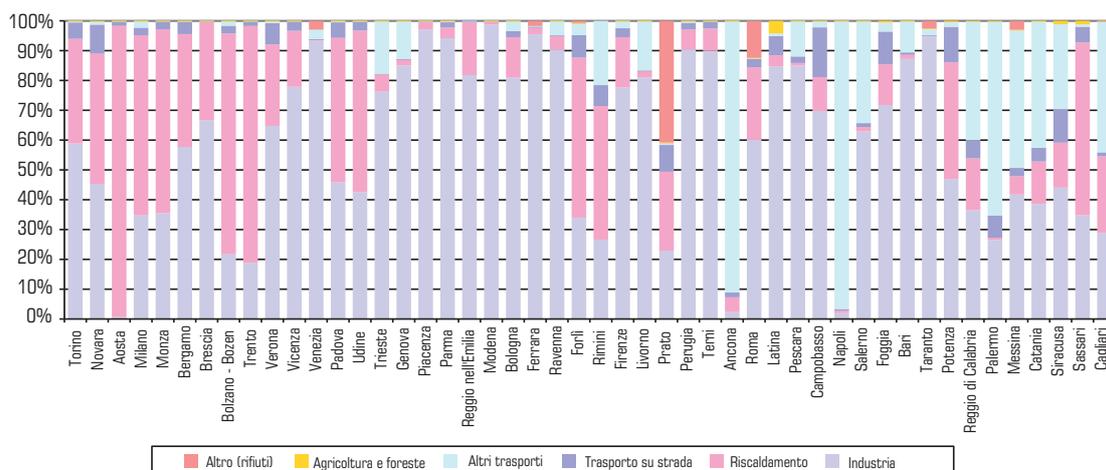
Inoltre, gli ossidi di zolfo sono precursori di PM₁₀ secondario.

Nelle città portuali diviene preponderante il contributo del settore *altro trasporto*, mentre in quelle del nord è importante il *riscaldamento*. Le città sedi di grandi industrie, come Taranto e Venezia, sono quelle per cui si hanno le maggiori stime di emissioni.

Il calo delle emissioni di ossidi di zolfo a livello nazionale, dovuto prevalentemente alla riduzione del contenuto di zolfo nei combustibili o all'utilizzo di combustibili che ne sono privi nel settore della produzione di energia elettrica, ha come conseguenza un trend caratterizzato talvolta da fortissime riduzioni delle emissioni di tale inquinante nelle città.

Tutti i valori assoluti sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Fig. 6.1.4 - Sorgenti delle emissioni di SO_x nelle 48 città considerate – anno 2008.



Fonte: ISPRA 2011

CO - MONOSSIDO DI CARBONIO

Anche per il monossido di carbonio il **trasporto su strada** costituisce la principale sorgente emissiva per 45 città su 48 (per 41 città il contributo del trasporto su strada è superiore al 50%).

Il monossido di carbonio è un prodotto di combustione incompleta dei combustibili organici (carbone, olio, legno, carburanti) ed è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore, incolore e insapore.

Il monossido di carbonio è tossico poiché, legandosi agli atomi di ferro nell'emoglobina del sangue, forma un complesso molto più stabile di quello formato dall'ossigeno e che rilascia più difficilmente ossigeno ai tessuti.

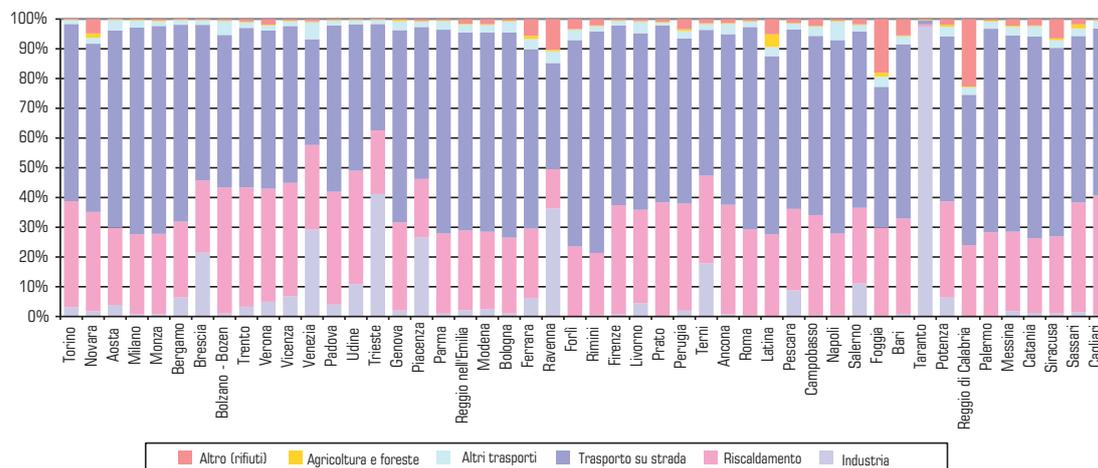
La seconda fonte delle emissioni di CO nelle città risulta il **riscaldamento**, con contributi che normalmente vanno dal 20% al 40%. Solo per tre città il contributo maggiore risulta dovuto al settore **industria**.

Le emissioni più alte sono state stimate per le città di Taranto, Roma e Milano.

Il trend delle emissioni risulta per tutte le città in decrescita.

I valori complessivi sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Fig. 6.1.5 - Sorgenti delle emissioni di CO nelle 48 città considerate – anno 2008



Fonte: ISPRA 2011

C₆H₆ - BENZENE

Per il benzene il *trasporto su strada* costituisce la principale sorgente emissiva per 44 città su 48 (superiore al 50% in 43 città).

Il benzene viene prodotto per combustione incompleta di composti ricchi in carbonio: ad esempio, è prodotto naturalmente nei vulcani o negli incendi di foreste, ma anche nel fumo delle sigarette e nei gas di scarico dei veicoli a motore.

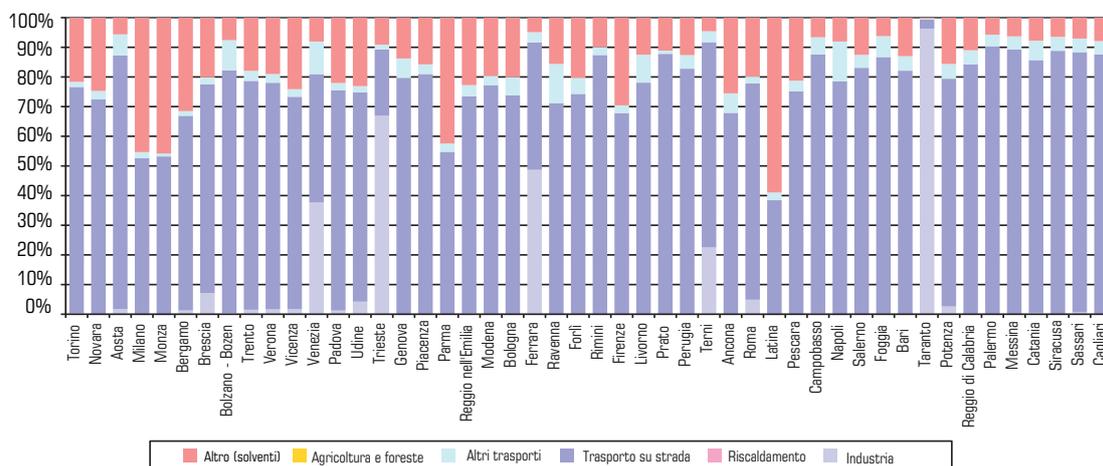
Nell'aria dei centri urbani la sua presenza è dovuta quasi esclusivamente alle attività di origine umana. La quasi totalità delle emissioni è in genere attribuibile alle produzioni legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e soprattutto traffico veicolare.

La seconda fonte di emissione è costituita solitamente dalle attività legate all'*uso dei solventi*, con contributi che possono superare anche il 40% delle emissioni cittadine. Anche per il benzene l'esistenza di particolari realtà *industriali* può rendere preponderante il contributo di tali attività.

Le politiche intraprese a vari livelli hanno condotto nel corso degli anni a brusche riduzioni delle emissioni di benzene che vanno, rispetto al 2000, dal -23% di Taranto al -76% di Genova.

I valori stimati sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

6.1.6.- Sorgenti delle emissioni di C₆H₆ nelle 48 città considerate – anno 2008



Fonte: ISPRA 2011

NH₃ - AMMONIACA

Nel caso delle emissioni di ammoniaca l'agricoltura costituisce la principale sorgente emissiva per 38 città su 48.

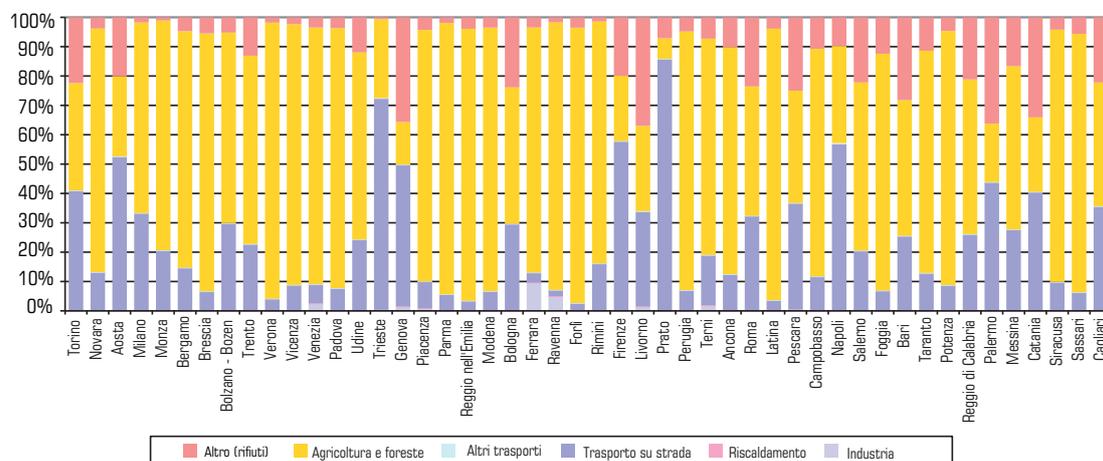
L'ammoniaca è un composto dell'azoto di formula chimica NH₃. Si presenta come un gas incolore, tossico, dall'odore pungente caratteristico.

A livello nazionale, la quasi totalità delle emissioni è data dall'agricoltura e dalla gestione delle deiezioni animali. Nelle aree urbane, dove il peso di tali attività è inferiore, emergono anche altre sorgenti. L'ammoniaca è un precursore di PM₁₀ secondario.

La seconda sorgente di ammoniaca in aree urbane risulta il **trasporto su strada**; in particolare il contributo è dovuto ai veicoli catalizzati. In diverse città assume importanza anche il contributo delle emissioni provenienti dal settore **rifiuti**, in particolare dalle discariche. Tra il 2000 e il 2008 si può notare una riduzione generalizzata nella stima delle emissioni di ammoniaca nelle città. Considerando le 48 città nel complesso, si stima una riduzione pari a circa il 17%.

I valori stimati sono riportati nella banca dati <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it>

Fig. 6.1.7 - Sorgenti delle emissioni di NH₃ nelle 48 città considerate – anno 2008



Fonte: ISPRA 2011

6.2 QUALITÀ DELL'ARIA

G. Cattani, A. Di Menno di Bucchianico, A. Gaeta, G. Gandolfo, A.M. Caricchia
ISPRA - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

PM₁₀ - PARTICOLATO AERODISPERSO

Superamento del valore limite giornaliero e valore medio annuo

L'inquinamento da materiale particolato PM₁₀ è regolato in Italia dal D.Lgs. 155 del 2010 che, confermando quanto già definito dalla precedente normativa, stabilisce due valori limite per la protezione della salute umana che corrispondono a 40 µg/m³ per la media annuale e 50 µg/m³ da non superarsi più di 35 volte in un anno per la media giornaliera. Tali valori sono stati confermati per quanto in oltre 10 anni di monitoraggio sia apparsa evidente la loro incongruenza. In termini concreti si verifica che, data una serie di concentrazioni giornaliere misurate per un anno in una determinata stazione, essi non possono essere rispettati contemporaneamente; ciò a meno di non registrare un valore medio annuo molto inferiore al limite di legge. In prima approssimazione, si può stimare intorno ai 30 µg/m³ la concentrazione media annua che consentirebbe il rispetto anche del valore limite giornaliero (l'entità dello scarto varia in base all'area geografica e alle condizioni meteorologiche, soprattutto di stabilità atmosferica e rimescolamento, che determinano la distribuzione delle concentrazioni).

Il limite annuale di 40 µg/m³ non è giustificato da particolari ragioni tecniche o evidenze sanitarie, in quanto non corrisponde a nessuno degli obiettivi posti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per questo inquinante né a limiti posti in altre parti del mondo (gli Stati Uniti hanno abrogato da anni il limite annuale per il PM₁₀, mantenendo solo quello giornaliero).

I dati di PM₁₀ mostrano che in quasi tutte le città del Nord e del Centro Italia è stato superato nel 2009 il limite giornaliero (Tabella 6.2.1); nei casi di maggiore intensità del fenomeno, il superamento di tale valore è stato accompagnato anche da quello del valore limite annuale. Non sono stati registrati superamenti ad Aosta, Bolzano, Trento, Udine, Trieste, Livorno e Latina. **Nel Sud, dove i livelli medi di PM₁₀ sono generalmente più bassi, si registrano valori oltre il limite giornaliero a Pescara (anche per il 2010), Palermo, Messina e Cagliari e valori particolarmente alti a Napoli e Siracusa** (dove sono stati rilevati il più alto numero di superamenti e la più alta media annua d'Italia nel 2009).

Per quanto riguarda i dati 2009 e 2010 (Tabella 6.2.2), le differenze che si osservano da un anno all'altro, alla luce di quanto indicato nella parte introduttiva di questo capitolo, non possono essere interpretate con certezza come indicative di un aumento o diminuzione dell'inquinamento.

Le tipologie di stazioni di rilevamento sono definite in funzione dell'area (urbana, suburbana, rurale) nella quale sono collocate e delle fonti di inquinamento principali.

La stazione di traffico urbana (TU) è collocata in zona urbana caratterizzata da forte presenza di traffico; quella di traffico suburbana (TS) è in zona suburbana, cioè periferica, e/o con caratteristiche residenziali o commerciali.

Le stazioni industriale urbana (IU) e industriale suburbana (IS) sono direttamente influenzate dalle attività industriali.

Le stazioni di fondo urbane (FU), suburbane (FS) e rurali (FR) non sono direttamente influenzate dal traffico, dalle attività industriali o da altre fonti specifiche di inquinamento.

Tab. 6.2.1 - PM₁₀ (2009) - Superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³; max 35 sup.), e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite giornaliero ^(b) (minimo e massimo)	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Torino	3 TU	118 ÷ 151	50 ÷ 57
	2 FU	92 ÷ 96	41 ÷ 44
Novara	1 TU	79	39
	1 FU	58	32
Aosta	1 TU	9	25
	1 FU	19	28
Milano-Monza	7 TU	67 ÷ 104	35 ÷ 45
	6 FU, 1 FS	53 ÷ 117	31 ÷ 47
Bergamo	3 TU	45 ÷ 77	31 ÷ 37
	2 FU, 1 FS	53 ÷ 63	34 ÷ 36
Brescia	1 TU, 1 IS	91 ÷ 130	40 ÷ 48
	2 FU	80 ÷ 100	38 ÷ 42
Bolzano	4 TU, 2 TS	3 ÷ 20	18 ÷ 24
	2 FU, 2 FS	6 ÷ 14	18 ÷ 21
Trento	1 TU	16	27
	4 FU, 2 FR	0 ÷ 21	11 ÷ 27
Verona	1 TU	92	40
	1 FR	80	38
Vicenza	1 TU	83	39
	1 FU	83	38
Venezia	1 TU	101	44
	2 FU	61 ÷ 72	35 ÷ 37
Padova	1 TU	97	42
	1 FU	98	42
Udine	1 TU	31	27
Trieste	1 IU	14	22
Genova	5 TU	0 ÷ 44	17 ÷ 36
	2 FU	0 ÷ 1	16 ÷ 21
Piacenza	1 TU	83	40
	1 FU	51	34
Parma	1 TU	62	36
	1 FU	42	32
Reggio Emilia	1 TU	80	42
	1 FU	47	33
Modena	1 TU	79	39
	1 FU	52	33
Bologna	1 TU	50	34
	1 FU	20	24
Ferrara	1 TU	66	36
	1 FU	30	28
Ravenna	1 TU	37	31
	1 FU	36	31
Rimini	1 TU	28	32
	1 FU	38	31
Firenze	2 TU	82 ÷ 88	43 ÷ 43
	5 FU	4 ÷ 64	25 ÷ 37
Prato	1 TU	51	34
	2 FU	27 ÷ 53	25 ÷ 28
Livorno	1 TU, 1 IU	1 ÷ 20	22 ÷ 32
	1 FS	0	17
Perugia	1 TU, 1 TS	27 ÷ 63	28 ÷ 40
	1 FU	14	24
Terni	2 TU, 2 IS	8 ÷ 44	25 ÷ 30
Ancona	4 TU, 2 TS, 2 IS	36 ÷ 128	36 ÷ 49
	1 FU, 1 FS, 1 FR	6 ÷ 37	23 ÷ 33

segue Tab. 6.2.1 - PM₁₀ (2009) - Superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³; max 35 sup.), e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite giornaliero ^(b) (minimo e massimo)	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Roma	4 TU	26 ÷ 67	31 ÷ 40
	6 FU	12 ÷ 46	27 ÷ 35
Latina	1 TU	26	31
Pescara	2 TU	50 ÷ 54	34 ÷ 37
	1 FU, 1 FS	6 ÷ 69	22 ÷ 36
Campobasso	1 TU	25	28
	1 FU	15	24
Napoli	3 TU, 1 TS	45 ÷ 170	38 ÷ 55
Salerno	2 TU	22 ÷ 25	32 ÷ 34
Bari	1 TU, 2 TS	10 ÷ 24	25 ÷ 29
	1 FS	0	16
Taranto	1 TU, 3 IS, 2 IR	9 ÷ 27	24 ÷ 37
Potenza	2 TU, 2 IS	2 ÷ 8	11 ÷ 24
Palermo	5 TU, 2 TS	19 ÷ 53	29 ÷ 41
	1 FS	5	24
Messina	3 TU	13 ÷ 46	28 ÷ 40
Catania	3 TU	17 ÷ 32	29 ÷ 37
	1 FU, 1 FS	6 ÷ 13	22 ÷ 27
Siracusa	5 TU, 3 IU, 1 IS	8 ÷ 289	23 ÷ 83
	1 FS	8	21
Sassari	2 TU	6 ÷ 12	29 ÷ 30
Cagliari	1TU	36 ÷ 56	36 ÷ 40

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di superamenti. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

(c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA e su dati comunicati in ambito Eol - decisione 97/101/CE (per Aosta, Trento, Bolzano, Terni, Pescara, Palermo, Messina, Catania, Siracusa, Sassari).

Tab.6.2.2 - PM₁₀ (2010) - Superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³; max 35 sup.), e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2010	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite giornaliero ^(b) (minimo e massimo)	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Aosta	1 TU	13	24
	1 FU	10	22
Milano-Monza	7 TU	42 ÷ 89	31 ÷ 41
	6 FU, 1 FS	39 ÷ 92	25 ÷ 40
Bergamo	3 TU	45 ÷ 72	33 ÷ 37
	2 FU, 1 FS	36 ÷ 58	29 ÷ 34
Brescia	1 TU, 1 IS	89 ÷ 105	39 ÷ 44
	2 FU	72 ÷ 89	34 ÷ 40
Bolzano	5 TU, 2 TS	3 ÷ 27	17 ÷ 24
	2 FU	8 ÷ 15	19 ÷ 21
Udine	1 TU	28	28
Trieste	1 IU	19	23
Piacenza	1 TU	60	34
	1 FU	48	31
Parma	1 TU	61	33
	1 FU	52	32
Reggio Emilia	1 TU	84	38
	1 FU	53	32
Modena	1 TU	79	38
	1 FU	61	32
Bologna	1 TU	63	34
	1 FU	29	24
Ferrara	1 TU	59	34
	1 FU	39	26
Ravenna	1 TU	46	29
	1 FU	28	25
Forlì	1 TU	45	30
	1 FU	24	25
Rimini	1 TU	48	32
	1 FU	55	31
Firenze	2 TU	65 ÷ 66	38 ÷ 39
	5 FU	5 ÷ 52	22 ÷ 35
Prato	1 TU	45	33
	1 FU	30	31
Livorno	1 TU, 1 IU	0 ÷ 11	19 ÷ 27
	1 FU	0	14
Pescara	3 TU	44 ÷ 55	34 ÷ 37
	1 FU	59	34

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di superamenti. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

(c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA.

NO₂ - BISSIDO DI AZOTO

Superamento del valore limite orario e valore medio annuo

Il D.Lgs 155/2010 ha confermato anche per l'NO₂ i precedenti valori limite, in vigore a partire dal 1 gennaio 2010:

orario (200 µg/m³ di concentrazione media oraria da non superare più di 18 volte in un anno);
annuale (la concentrazione media annuale non deve superare 40 µg/m³).

Nel 2009 era ammesso un margine di tolleranza per il valore limite orario (210 µg/m³) e per il valore limite annuale (42 µg/m³).

I dati riferiti al 2009 (Tabella 6.2.3) mostrano come il superamento del valore limite annuale sia frequente ed esteso a quasi tutte le aree urbane (uniche eccezioni sono Aosta, Verona, Ferrara, Campobasso, Taranto, Potenza, Sassari e Cagliari). Spesso i superamenti si verificano anche in stazioni di fondo urbano. Il superamento del limite orario è limitato ad alcuni casi nel bacino padano (Torino, Milano-Monza, Bergamo, Brescia) oltre che a Genova, Napoli e Messina.

In generale nelle singole aree urbane si osserva una spiccata variabilità spaziale di questo inquinante, contrariamente a quanto osservato per il PM₁₀, che mostra valori molto più omogenei nello spazio: in alcuni casi, come Roma, Firenze e Palermo, il valore massimo della media annuale, registrato in stazioni di traffico, è oltre quattro volte il valore minimo, registrato in stazioni di fondo. Questo aspetto è particolarmente importante in termini di esposizione della popolazione, generalmente valutata attraverso le stazioni di misurazione di fondo (D.Lgs. 155/2010, all. III, punto 2.5). È stato osservato infatti che la percentuale di popolazione urbana residente in prossimità di una strada caratterizzata da alti volumi di traffico (oltre 10.000 veicoli transitanti al giorno) è tutt'altro che trascurabile; ad esempio è stato stimato che il 23% dei romani risiede a meno di 75 metri da una strada con queste caratteristiche, e la percentuale sale al 43% se si considera una distanza di 150 metri. È stato dimostrato che gran parte del gradiente spaziale delle concentrazioni di inquinanti gassosi e reattivi fortemente legati alla sorgente traffico come l'NO₂ si esaurisce entro 150 – 300 metri. Una percentuale non trascurabile di effetti cardio-respiratori su individui suscettibili (anziani, bambini asmatici, persone affette da bronco-pneumopatie croniche ostruttive) sono stati attribuiti all'effetto di *hot-spot* locali (Cesaroni *et al.*, 2011).

Il biossido di azoto (NO₂) è uno dei gas azotati che si forma prevalentemente in atmosfera in conseguenza di reazioni chimiche che coinvolgono l'ossido di azoto (NO) emesso da fonti primarie, l'ozono (O₃) e alcuni radicali ossidrilici o organici. Solo una parte (< 10%) dell'NO₂ presente in atmosfera è emessa direttamente dalle fonti antropiche (combustioni nel settore dei trasporti, negli impianti industriali, negli impianti di produzione di energia elettrica, di riscaldamento civile e di incenerimento dei rifiuti) o naturali (i suoli, i vulcani e i fenomeni temporaleschi). In funzione dell'entità delle emissioni dei precursori (NO e composti organici volatili) della intensità della radiazione solare, delle condizioni di stabilità delle masse d'aria e dei gradienti verticali di temperatura, possono essere favoriti i processi che portano alla formazione di diverse altre sostanze, acido nitroso, acido nitrico e perossiacetilnitrate (PAN).

Tab. 6.2.3 - NO₂ (2009) - Superamenti del valore limite orario (210 µg/m³; max 18 sup.), e valore medio annuo (valore limite: 42 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite orario ^(b) (minimo e massimo)	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Torino	3 TU	6 ÷ 56	68 ÷ 77
	2 FU	4 ÷ 16	50 ÷ 51
Novara	2 FU	0 ÷ 1	35 ÷ 45
Aosta	1 TU,	44	34
	2 FU, 1 FS	0	27 ÷ 32
Milano-Monza	10 TU	0 ÷ 76	36 ÷ 79
	6 FU, 2 FS	0 ÷ 33	30 ÷ 69
Bergamo	3 TU	0 ÷ 18	30 ÷ 57
	3 FU, 2 FS	0 ÷ 8	27 ÷ 42
Brescia	2 TU, 1 IS	0 ÷ 6	34 ÷ 65
	1 FU, 1 FS	0 ÷ 19	33 ÷ 53
Bolzano	4 TU, 2 TS	0	21 ÷ 67
	4 FU	0	22 ÷ 32
Trento	1 TU	10	78
	1 FU	0	36
Verona	1 TU	0	37
	1 FR	0	34
Vicenza	1 TU	0	45
	1 FU	0	36
Venezia	1 TU	0	43
	2 FU	0	34 ÷ 35
Padova	1 TU	1	48
	1 FU	0	40
Udine	1 TU	0	43
Trieste	1 IU	1	44
Genova	7 TU	0 ÷ 23	39 ÷ 77
Piacenza	1 TU	0	52
	1 FU	0	34
Parma	1 TU	0	44
	1 FU	0	32
Reggio Emilia	1 TU	1	44
	1 FU	0	36
Modena	1 TU	1	52
	1 FU	0	44
Bologna	1 TU	0	52
	1 FU	0	43
Ferrara	1 TU	0	39
	1 FU	0	28
Ravenna	1 TU	0	41
	1 FU	0	25
Forlì	1 TU	0	44
	1 FU	0	35
Rimini	1 TU	0	55
	1 FU	0	32
Firenze	2 TU	8 ÷ 17	68 ÷ 98
	5 FU, 1 FS, 1 FR	0 ÷ 4	16 ÷ 45
Prato	1 TU	2	45
	1 FU, 1 FS	0 ÷ 4	23 ÷ 33
Livorno	2 TU, 1 IU	0 ÷ 2	23 ÷ 56
	1 FU, 1 FS	0	7 ÷ 30
Perugia	1 TU, 1 TS	0	33 ÷ 74
	1 FU	0	31
Terni	2 TU, 1 IS	0	14 ÷ 54
Ancona	1 TS, 1 IS	0 ÷ 9	43 ÷ 44
	1 FU	0	19
Roma	4 TU	1 ÷ 15	70 ÷ 82
	6 FU, 2 FS	0 ÷ 5	17 ÷ 64
Latina	3 TU	1 ÷ 2	37 ÷ 70
Pescara	3 TU	0 ÷ 1	32 ÷ 62
	2 FS	0	23 ÷ 32
Campobasso	1 TU	0	39
	1 FU	0	20

segue

segue Tab. 6.2.3 - NO₂ (2009) - Superamenti del valore limite orario (210 µg/m³; max 18 sup.), e valore medio annuo (valore limite: 42 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite orario ^(b) (minimo e massimo)	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Napoli	3 TU, 1 TS	1 ÷ 57	47 ÷ 80
Salerno	1 TU	1	61
Bari	1 TU, 3 TS, 1 IS	0	13 ÷ 42
	1 FS	0	27
Taranto	1 TU, 1 TS, 3 IS, 2 IR	0	11 ÷ 37
Potenza	2 IS	0	12 ÷ 16
Palermo	6 TU, 1 TS	0 ÷ 11	29 ÷ 66
	1 FS	0	13
Messina	1 TU	156	82
Catania	1 TU	10	67
Siracusa	6 TU	0 ÷ 6	15 ÷ 44
Sassari	2 TU	1 ÷ 7	28 ÷ 40
Cagliari	1 TU	0	37
	1 FS	0	14

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di superamenti. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

(c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA e su dati comunicati in ambito Eol - decisione 97/101/CE (per Aosta, Trento, Bolzano, Terni, Pescara, Palermo, Messina, Catania, Siracusa, Sassari).

Tab. 6.2.4 - NO₂ (2010) - Superamenti del valore limite orario (200 µg/m³; max 18 sup.), e del valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2010	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti del valore limite orario ^(b) <i>minimo e massimo</i>	Valore medio annuo ^(c) (µg/m ³) <i>minimo e massimo</i>
Aosta	1 TU	0	31
	1 FU, 1 FS	0	25 ÷ 27
Bolzano	4 TU, 2 TS	0	28 ÷ 66
	4 FU	0	21 ÷ 33
Udine	1 TU	3	36
Trieste	1 IU	0	23
Piacenza	1 TU	3	49
	1 FU	0	33
Parma	1 TU	0	46
	1 FU	0	33
Reggio Emilia	1 TU	1	46
	1 FU	0	33
Modena	1 TU	0	53
	1 FU	2	42
Bologna	1 TU	0	52
	1 FU	0	34
Ferrara	1 TU	0	44
	1 FU	0	26
Ravenna	1 TU	0	37
	1 FU	0	23
Forlì	1 TU	0	40
	1 FU	0	32
Rimini	1 TU	0	45
	1 FU	0	27
Firenze	2 TU	11 ÷ 88	87 ÷ 102
	5 FU, 1 FS, 1 FR	0 ÷ 2	13 ÷ 49
Prato	1 TU	0	48
	1 FU, 1 FS	0 ÷ 1	22 ÷ 30
Livorno	2 TU, 1 IU	0	25 ÷ 44
	1 FS	0	8
Pescara	3 TU, 2 TS	0 ÷ 9	34 ÷ 62
	2 FS	0	22 ÷ 34

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di superamenti. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

(c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA.

I dati relativi al 2010 (Tabella 6.2.4) sono disponibili per un numero limitato di città e mostrano, nella maggior parte dei casi, valori delle medie annuali inferiori a quelle dell'anno precedente: le variazioni riscontrate non possono essere interpretate con certezza come indicative di un aumento o diminuzione dell'inquinamento.

C₆H₆ - BENZENE

Valore medio annuo

Anche per il benzene con il D.Lgs 155/2010 permane lo stesso limite stabilito nella precedente legislazione (D.Lgs. 351/1999 e D.M. 60/2002). Si tratta di un valore medio annuale di 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in vigore a partire dal 1 gennaio 2010. Nel 2009, anno di riferimento dei dati, era ammesso un margine di tolleranza per il valore limite annuale (6,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I dati disponibili mostrano che i livelli registrati nel 2009 (Tabella 6.2.5) sono più bassi del valore limite di 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutte le stazioni di monitoraggio, con l'unica eccezione di Siracusa, dove è stato registrato un valore superiore (5,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La riduzione dei livelli di benzene (già osservata da diversi anni sia in Italia che nel resto d'Europa) è particolarmente importante in considerazione dei noti gravi effetti sulla salute associati all'esposizione inalatoria.

Si ricorda che secondo l'OMS il rischio incrementale di contrarre leucemia in seguito all'esposizione per tutta la vita alla concentrazione media di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è pari a 6×10^{-6} (OMS, 2000).

I dati disponibili per un numero limitato di aree urbane (12), relativi al 2010 (Tabella 6.2.6), confermano le tendenze già evidenziate.

Il benzene è un idrocarburo aromatico con formula C₆H₆, incolore, liquido a temperatura ambiente con un punto di ebollizione di 80,1 °C, dall'odore caratteristico, con una soglia olfattiva di 1,5 ppm v/v. Fa parte della classe dei composti organici volatili, che hanno cioè una relativa facilità a passare in fase vapore a temperatura e pressione ambiente (pressione di vapore a temperatura ambiente superiore a 100 pascal) e include specie chimiche organiche di vario tipo (alcani, alcheni, aromatici, chetoni, aldeidi, alcoli ecc.). Le emissioni di benzene hanno origine prevalentemente dai processi di combustione per la produzione di energia e per i trasporti, dal riscaldamento domestico e dai processi evaporativi presso i siti produttivi, i siti di distribuzione e gli utenti finali (in particolare dagli autoveicoli).

La fonte di emissione principale di questo inquinante è costituita dal traffico veicolare; un contributo significativo è dovuto ad alcuni processi industriali e all'impiego di solventi e agenti sgrassanti.

In conseguenza di una esposizione prolungata nel tempo sono accertati effetti avversi gravi quali ematossicità, genotossicità e cancerogenicità. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) in conseguenza della accertata cancerogenicità del benzene (gruppo 1 della *International Agency for Research on Cancer* - IARC, carcinogeno di categoria 1 per l'UE), non è possibile stabilire livelli di esposizione al di sotto dei quali non c'è rischio di sviluppo degli effetti avversi citati.

Tab. 6.2.5 - Benzene (2009) – valore medio annuo (valore limite annuo aumentato del margine di tolleranza: 6,0 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo ^(b) (µg/m ³)
Torino	1 TU	4,2
Novara	1 FU	1,6
Aosta	1 TU	1,3
Milano-Monza	3 TU	2,5 ÷ 3,0
Bergamo	1 TU	1,6
Brescia	1 FS	2,0
Bolzano	1 TU	1,8
Trento	1 TU	0,9
Verona	1 TU	3,0
Vicenza	1 TU	2,0
Venezia	1 FU	2,0
Padova	1 TU	2,3
	1 FU	2,1
Udine	1 TU	1,8
Trieste	1 TU	3,9
Genova	2 TU	1,8 ÷ 3,8
	1 FU	0,9
Piacenza	1 TU	1,4
Parma	1 TU	2,1
Reggio Emilia	1 TU	1,7
Modena	1 TU	1,4
Bologna	1 TU	2,5
Ferrara	1 TU	1,4
Ravenna	1 TU	1,6
Forlì	1 TU	2,1
Rimini	1 TU	3,4
Livorno	1 TU, 1 IU	0,3 ÷ 3,2
	1 FS	0,5
Perugia	1 TU, 1 TS	1,6 ÷ 3,1
	1 FU	0,9
Roma	4 TU	2,7 ÷ 3,3
	4 FU	1,4 ÷ 2,1
Latina	1 TU	2,1
Pescara	3 TU	1,7 ÷ 4,5
	1 FS	1,0
Campobasso	1 TU	2,1
	1 FU	1,0
Napoli	2 TU, 1 TS	1,2 ÷ 2,9
Salerno	1 TU	2,9
Bari	1 TU, 3 TS	0,4 ÷ 1,5
Taranto	1 TU, 1 IS	1,2 ÷ 1,7
Potenza	1 TU, 1 IS	0,9 ÷ 1,1
Messina	3 TU	1,4 ÷ 2,6
Siracusa	2 TU, 1 IS	2,1 ÷ 5,2
Sassari	2 TU	0,6 ÷ 2,4

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA e su dati comunicati in ambito Eol - decisione 97/101/CE (per Aosta, Trento, Bolzano, Terni, Pescara, Napoli, Palermo, Messina, Catania, Siracusa, Sassari).

Tab. 6.2.6 - Benzene (2010) – valore medio annuo (valore limite annuo: 5,0 µg/m³) per città e tipologia di stazione

2010	Stazioni^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo^(b) (µg/m³) <i>minimo e massimo</i>
Aosta	1 TU	0,8
Udine	1 TU	1,9
Trieste	1 TU	3,2
Piacenza	1 TU	1,4
Parma	1 TU	1,6
Reggio Emilia	1 TU	1,5
Modena	1 TU	1,3
Bologna	1 TU	2,2
Ferrara	1 TU	1,7
Ravenna	1 TU	1,4
Forlì	1 TU	1,7
Pescara	5 TU, 1 TS	1,0 ÷ 3,4
	1 FS	0,9

(a) è riportato il numero di stazioni con più del 75% di dati validi; TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

O₃ - OZONO Superamenti dell'obiettivo a lungo termine, della soglia di informazione e della soglia di allarme

Il D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana anche nel caso dell'ozono conferma quanto già definito dalla normativa precedente (D.Lgs.183/2004): un *obiettivo a lungo termine* * pari a 120 µg/m³, con riferimento al valore massimo giornaliero della media della concentrazione di ozono calcolata su 8 ore consecutive; una *soglia di informazione* ** pari a 180 µg/m³ e una *soglia di allarme* *** pari a 240 µg/m³ (calcolate sulla media di un'ora).

- * Concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente
- ** Livello oltre il quale c'è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste da norme e regolamenti
- *** Livello oltre il quale c'è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste da norme e regolamenti

A causa dei carichi emissivi e delle condizioni meteorologiche prevalenti (vedi box), le condizioni più favorevoli per gli eventi di smog fotochimico si verificano nel bacino padano, dove si registra un numero molto elevato di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine e un non trascurabile numero di ore e giorni di superamento della soglia di informazione. L'obiettivo a lungo termine è comunque superato in tutte le aree urbane per le quali sono disponibili dati (Tabelle 6.2.7 e 6.2.8).

Superamenti della soglia di allarme nel 2009 sono stati registrati a Milano-Monza, Salerno e Siracusa.

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera; la sua presenza nella stratosfera, dove aiuta a schermare i raggi ultravioletti del sole, è di origine naturale; negli strati più bassi (troposfera) è presente solo a seguito di situazione di inquinamento. Infatti in una atmosfera non inquinata, l'ozono fa parte di un ciclo cui partecipano NO₂ e O₂ e i prodotti delle reazioni di fotolisi, che non prevede la possibilità di accumulo. Quando si verifica la formazione di NO₂ attraverso vie alternative che non implicano la sua rimozione si ha la formazione di smog fotochimico. In particolare, è la presenza di inquinanti primari (come composti organici volatili e monossido d'azoto) che determina l'avvio dei complessi processi che sono alla base degli eventi di inquinamento fotochimico, la cui intensità è legata alle condizioni meteorologiche. Nel periodo estivo caratterizzato frequentemente da alta pressione livellata su scala generale (con venti al suolo in regime di calma o di brezza) il "motore" fotochimico è particolarmente attivo nelle ore centrali della giornata. Tuttavia, normalmente, il riscaldamento diurno è molto intenso e le masse d'aria inferiori sono proiettate ad alta quota, determinando una diluizione degli inquinanti. Se invece alle condizioni di stabilità atmosferica si aggiungono fenomeni di inversione termica durante le ore diurne a quote relativamente basse, il benefico effetto di rimescolamento viene meno e, in funzione di intensità e durata del fenomeno, si verificano livelli di ozono elevati che possono protrarsi per più giorni consecutivi.

L'O₃ è un irritante delle mucose, a causa del suo alto potere ossidante. Una volta inalato penetra facilmente in profondità nell'apparato respiratorio dove esplica la maggior parte degli effetti noti, acuti e cronici.

Tab. 6.2.7 - Ozono (2009) - Superamenti dell'obiettivo a lungo termine¹, della soglia di informazione² e della soglia di allarme³ per città e tipologia di stazione

2009	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min-max)	Giorni (min-max)	Ore (min-max)	Giorni (min-max)	Ore (min-max)
Torino	1U	36	1	2	0	0
Novara	1U	78	2	8	0	0
Aosta	1U, 1S	10 ÷ 27	0	0	0	0
Milano-Monza	7U, 2S	31 ÷ 102	5 ÷ 29	13 ÷ 120	0 ÷ 2	0 ÷ 3
Bergamo	2S	66 ÷ 76	11 ÷ 13	39 ÷ 55	1	1
Brescia	1U, 1S	44 ÷ 83	3 ÷ 9	4 ÷ 28	0	0
Bolzano	2S, 1RF	52 ÷ 82	1 ÷ 5	2 ÷ 12	0	0
Trento	4U, 2R	33 ÷ 63	1 ÷ 7	1 ÷ 15	0	0
Verona	1R	89	7	20	0	0
Vicenza	1U	72	8	18	0	0
Venezia	2U	23 ÷ 36	0 ÷ 2	0 ÷ 1	0	0
Padova	2U	60 ÷ 61	9 ÷ 12	28	0	0
Udine	1U	43	5	2	0	0
Trieste	1S	12	0	0	0	0
Genova	3U	15 ÷ 45	0 ÷ 4	0 ÷ 10	0	0
Parma	1U	47	0	0	0	0
Reggio Emilia	1U	54	1	1	0	0
Modena	1U	64	0	0	0	0
Bologna	1U	42	2	2	0	0
Forlì	1U	18	0	0	0	0
Rimini	1U	6	0	0	0	0
Firenze	2U	22 ÷ 54	0 ÷ 17	0 ÷ 18	0	0
Prato	1U	62	15	16	0	0
Livorno	1S, 1R	10 ÷ 27	0	0	0	0
Perugia	2U, 1S	37 ÷ 59	0 ÷ 1	0 ÷ 1	0	0
Terni	2U, 2S	20 ÷ 41	2 ÷ 6	3 ÷ 9	0	0
Ancona	1U, 3S, 1R	1 ÷ 19	0	0	0	0
Roma	5U, 2S	3 ÷ 34	0 ÷ 2	0 ÷ 3	0	0
Latina	1U	1	0	0	0	0
Pescara	2S	13 ÷ 29	0	0	0	0
Campobasso	1U	59	0	0	0	0
Napoli	6U, 2S	0 ÷ 13	0 ÷ 3	0 ÷ 3	0	0
Salerno	2U	0 ÷ 3	0 ÷ 3	0 ÷ 3	0 ÷ 1	0 ÷ 1
Bari	1U, 2S	0 ÷ 12	0	0	0	0
Taranto	1S	3	0	0	0	0
Potenza	2S	0 ÷ 6	0	0	0	0
Palermo	1S	10	0	0	0	0
Siracusa	3U	8 ÷ 104	0 ÷ 26	0 ÷ 41	0 ÷ 2	0 ÷ 2
Sassari	2U	0 ÷ 1	0	0	0	0
Caoliari	1S	1	0	0	0	0

(a) è riportato il numero di stazioni che hanno fornito informazioni per almeno 5 mesi estivi su 6;

U = Urbana, S = Suburbana, R = Rurale, RF = Rurale di Fondo

¹ media massima giornaliera calcolata su otto ore nell'arco di un anno civile: 120 µg/m³;

² 180 µg/m³ su un periodo di mediazione di un'ora; ³ 240 µg/m³ su un periodo di mediazione di un'ora;

⁴ il valore riportato è il più alto tra i valori del parametro calcolato per stazione

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA e su dati comunicati in ambito Eol - decisione 97/101/CE (per Aosta, Trento, Bolzano, Terni, Ancona, Pescara, Reggio Calabria, Palermo, Messina, Catania, Siracusa).

Tab. 6.2.8 - Ozono (2010) - Superamenti dell'obiettivo a lungo termine¹, della soglia di informazione² e della soglia di allarme³ per città e tipologia di stazione

	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min- max)	Giorni (min- max)	Ore (min- max)	Giorni (min- max)	Ore (min- max)
Aosta	1U, 1S	16 ÷ 26	0	0	0	0
Bolzano	2S, 1RF	46 ÷ 65	3 ÷ 6	5 ÷ 18	0	0
Piacenza	1U	55	11	42	0	0
Parma	1U	46	4	13	0	0
Reggio Emilia	1U	51	6	19	0	0
Modena	1U	40	3	7	0	0
Bologna	1U	15	0	0	0	0
Ferrara	1U	27	0	0	0	0
Ravenna	1U	17	0	0	0	0
Forlì	1U	19	0	0	0	0
Rimini	1U	9	0	0	0	0
Firenze	1U	30	0	0	0	0
Prato	1U	39	3	8	0	0
Livorno	1S, 1R	34 ÷ 37	1 ÷ 3	1 ÷ 5	0	0
Pescara	2S, 1RF	1 ÷ 28	0	0	0	0

a) è riportato il numero di stazioni che hanno fornito informazioni per almeno 5 mesi estivi su 6;

U = Urbana, S = Suburbana, R = Rurale, RF = Rurale di Fondo

¹ media massima giornaliera calcolata su otto ore nell'arco di un anno civile: 120 µg/m³;

² 180 µg/m³ su un periodo di mediazione di un'ora;

³ 240 µg/m³ su un periodo di mediazione di un'ora;

⁴ il valore riportato è il più alto tra i valori del parametro calcolato per stazione

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

PARTICOLATO AERODISPERSO $PM_{2,5}$, BENZO(A)PIRENE E METALLI PESANTI - valore medio annuo

Il materiale particolato $PM_{2,5}$, definito spesso particolato fine, è la frazione dell'aerosol costituito dalle particelle aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a $2,5 \mu m$.

Nella legislazione europea c'è un esplicito riferimento al $PM_{2,5}$ già nella direttiva 99/30/CE, recepita in Italia col D.M. 60 del 2002 che faceva obbligo alle Regioni di fornire informazioni sui livelli di concentrazione di questo inquinante attraverso un adeguato numero di punti di campionamento, scelti in base a criteri di rappresentatività. Questo adempimento è stato ampiamente disatteso e la disponibilità di dati di $PM_{2,5}$ è stata fino ad oggi largamente insufficiente.

Il D.Lgs. 155/2010 di recepimento della nuova direttiva 2008/50/CE, introducendo un valore limite per la protezione della salute umana anche per il $PM_{2,5}$, porterà a un rapido adeguamento delle reti; attualmente in questo *VII Rapporto* sono disponibili dati relativi al 2009 (Tabella 6.2.9) e al 2010 (Tabella 6.2.10) in un numero di città minore rispetto a quanto riportato per il PM_{10} .

Se facciamo riferimento al valore limite annuale che sarà in vigore dal 1° gennaio 2015 ($25 \mu g/m^3$) notiamo che questo è superato in molte città del bacino padano (Torino, Milano-Monza, Brescia, Bergamo, Padova, Vicenza, Verona) con valori che, in alcuni casi, superano anche il margine di tolleranza previsto dalla normativa ($29 \mu g/m^3$). Negli altri casi il limite di $25 \mu g/m^3$ risulta sempre rispettato tranne che a Venezia e, al Sud, a Napoli, in particolare in una stazione di traffico urbano.

A proposito del tipo stazione è importante notare che la gran parte dei dati sul $PM_{2,5}$, soprattutto nelle aree urbane del bacino padano, provengono da stazioni di fondo. Anche se non in contrasto con la normativa vigente, questa scelta può restituire una valutazione dell'inquinamento da $PM_{2,5}$ sottostimata. Il particolato emesso dai mezzi a motore, infatti, appartiene alla frazione fine dell'aerosol, e fra i diversi rapporti di massa che caratterizzano le diverse sorgenti, giova ricordare che in prima approssimazione il rapporto tra valori medi annuali di PM_{10} e $PM_{2,5}$ (e il parametro considerato per il $PM_{2,5}$ è la media annuale) è caratteristico e riproducibile, data un'area di riferimento. In altri termini, visto che il PM_{10} registra generalmente valori più alti nelle stazioni di traffico rispetto a quelle di fondo, se il $PM_{2,5}$ è campionato in stazioni di fondo, i valori misurati saranno più bassi (di una quota che potrebbe essere facilmente stimata) di quanto si registrerebbe in altre zone della stessa città.

In ultimo prendiamo in considerazione i cosiddetti *microinquinanti*, ossia quel gruppo di sostanze presenti all'interno del materiale particolato (in massima parte nella sua frazione fine) in concentrazioni molto piccole rispetto al totale (generalmente con un rapporto di massa inferiore a 1000) ma che sono caratterizzati da elevate tossicità accertate.

Il benzo(a)pirene (BaP) è il più noto di una serie di composti organici chiamati idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per i quali è accertato il potere cancerogeno. Il DM 25/11/1994 stabiliva un obiettivo di qualità per il benzo(a)pirene, ossia un valore medio annuale di $2,5 \text{ ng}/m^3$ da rispettare entro il 1° gennaio 1996, che scendeva a $1,0 \text{ ng}/m^3$ dal 1° gennaio 1999

L'adempimento riguardava le aree urbane con almeno 150.000 abitanti, rappresentate da 23 delle 48 città oggetto di studio in questo *Rapporto*: Torino, Genova, Brescia, Milano, Padova, Venezia, Verona, Trieste, Bologna, Parma, Firenze, Livorno, Roma, Napoli, Bari, Foggia, Taranto, Reggio Calabria, Catania, Messina, Palermo, Siracusa e Cagliari.

Questo obiettivo era stato confermato nel Decreto di recepimento della Direttiva figlia su IPA e metalli (D.Lgs. 152/2007) e affiancato da un nuovo *valore obiettivo*, di pari concentrazione, valido per tutto il territorio nazionale a partire dal 1° gennaio 2013. Il D.Lgs. 155/2010 ha abrogato il vecchio standard per le aree urbane, mantenendo il nuovo, di portata maggiore ma al momento non vigente.

L'insufficiente attuazione di quanto previsto dalla normativa precedente al D.Lgs. 155/2010 rende difficile la valutazione di questo inquinante; con riferimento al 2009, tra le città sopra elencate, non sono disponibili dati di B(a)P per Genova, Firenze, Livorno e tutte le aree urbane del Sud, ad eccezione di Taranto; a queste si aggiungono alcune città del Nord e del Centro (Vicenza, Udine, Reggio Emilia, Ferrara, Rimini, Perugia) per le quali sono disponibili informazioni.

I livelli disponibili e riferiti al 2009 (Tabella 6.2.9) mostrano una situazione di generale rispetto del vecchio obiettivo di qualità nelle città italiane. Fanno eccezione le aree urbane di Milano-Monza, Padova, Venezia e Taranto. Queste ultime due sono ubicate ai margini di importanti poli industriali.

I pochi dati per il 2010 (Tabella 6.2.10) sono tutti sotto il valore di 1,0 ng/m³ e confermano, laddove è possibile il confronto, i valori registrati nel 2009.

Il D.Lgs. 152/2007 pone valori obiettivo anche per alcuni metalli pesanti di alta rilevanza tossicologica come arsenico (As), nichel (Ni) e cadmio (Cd) che, insieme al mercurio, si aggiungono al piombo (unico elemento metallico in precedenza regolamentato dalla legislazione europea) tra i microinquinanti per i quali è necessario il monitoraggio.

Anche per questi tre metalli, come per il B(a)P, sono disponibili solo informazioni per un numero limitato di città del Nord e del Centro, oltre a Pescara e Taranto per il Sud Italia.

La lettura dei dati (Tabella 6.2.9 e 6.2.10) mostra che, in tutte le stazioni di monitoraggio disponibili, i valori medi annuali di arsenico, cadmio e nichel sono ampiamente al di sotto dei rispettivi valori obiettivo fissati dalla normativa (livelli di concentrazione media annua da raggiungere entro il 31 dicembre 2012 pari a 6,0 ng/m³ per l'arsenico, 5,0 ng/m³ per il cadmio e 20,0 ng/m³ per il nichel).

Tab. 6.2.9 - PM_{2,5}, benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) (2009): valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio.

2009	nome della stazione e tipo ^(a)		PM _{2,5} ^(b) (µg/m ³)	BaP ^(c) (ng/m ³)	As ^(c) (ng/m ³)	Cd ^(c) (ng/m ³)	Ni ^(c) (ng/m ³)
Torino	GRASSI	TU	-	0,8	0,7	0,3	9,4
	LINGOTTO	FU	33	0,6	0,7	0,3	5,8
	RIVOLI	TU	-	0,7	0,7	0,3	8,1
	CONSOLATA	TU	-	0,7	0,7	0,3	9,5
	RUBINO	FU	-	0,6	0,7	0,2	6,0
Novara	VERDI	FU	-	0,4	0,7	0,2	3,7
	ROMA	TU	-	0,4	0,7	0,2	3,5
Aosta	PIAZZA PLOUVES	TU	15	0,7	-	-	13,4
	Q.RE DORA	FU	-	-	-	-	12,5
Milano Monza	MILANO PASCAL	FU	30	0,2	0,9	1,4	5,3
	SARONNO	FU	30	-	-	-	-
	MERATE	TU	29	-	-	-	-
	MILANO SENATO	TU	-	0,2	0,7	1,2	4,8
	MEDA	TU	-	1,3	0,5	0,8	4,8
	MONZA	FU	34	-	-	-	-
Brescia	VILLAGGIO SERENO	FU	32	0,8	1,5	0,5	1,9
Bergamo	BERGAMO MEUCCI	FU	28	-	-	-	-
	SERiate	FU	27	-	-	-	-
Bolzano	AB1 BRENNERO A22	TS	16	-	-	-	-
	AB2 BRENNERO A22	TS	16	-	-	-	-
	BZ4 VIA C, AUGUSTA	TU	14	-	-	-	-
	BZ5 PIAZZA ADRIANO	TU	16	0,8	0,8	0,1	3,6
	LA1 LACES	FS	18	-	-	-	-
	ME1 MERANO	TU	18	-	-	-	-
	ME2 MERANO	FU	12	-	-	-	-
Venezia	PARCO BISSUOLA	FU	-	1,1	2,3	1,9	3,8
	MALCONTENTA	IS	32	-	-	-	-
Padova	MANDRIA	FU	32	1,1	0,5	0,5	5,0
	ARCELLA	TU	-	1,3	0,6	0,6	5,1
Vicenza	QUARTIERE ITALIA	FU	28	0,9	1,2	1,0	6,8
	S.FELICE	TU	-	0,7	1,4	1,3	10,5
Verona	CORSO MILANO	TU	-	0,7	0,5	1,1	4,1
	CASON	FR	27	0,6	0,5	0,1	2,2
Udine	UDINE, VIA MANZONI	TU	-	0,4	0,4	0,2	3,5
Trieste	TRIESTE, VIA CARPINETO	IU	-	0,5	-	-	-
Parma	CITTADELLA	FU	20	0,2	0,1	0,1	1,4
Modena	MO - PARCO FERRARI	FU	22	-	-	-	-
Bologna	GIARDINI MARGHERITA	FU	17	0,1	-	-	-
Reggio Emilia	S. LAZZARO	FU	21	0,2	0,6	0,3	3,2
Ferrara	VILLA FULVIA	FU	21	0,3	0,6	0,3	3,8
Forlì	PARCO RESISTENZA	FU	18	-	-	-	-
Rimini	MARECCHIA	FU	20	0,1	0,4	0,3	6,2

segue

segue Tab. 6.2.9 - PM_{2,5}, benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) (2009): valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio.

2009	nome della stazione e tipo ^(a)		PM _{2,5} ^(b) (µg/m ³)	BaP ^(c) (ng/m ³)	As ^(c) (ng/m ³)	Cd ^(c) (ng/m ³)	Ni ^(c) (ng/m ³)
Prato	PO-ROMA	FU	18	-	-	-	-
Livorno	LI-CARDUCCI	TU	14	-	-	-	-
Perugia	CORTONESE	FU	11	0,3	0,3	0,3	2,4
	FONTIVEGGE	TU	24	0,4	0,4	0,2	3,3
	PONTE S. GIOVANNI	TS	18	0,6	0,3	0,2	2,4
Roma	FRANCIA C	TU	23	0,6	0,7	0,2	3,8
	CINECITTA B	TU	-	0,6	0,5	0,3	2,6
	VILLA ADA A	FU	18	0,4	0,6	0,2	2,7
	CIPRO	FU	19	-	-	-	-
	ARENULA B	FU	19	-	-	-	-
Pescara	VIALE D'ANNUNZIO	TU	-	-	< LdR ^(d)	0,4	4,4
Napoli	OSSERVATORIO ASTRONOMICICO	FS	18	-	-	-	-
	SCUOLA VANVITELLI	TU	26	-	-	-	-
Taranto	ADIGE	TU	15	0,4	1,1	1	3,5
	MACHIAVELLI	IS	16	1,3	1,3	1	5,1
	TALSANO	IS	-	0,4	1,4	1	3

(a) TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale.

(b) PM_{2,5}: valore limite annuale in vigore dal 1 gennaio 2015 (ex Direttiva 2008/50/CE): 25 µg/m³

(c) Valori obiettivo da raggiungere entro il 31/12/2012 (ex D.Lgs 152/07): BaP: 1,0 ng/m³; As: 6,0 ng/m³; Cd: 5,0 ng/m³; Ni: 20 ng/m³

(d) LdR = Limite di Rivelabilità

Fonte dei dati: ARPA/APPA

Tab. 6.2.10 - PM_{2,5}, benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) (2010): valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio.

2010	nome della stazione e tipo ^(a)		PM _{2,5} ^(b) (µg/m ³)	BaP ^(c) (ng/m ³)	As ^(c) (ng/m ³)	Cd ^(c) (ng/m ³)	Ni ^(c) (ng/m ³)
Aosta	PIAZZA PLOUVES	TU	15	0,7	-	0,1	12,2
	Q.RE DORA	FU	-	-	-	0,1	12,9
Bolzano	AB1 BRENNERO A22	TS	16				
	AB2 BRENNERO A22	TS	16				
	BZ4 VIA C, AUGUSTA	TU	14				
	BZ5 PIAZZA ADRIANO	TU	15	0,9	0,5	0,1	3,0
	LA1 LACES	FS	16				
	ME1 MERANO	TU	17				
Trieste	TRIESTE, VIA CARPINETO	IU	-	0,7	-	-	-
Piacenza	PARCO MONTECUCCO	FU	24	0,1	-	-	-
Parma	CITTADELLA	FU	20	0,2	0,6	0,2	1,9
Modena	MO - PARCO FERRARI	FU	22	0,3	0,7	0,3	1,7
Bologna	GIARDINI MARGHERITA	FU	17	0,1	0,3	0,1	1,3
Reggio Emilia	S. LAZZARO	FU	22	-			
Ferrara	VILLA FULVIA	FU	21	0,2	0,5	0,2	2,2
Forlì	PARCO RESISTENZA	FU	18	-	-	-	-
Ravenna	GIARDINI	FU	18	-	-	-	-
Rimini	MARECCHIA	FU	21	0,2	0,2	0,1	1,7
Prato	PO-ROMA	FU	22	-	-	-	-
Livorno	LI-CARDUCCI	TU	14	-	-	-	-
Firenze	FI-BASSI	TU	13	-	-	-	-

(a) TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale.

(b) PM_{2,5}: valore limite annuale in vigore dal 1 gennaio 2015 (ex Direttiva 2008/50/CE): 25 µg/m³

(c) Valori obiettivo da raggiungere entro il 31/12/2012 (ex D.Lgs 152/07): BaP: 1,0 ng/m³; As: 6,0 ng/m³; Cd: 5,0 ng/m³; Ni: 20 ng/m³

Fonte dei dati: ARPA/APPA

6.3 PIANI DI RISANAMENTO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

P. Bonanni, M. Cusano, C. Sarti

ISPRA – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

TRASMISSIONE DELLE INFORMAZIONI SUI PIANI PER LA QUALITÀ DELL'ARIA AL MINISTERO DELL'AMBIENTE E A ISPRA

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010 e dalla precedente normativa relativa alla qualità dell'aria ambiente (D.Lgs. 351/1999), le Regioni e le Province autonome devono trasmettere le informazioni relative ai Piani per la qualità dell'aria al Ministero dell'Ambiente (MATTM) e all'ISPRA entro diciotto mesi dalla fine dell'anno durante il quale è stato registrato il superamento del valore limite o valore obiettivo; il MATTM a sua volta, trasmette i Piani e i Programmi di risanamento alla Commissione Europea entro due anni dalla fine di ciascun anno in cui si è registrato il superamento.

Le informazioni sui Piani di qualità dell'aria vengono inviate secondo le modalità stabilite dalla Decisione 2004/224/CE, attraverso la compilazione di un questionario, indicato come questionario sui **Piani e Programmi di risanamento (PPs)**, costituito da sette moduli in cui vengono riportate in modo sintetico tutte le informazioni in esso contenute.

Fig. 6.3.1 - trasmissione delle informazioni sui piani per la qualità dell'aria. Anno 2008



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

Come si evince dalla Figura 6.3.1, circa l'80% delle Regioni/Province autonome nel 2010 ha ottemperato all'obbligo di trasmissione per l'anno 2008. Nel 2008, delle 48 aree urbane considerate in questo *Rapporto*, 41 hanno registrato superamenti di almeno un valore limite o obiettivo stabilito dalla normativa vigente; tuttavia solo per 35 di esse si dispone delle informazioni sui Piani per la qualità dell'aria trasmesse tramite i questionari PPs (Tabella 6.3.1).

In particolare, nell'area urbana di Foggia, secondo quanto riportato nel questionario PPs trasmesso dalla Regione Puglia, non è stata prevista l'adozione di misure di risanamento della qualità dell'aria non essendo attiva nel 2008 nessuna stazione di monitoraggio e dunque, presumibilmente, non essendo l'area interessata da superamenti, nonostante ricada nella zona di risanamento che comprende anche le città di Bari e di Taranto.

A Campobasso le centraline di monitoraggio della qualità aria presenti non hanno registrato superamenti, nonostante l'area urbana ricada in un'unica zona di risanamento prevista dalla zonizzazione approvata dalla Regione Molise.

Relativamente alle aree urbane delle Regioni Campania e Sicilia (Napoli, Salerno, Palermo, Messina, Catania e Siracusa) infine, nonostante siano stati registrati superamenti, non sono state trasmesse informazioni relative alle misure di risanamento adottate.

Tab. 6.3.1 - Trasmissione delle informazioni relative ai piani della qualità dell'aria - anno 2008

AREA URBANA	REGIONE	Superamento VL/VO	Trasmissione PPs
Novara	Piemonte	Si	Si
Torino		Si	Si
Aosta	Valle d'Aosta	Si	Si
Milano	Lombardia	Si	Si
Monza		Si	Si
Bergamo		Si	Si
Brescia		Si	Si
Bolzano	Trentino Alto Adige	Si	Si
Trento		Si	Si
Vicenza	Veneto	Si	Si
Venezia		Si	Si
Verona		Si	Si
Padova		Si	Si
Udine	Friuli Venezia Giulia	Si	Si
Trieste		Si	Si
Genova	Liguria	Si	Si
Forlì	Emilia Romagna	Si	Si
Ravenna		Si	Si
Piacenza		Si	Si
Parma		Si	Si
Reggio nell'Emilia		Si	Si
Modena		Si	Si
Bologna		Si	Si
Ferrara		Si	Si
Rimini		Si	Si
Firenze	Toscana	Si	Si
Livorno		Si	Si
Prato		Si	Si
Perugia	Umbria	Si	Si
Terni		Si	Si
Ancona	Marche	Si	Si
Roma	Lazio	Si	Si
Latina		Si	Si
Pescara	Abruzzo	No	No
Campobasso	Molise	No	No
Napoli	Campania	Si	No
Salerno		Si	No
Foggia	Puglia	No	Si
Bari		Si	Si
Taranto		Si	Si
Potenza	Basilicata	No	No
Reggio di Calabria	Calabria	No	No
Palermo	Sicilia	Si	No
Messina		Si	No
Catania		Si	No
Siracusa		Si	No
Sassari	Sardegna	No	No

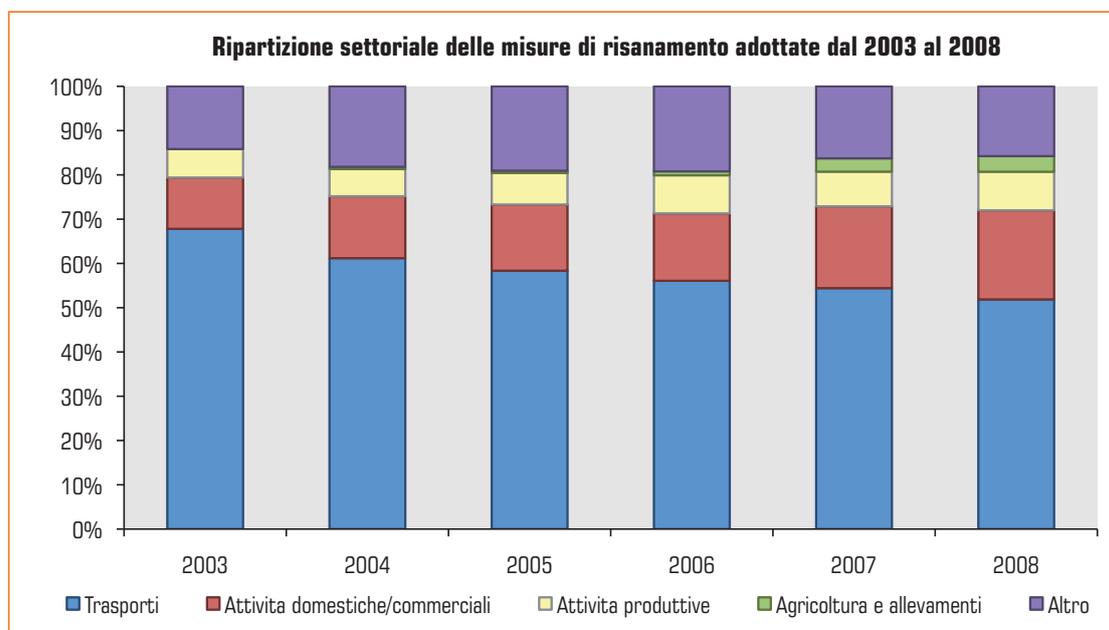
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

RIPARTIZIONE SETTORIALE DELLE MISURE DI RISANAMENTO ADOTTATE NEI PIANI DI RISANAMENTO

Scendendo nel dettaglio, dalle informazioni relative agli anni dal 2003 al 2008, risulta nel tempo (Figura 6.3.2) un costante incremento delle misure adottate nell'ambito dei settori *attività domestiche e commerciali* e *attività agricole ed allevamenti*, pur restando nettamente prevalenti quelle adottate nel settore *trasporti*.

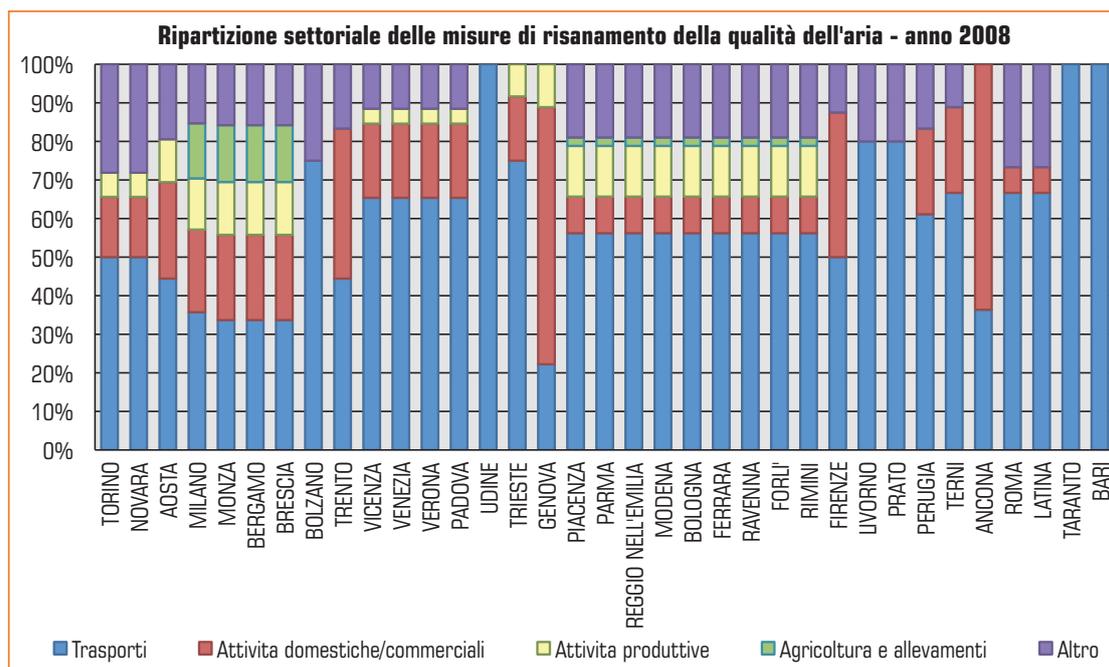
In Figura 6.3.3 è illustrata per ogni città la ripartizione delle misure nei principali settori d'intervento: *trasporti/mobilità*, *attività domestiche/commerciali*, *attività produttive*, *attività agricole ed allevamenti* e *altro* (misure di informazione e comunicazione ai cittadini, interventi per la gestione della qualità dell'aria, misure accessorie volte alla riduzione delle emissioni e/o delle concentrazioni degli inquinanti in aria, progetti e studi di ricerca).

Fig. 6.3.2 - Ripartizione settoriale delle misure di risanamento adottate dal 2003 al 2008



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

Fig. 6.3.3 - Ripartizione settoriale delle misure di risanamento adottate - anno 2008



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

Come si evince dal grafico, nella maggior parte dei casi le misure individuate dalle Regioni e Province Autonome allo scopo di perseguire gli obiettivi generali di un piano di qualità dell'aria interessano l'intero territorio regionale e non sono specifiche per le singole realtà locali.

L'analisi percentuale del totale delle misure adottate (Figura 6.3.4), mostra che la maggior parte di esse è relativa al settore *trasporti* (52%); in tale ambito prevalgono:

- le misure per una mobilità alternativa all'utilizzo del mezzo privato individuale (19%),
- la diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale (17%)
- le misure di carattere strutturale per la mobilità (14%).

Nel settore *domestico/commerciale* i provvedimenti più adottati sono:

- quelli che promuovono un uso razionale dell'energia (83%)
- quelli che favoriscono l'impiego di fonti energetiche rinnovabili (14%).

Nel settore *attività produttive*, prevalgono:

- le misure di riduzione delle emissioni degli impianti industriali (circa l'83%)
- la realizzazione di impianti per la produzione di energia alternativa (14%) (soprattutto il teleriscaldamento e la cogenerazione).

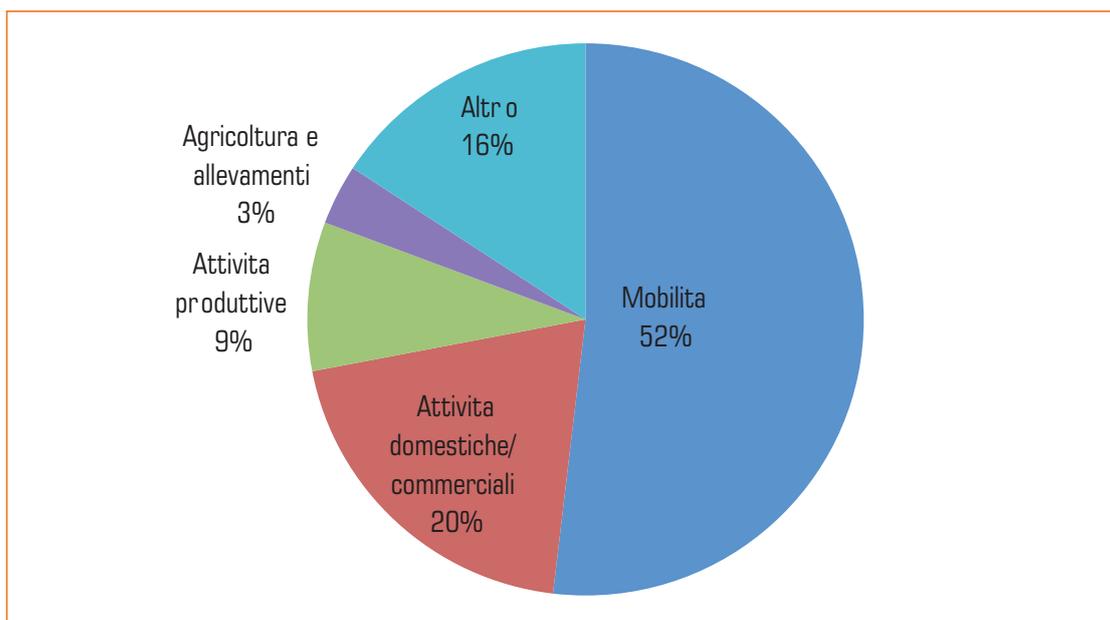
Nel settore *agricoltura e allevamenti*, prevalgono:

- le misure di riduzione del carico azotato negli effluenti di allevamento
- la realizzazione di impianti agroenergetici (biogas e gassificatori)
- la realizzazione di impianti che contribuiscono a contenere le emissioni di azoto.

Gli interventi che non sono rivolti a specifici settori sono stati inseriti nella categoria *altro*, al cui interno sono state individuate quattro tipologie di misure, quali:

- le misure di informazione e comunicazione ai cittadini
- gli interventi per la gestione della qualità dell'aria
- le misure accessorie volte alla riduzione delle emissioni e/o delle concentrazioni degli inquinanti in aria
- i progetti e studi di ricerca

Fig. 6.3.4 - Ripartizione settoriale delle misure di adottate – anno 2008



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

Allo scopo di caratterizzare ulteriormente le misure adottate nelle aree urbane, sono state considerate altre informazioni contenute nei questionari PPs, quali:

- la scala spaziale delle sorgenti emissive su cui la misura va ad incidere (solo fonti locali, fonti situate nell'area urbana interessata, fonti situate nella regione interessata, fonti situate nel paese, fonti situate in più di un paese).
- il tipo di misura (tecnico, economico/fiscale o educativo/informativo);
- il livello amministrativo al quale la misura è attuata (locale, regionale o nazionale);
- la scala temporale di riduzione delle concentrazioni in seguito all'applicazione della misura (a breve termine, medio termine o a lungo termine);

Nei casi in cui la misura non ricada in alcuna delle alternative riportate sopra è stata classificata nella voce *altro*.

Come si può osservare dalla Figura 6.3.5, il 40% dei provvedimenti adottati agisce sulle fonti situate nella regione interessata e il 27% sulle fonti situate nell'area urbana interessata. Le misure risultano essere per lo più di tipo tecnico (Figura 6.3.6) e adottate a livello regionale (Figura 6.3.7). Riguardo invece alla scala temporale prevista, nella gran parte casi non è stata definita, ma si può comunque osservare che per il 35% è a lungo termine (Figura 6.3.8).

Fig. 6.3.5 - Scala spaziale delle sorgenti emissive

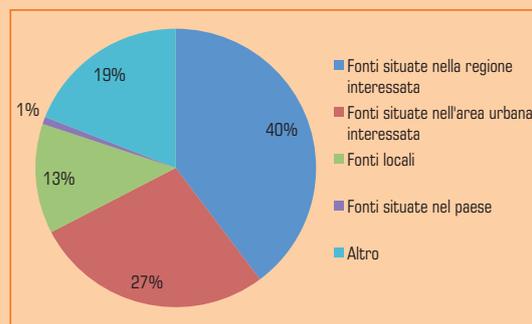


Fig. 6.3.6 - Tipologia di misura

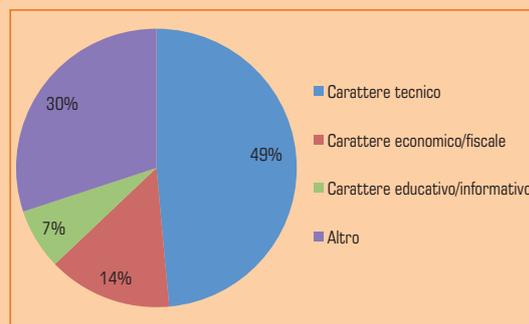


Fig. 6.3.7 - Livello amministrativo

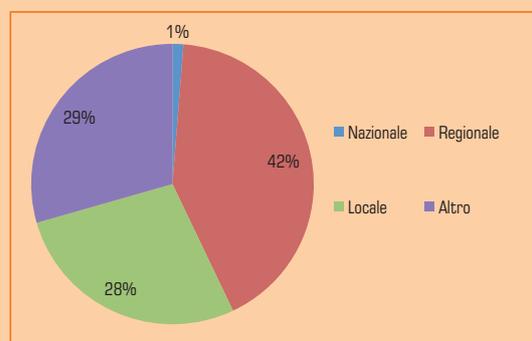
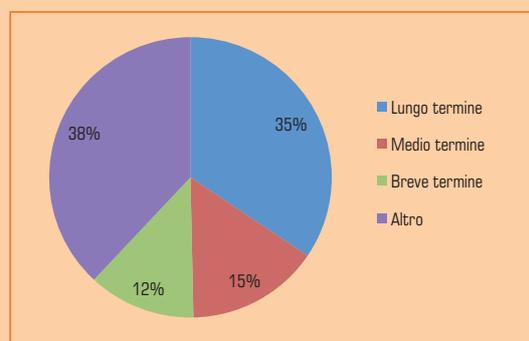


Fig. 6.3.8 - Scala temporale



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni e Province Autonome

CONCLUSIONI

Le **emissioni** comunali presentate in questo *Rapporto* sono state ottenute applicando la metodologia di disaggregazione *top-down* alle stime delle emissioni nazionali. Tale procedimento, se da un lato introduce un elemento di incertezza nel processo di stima, dall'altro consente di applicare una metodologia uniforme su tutto il territorio nazionale. Si rendono così attuabili i confronti fra le diverse città rendendo possibile l'individuazione delle principali sorgenti di emissione in ambito urbano che risultano essere il "trasporto su strada" per PM_{10} , ossidi di azoto, monossido di carbonio e benzene, l'uso di solventi (contenuto nel macrosettore aggregato "altro") per i composti organici volatili non metanici, l'"industria" per gli ossidi di zolfo, l'agricoltura (che contiene anche gli allevamenti) per l'ammoniaca. Inoltre, in alcune realtà industriali e/o portuali la presenza sul territorio di questo particolare tipo di insediamenti può influire anche sensibilmente sulle emissioni.

Per quanto riguarda i valori assoluti, le emissioni complessive delle città risultano generalmente in calo per tutti gli inquinanti, per molti dei quali, fra cui il PM_{10} , è comunque opportuno ricordare che non esiste un rapporto diretto e lineare tra le entità delle emissioni e le concentrazioni degli stessi inquinanti nell'atmosfera. Altri fattori, di tipo geografico ma principalmente di tipo meteorologico (ventosità, presenza di stabilità atmosferica, altezza media dello strato di dispersione degli inquinanti, piovosità ecc.) possono giocare un ruolo importante nel determinare i livelli di concentrazione di inquinanti in atmosfera.

Per quanto riguarda la **qualità dell'aria**, i dati riportati in questo *Rapporto* e riferiti al 2009 mostrano che nelle aree urbane del bacino padano sono superati i limiti normativi per PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 e ozono, quest'ultimo con un numero molto elevato di giorni di superamento dell'obiettivo al lungo termine e un non trascurabile numero di ore e giorni di superamento della soglia di informazione. Nelle aree urbane del centro sono superati i limiti normativi per il PM_{10} , NO_2 e ozono. Al Sud è superato il limite annuale per l' NO_2 e l'obiettivo a lungo termine dell'ozono. Si registrano inoltre superamenti per il PM_{10} generalmente meno intensi e meno frequenti rispetto al resto del paese. I dati disponibili di B(a)P mostrano una situazione di generale rispetto del vecchio obiettivo di qualità con importanti eccezioni in alcune aree urbane e una diffusa assenza di informazione nel Sud e Isole. Infine, i valori medi annuali di arsenico, cadmio e nichel sono ampiamente al di sotto dei rispettivi valori obiettivo fissati dalla normativa. Alla luce di quanto illustrato in questo *Rapporto*, è consigliabile utilizzare i dati per un confronto tra città e, tantomeno è possibile interpretare la comparazione tra i dati 2009 e 2010 nel senso di una diminuzione o aumento dell'inquinamento.

La maggior parte delle **misure di risanamento** della qualità dell'aria adottate dalle Regioni e dalle Province autonome in cui sono stati superati i valori limite di legge si orienta essenzialmente in due direzioni:

- la prima riguarda tutta una serie di azioni da attuare nel settore dei trasporti al cui interno prevalgono, soprattutto, misure volte a una mobilità alternativa all'utilizzo del mezzo privato individuale, nonché la diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale;
- la seconda riguarda le misure da adottare nell'ambito del settore *domestico e commerciale* al cui interno prevalgono l'utilizzo razionale dell'energia e l'impiego di fonti energetiche rinnovabili.

Anche se in modo diverso a seconda delle differenti realtà e criticità ambientali, sono aumentate le azioni di risanamento nel settore produttivo e agricolo; vengono infine riaffermate annualmente le misure di informazione e di sensibilizzazione dei cittadini sul tema della qualità dell'aria e la realizzazione di progetti e studi di ricerca nel settore.

E. Taurino - ISPRA

