



QUALITÀ DELL'ARIA



Lo stato della qualità dell'aria è un'emergenza ambientale.

Introduzione

La qualità dell'aria nel nostro Paese continua a essere un'emergenza ambientale che riguarda la salute di tutti i cittadini e impegna gli amministratori locali e centrali soprattutto nell'attuazione di efficaci misure di risanamento.

La criticità riguarda in particolar modo le grandi aree urbane, dove è massima l'antropizzazione del territorio e dove è più elevata l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici. Nonostante l'indubbio miglioramento della qualità dell'aria (l' SO_2 , il CO, il benzene e il piombo non costituiscono attualmente un pericolo per la salute umana se non a livello locale e in specifiche circostanze) avvenuto nel corso delle ultime decadi, il particolato PM_{10} , l'ozono (O_3) e il biossido di azoto (NO_2) pur mostrando qualche segnale di riduzione, continuano a essere un problema in Italia e in Europa. La riduzione nelle emissioni di materiale particolato primario, di ossidi di azoto e di altre sostanze responsabili dell'inquinamento, che costantemente si registra in Italia e in Europa, non è seguita da un'analoga riduzione delle concentrazioni in aria degli inquinanti indicati, che continuano spesso ad assestarsi al di sopra dei limiti normativi.

L'inquinamento atmosferico è un fenomeno estremamente complesso, determinato oltre che dal carico emissivo conseguente all'antropizzazione del territorio che ne è ovviamente la causa primaria, anche dalle interazioni chimico-fisiche che avvengono tra sostanze in atmosfera e dall'assetto meteo-climatico che ha un ruolo fondamentale nella dinamica degli inquinanti atmosferici.

Il nostro Paese è impegnato ad attuare misure di risanamento soprattutto nel settore della mobilità, la cui domanda continua a crescere e che resta tra le principali cause dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. In particolare, a supporto degli impegni assunti dalle singole regioni/province autonome, non sufficienti a far rientrare l'emergenza, è in fase di elaborazione un Piano nazionale che prevede misure di risanamento estese a tutto il Paese.

Il 30 settembre 2010 è entrato in vigore il D.Lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 di attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il decreto, con l'obiettivo di istituire un quadro normativo unitario in

Il D.Lgs. 155/2010.



materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, sostituisce anche le disposizioni di attuazione della Direttiva 2004/107/CE. Uno dei principali obiettivi che si intende perseguire con l'attuazione del D.Lgs. 155/2010 e che vede coinvolti oltre a regioni/province autonome e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ARPA/APPA, ISPRA ed ENEA è quello di raggiungere un maggior livello di efficienza, omogeneità e confrontabilità nella valutazione e gestione della qualità dell'aria sul territorio nazionale, che storicamente si compone di realtà locali spesso diversificate tra loro.

Con il D.Lgs. 155/2010 diventa sempre più urgente nel nostro Paese la realizzazione dei tanti obiettivi previsti nella Direttiva 2008/50/CE. Alcuni tra i principali sono:

- valutazione dell'inquinamento da PM_{2.5} estesa all'intero territorio nazionale (il numero di stazioni di monitoraggio è ancora insufficiente);
- speciazione chimica del particolato atmosferico, per meglio comprendere l'origine e la tossicità dell'inquinante;
- valutazione dei livelli dei precursori dell'ozono, per combattere l'inquinamento da ozono;
- valutazione dei livelli degli idrocarburi policiclici aromatici;
- valutazione di contributi provenienti da fonti naturali con l'obiettivo di sottrarli dal calcolo dei superamenti dei valori limite e livelli critici (il cosiddetto Sahara dust è un tema di forte interesse per il nostro Paese, che deve recuperare il passo rispetto ad altri paesi europei mediterranei, attraverso l'adozione di metodologie di valutazione confrontabili, omogenee e condivise su tutto il territorio);
- sviluppo di tecniche modellistiche che, accanto alle misurazioni analitiche delle concentrazioni di inquinanti, possono svolgere un ruolo importante sia nella programmazione di efficaci misure di risanamento, sia nella caratterizzazione di tutto il territorio rispetto alla qualità dell'aria;
- realizzazione di un sistema unico di comunicazione delle informazioni dal livello locale a quello nazionale ed europeo basato sull'utilizzo delle più moderne tecnologie informatiche. A questo proposito è imminente la pubblicazione da parte della Commissione Europea di un documento di "regole". Una novità è la

Realizzazione degli obiettivi previsti dalla Direttiva 2008/50/CE.



L'inquinamento atmosferico (particolato, ozono, biossido di azoto) ha un forte impatto sulla salute, in particolare nelle grandi aree urbane.

disponibilità di dati in Near Real Time (NRT), cioè con un ritardo contenuto (qualche minuto, qualche ora o qualche giorno) rispetto al periodo temporale cui si riferiscono¹.

L'inquinamento atmosferico è un fattore ambientale con un forte impatto sulla salute, in particolare nelle grandi aree urbane. Gli inquinanti atmosferici maggiormente responsabili degli effetti sulla salute umana, per gli elevati livelli atmosferici e per la loro tossicità, sono il particolato atmosferico, PM_{10} e ancora di più $PM_{2.5}$ per la sua capacità di penetrare più in profondità nel sistema respiratorio, l'ozono e il biossido di azoto. È ormai largamente accertato che l'inquinamento atmosferico influisce in maniera determinante sulle malattie respiratorie e cardiache acute e croniche, specie per i gruppi di popolazione più vulnerabile come i bambini.

Nei grandi centri urbani europei, per il periodo 1999-2007, risultano valori tra 27 e 31 $\mu g/m^3$ come medie di concentrazioni di PM_{10} ², più elevati dei 20 $\mu g/m^3$ raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)³.

Nel 2007, secondo quanto emerge dal progetto *Urban Audit*, in riferimento all'ozono, delle 30 città europee più inquinate circa il 50% sono italiane.

¹ Tale modalità è attualmente operativa in Europa in via sperimentale per l'ozono attraverso il *progetto OzoneWeb* (<http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/welcome>)

² ETC/ACC Technical Paper, *Indicators on Urban Air Quality. A review of current methodologies*, 2009/8

³ WHO Regional Publications, European Series n. 91 *Air Quality Guidelines for Europe*. 20 $\mu g/m^3$ è il livello più basso al quale la mortalità totale (cardiopulmonare e cancro polmonare) cresce con un intervallo di confidenza maggiore del 95% in caso di esposizione prolungata

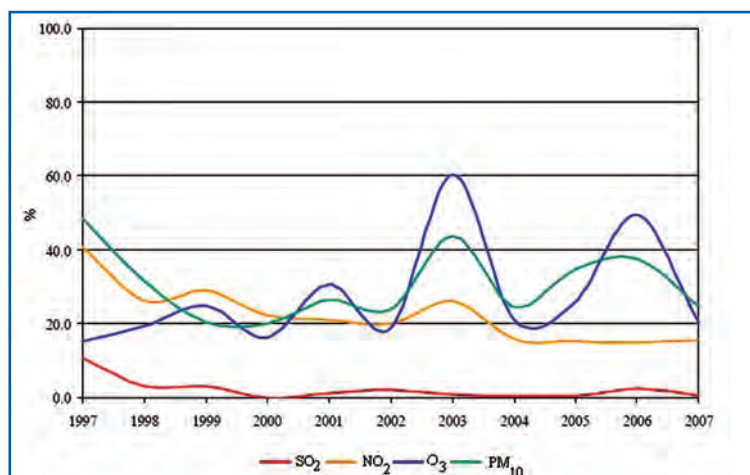


Figura 3.1: Per centuale di popolazione residente in una selezione di aree urbane dove le concentrazioni degli inquinanti sono più elevate dei rispettivi valori limite od obiettivo ⁴, EEA 32 Paesi membri

Da una stima della popolazione urbana esposta a concentrazioni di inquinanti superiori ai valori limite od obiettivo (Figura 3.1), calcolata su una selezione di città europee, si osserva un debole trend decrescente per l'NO₂, con una percentuale di popolazione potenzialmente esposta pari al 15-41%; per il PM₁₀ e per l'O₃, con valori rispettivamente del 20-50% e del 15-60%, non si segnalano trend significativi ma solo massimi in anni record (2003 e 2006). Infine, per l'SO₂, nel 2007 la percentuale di esposizione è vicina allo zero. Nell'ambito del programma CAFE (*Clean Air For Europe*) della Commissione Europea è stato stimato che, nel 2000, circa 350.000 persone sono morte prematuramente per l'inquinamento atmosferico outdoor causato dal solo particolato fine PM_{2.5} (ciò corrisponde a una perdita di aspettativa di vita di circa 9 mesi per ogni abitante della Comunità Europea); ciò fornisce un'idea, seppur in grandi linee, dell'entità del problema.

⁴ Fonte: ETC/ACC, Technical Paper, *Indicators Urban Air Quality: A review of current methodologies*, 2009/8

L'esposizione della popolazione urbana europea a concentrazioni di inquinanti superiori ai valori limite od obiettivo è vicina allo zero per SO₂, mentre presenta un debole trend decrescente per NO₂.

L'esposizione della popolazione urbana europea a concentrazioni di inquinanti superiori a valori limite od obiettivo, mostra un debole trend decrescente per NO₂, mentre per SO₂ è vicina allo zero.



Il Progetto EpiAir, Italia, 2001-2005, ha evidenziato l'associazione significativa tra incremento della concentrazione media giornaliera di PM_{10} , NO_2 e O_3 e gli effetti sulla salute (ricoveri e mortalità).

La percentuale di popolazione esposta a livelli superiori ai limiti di legge è diminuita, per il PM_{10} , dal 34% al 17% (dal 2006 al 2009), e per l'ozono dall'80% al 60% (dal 2004 al 2008).

PM_{10} , NO_2 e ozono sono una criticità anche nelle grandi aree urbane del nostro Paese, soprattutto in quelle dell'area del bacino padano, accomunate dalla presenza di fattori orografici, meteorologici e di pressione antropica che determinano livelli di fondo elevati e persistenti e dove, conseguentemente, si registrano concentrazioni di inquinanti atmosferici superiori ai valori limite normativi.

Si è recentemente concluso il progetto EpiAir⁵, il cui obiettivo è stato quello di studiare in dieci città italiane (Milano, Mestre-Venezia, Torino, Bologna, Firenze, Pisa, Roma, Taranto, Cagliari, Palermo), nel periodo 2001-2005, l'associazione tra incremento a breve termine della concentrazione media giornaliera di PM_{10} , NO_2 e O_3 e gli effetti sulla salute (ricoveri ospedalieri e mortalità). Dall'indagine sono risultate significative le associazioni tra le concentrazioni dei tre inquinanti in esame sia con i ricoveri per malattie respiratorie e cardiache (l'associazione più forte è quella tra NO_2 e asma, specie nei bambini), sia con le cause di decesso indagate (maggiore vulnerabilità delle persone anziane agli effetti del particolato). In particolare, per il PM_{10} è emerso che laddove dovrebbero registrarsi normalmente 1.000 decessi, se ne osservano 7 in più per ogni incremento di $10 \mu g/m^3$.

Da uno studio condotto da ISPRA volto alla valutazione, in alcune città italiane, dell'esposizione a PM_{10} e ozono sia della popolazione in generale, sia di quella sotto i 20 anni di età, emerge che la percentuale di popolazione complessiva esposta a livelli superiori ai limiti di legge per il PM_{10} è diminuita, dal 2006 al 2009, dal 34% al 17%. Analoga situazione si riscontra per la popolazione sotto i 20 anni, con una riduzione dal 31% del 2006 al 16% del 2009. Anche per l'ozono si registra una sensibile diminuzione dell'esposizione complessiva (la popolazione esposta alle concentrazioni più elevate passa dall'80% del 2004 al 60% del 2008)⁶.

⁵ Il progetto "Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione" è stato promosso dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie (CCM) del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali <http://www.epidemiologiaeprevenzione.it/cms/?q=node/102>

⁶ Per ulteriori dettagli e approfondimenti: ISPRA, Annuario dei Dati Ambientali, Capitolo Ambiente e benessere, ed. 2010



Qualità dell'aria e cambiamenti climatici.

La qualità dell'aria potrebbe essere ulteriormente compromessa dai cambiamenti climatici che, secondo la definizione riportata nell'art. 1 della *Framework Convention on Climate Change* (UNFCC), consistono nell'alterazione della composizione dell'atmosfera globale attribuibile direttamente o indirettamente all'attività umana, che si aggiunge alla naturale variabilità climatica osservata per un adeguato periodo di tempo.

Poiché le condizioni meteorologiche hanno un ruolo fondamentale nella dinamica degli inquinanti in atmosfera, è facilmente prevedibile che il cambiamento climatico possa avere un impatto sull'inquinamento atmosferico. Il riscaldamento globale e l'aumento della radiazione UV-B porterebbero a un'accelerazione delle reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera, con un conseguente aumento della concentrazione di sostanze fotochimiche ossidanti, i cui effetti negativi sulla salute umana sono ormai un'evidenza. Quanto sopra si osserva in particolare d'estate nelle grandi metropoli: si tratta di ozono e degli ossidi di azoto e anche di aldeidi, di perossiacetilnitrati e propilenglicolnitrati⁷. Inoltre, potrebbero anche favorire la formazione e la decomposizione di molte sostanze organiche cancerogene, la cui presenza è stata registrata nell'aria di grandi agglomerati urbani.

Un altro possibile effetto potrebbe essere dovuto alle variazioni delle caratteristiche di diffusività dell'atmosfera, anche se dagli studi effettuati negli ultimi decenni ancora non risultano chiare tendenze⁸.

Lo stato della qualità dell'aria

Gli inquinanti più critici per le elevate concentrazioni presenti in atmosfera, continuano a essere l'ozono, il particolato atmosferico PM₁₀ e il biossido di azoto.

Le figure seguenti, relative al PM₁₀, al biossido di azoto e all'ozono mostrano la situazione europea aggiornata al 2008, così come emerge dai dati di monitoraggio comunicati dai paesi europei nell'ambito di *Exchange of Information* (Eoi)⁹.

O₃, PM₁₀, NO₂ sono gli inquinanti più critici.

⁷ *Climate change – The IPCC Impacts Assessment Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II* <http://www.ipcc.ch/>

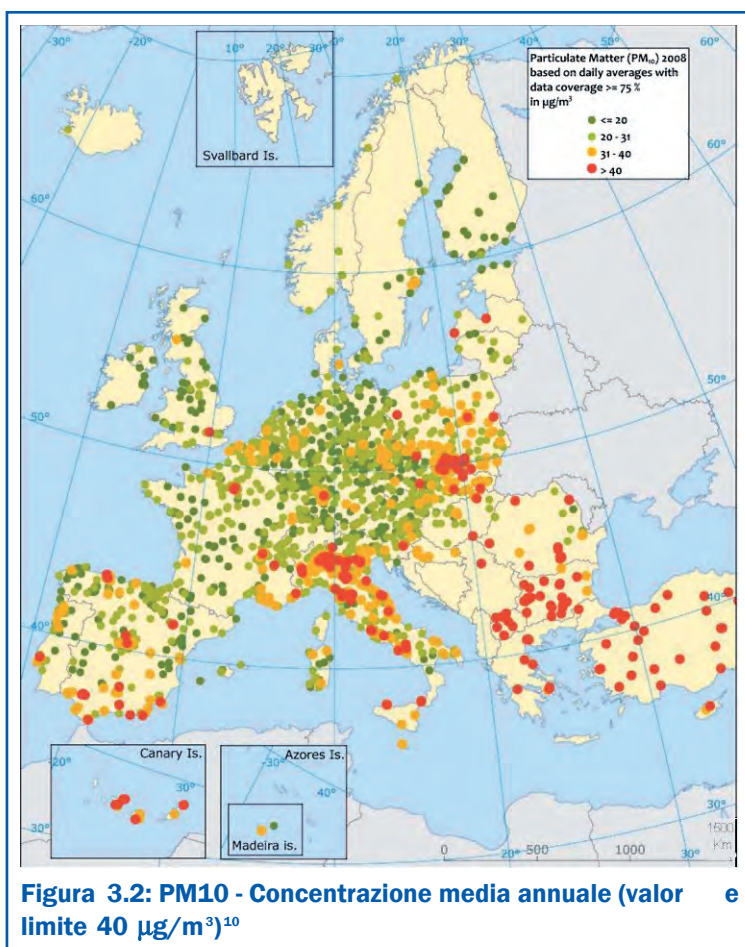
⁸ Sergio Castellari, Vincenzo Artale, *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*. Bonomia University Press, 2010

⁹ Decisione 97/101/CE attualmente ripresa dal D.Lgs. 155/2010 (art. 19, comma 17)



PM₁₀, 2008, Europa: oltre il 32% delle stazioni orientate al traffico supera il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana.

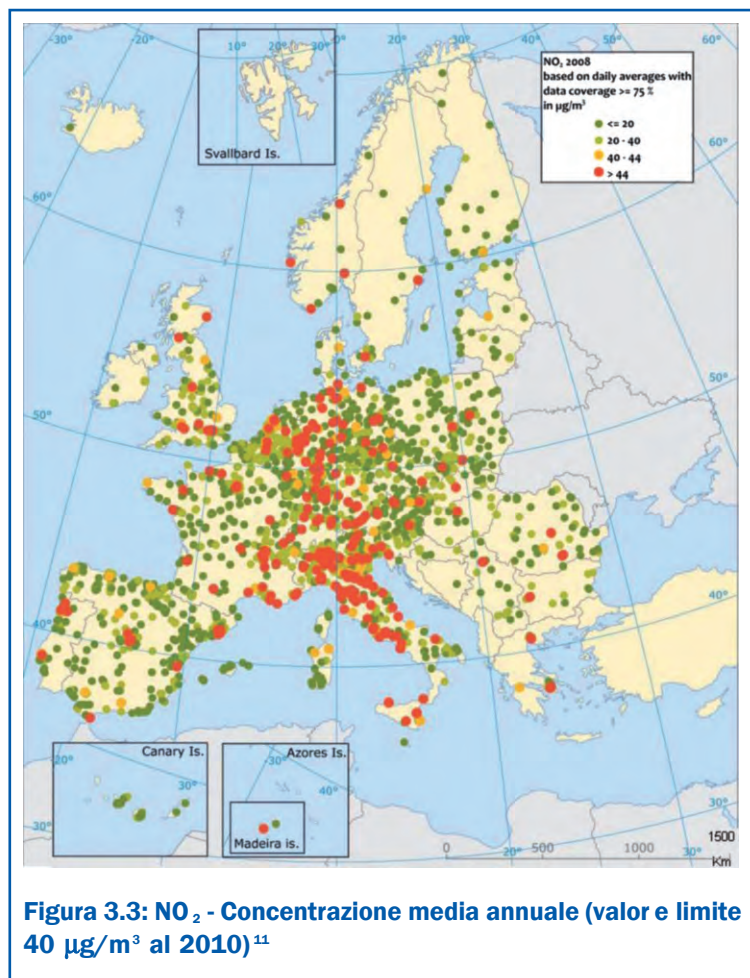
Per il PM₁₀ dalla Figura 3.2, costruita sulla base delle medie annuali, è possibile stimare anche l'intensità dei superamenti del valore limite giornaliero che, come è noto, è più stringente del limite annuale; per questo, sulla base di consolidate indicazioni statistiche, è molto probabile che si verifichi il superamento del valore limite giornaliero qualora la media annua sia superiore a 31 µg/m³.



¹⁰ Fonte: http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi_maps/index_html



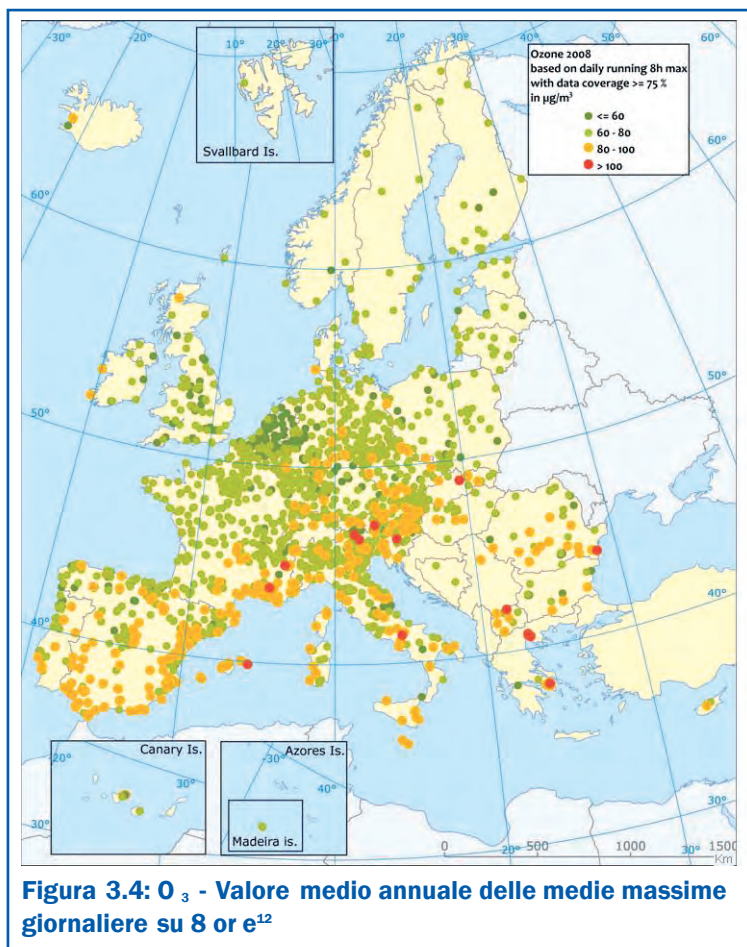
Biossido di azoto, 2008, Europa: quasi il 50% delle stazioni orientate al traffico supera il valore limite annuale.



¹¹ Fonte: http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi_maps/index_html



Ozono, 2008, Europa: il 35% delle stazioni rurali e circa il 20% di quelle localizzate nelle aree urbane registra superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.



$PM_{2,5}$, nel 2008, la copertura spaziale delle stazioni di monitoraggio è ancora insufficiente.

Per quanto riguarda il $PM_{2,5}$, le informazioni riferite al 2008 (331 stazioni di monitoraggio caratterizzate da una copertura temporale di almeno il 75% in ambito Eol) anche se in aumento rispetto al 2007 (224) sono ancora insufficienti per valutazioni accurate. Come per il $PM_{2,5}$, anche per il Benzo(a)pirene, sostanza di accertata cancerogenicità, il monitoraggio è scarso; i dati comunque dispo-

¹² Fonte: http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi_maps/index_html



nibili, quasi tutti riferiti all'Europa centrale e dell'est, indicano un numero discretamente ampio di superamenti (il 37% delle stazioni di monitoraggio) del valore obiettivo ($1,0 \text{ ng/m}^3$ come media annuale). Nonostante quanto delineato precedentemente, in Europa si possono cogliere segnali di riduzione delle concentrazioni atmosferiche, più o meno decisi e più o meno uniformemente distribuiti sul territorio. In particolare, gli ossidi di azoto mostrano un *trend* decrescente nel periodo 1999-2008 (per l' NO_2 l'andamento è meno pronunciato rispetto a quello degli ossidi di azoto totali). Per l'ozono, che ha una variabilità di anno in anno più marcata rispetto agli altri inquinanti, si riscontra un *trend* decrescente solo negli Stati scandinavi e baltici; si osserva, inoltre, che le concentrazioni nelle stazioni rurali a elevate altitudini tendono a crescere, mentre quelle nelle stazioni urbane tendono a diminuire.

Il PM_{10} non mostra alcun *trend* significativo; si osserva, comunque, nel periodo 1998-2008, un debole decremento che tuttavia necessita di conferme¹³.

In Italia, la situazione sulla qualità dell'aria è sinteticamente mostrata per il 2009 nelle figure che seguono. Per il PM_{10} , la normativa stabilisce un valore limite giornaliero di $50 \text{ }\mu\text{g/m}^3$, da non superare per più di 35 volte in un anno, e un valore limite annuale di $40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. Detti limiti sono spesso superati, soprattutto il più stringente limite giornaliero che, nel 2009, è stato superato nel 45% delle stazioni (Figura 3.5). La mappa, nonostante la differente densità di monitoraggio tra Nord e Sud Italia (maggiore al Nord e minore al Sud), evidenzia la ben nota criticità delle grandi città, soprattutto dell'area padana dove si raggiungono più frequentemente i valori più alti.

La forte riduzione nelle emissioni di PM_{10} , di ossidi di azoto e composti organici volatili non metanici registrata dal 1990 al 2008¹⁴, non è seguita da un analogo comportamento dei livelli atmosferici di PM_{10} . Nella Figura 3.6, che mostra per il PM_{10} l'andamento di alcune statistiche descrittive calcolate sulla media annuale di un set di stazioni di monitoraggio, selezionato sulla base di criteri omogenei di copertura temporale, si possono comunque cogliere deboli indicazioni di un *trend* decrescente (si osserva una netta dimi-

In Europa, nel periodo 1999-2008, gli ossidi di azoto presentano un trend decrescente, mentre per l'ozono tale andamento si riscontra solo negli Stati scandinavi e baltici.

PM_{10} , 2009, Italia: il 45% delle stazioni di monitoraggio supera il valore limite giornaliero.

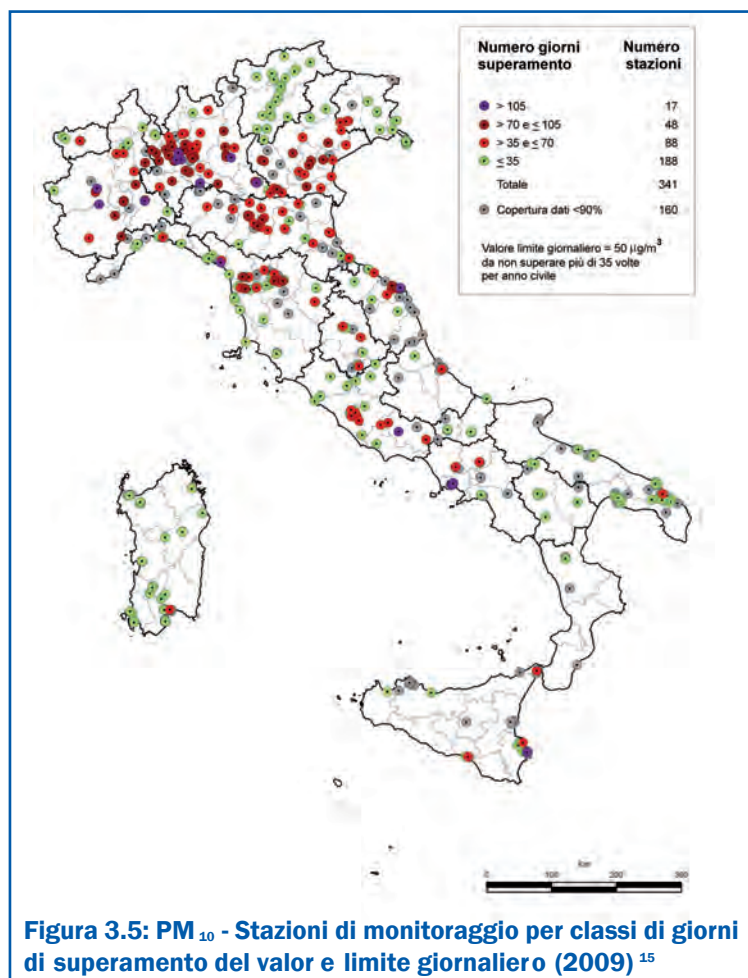
¹³ ETC/ACC, *The state of the air quality in 2008*, Technical paper 2010/1

¹⁴ ISPRA, *Inventario nazionale delle emissioni*, anni vari



PM₁₀, 2009, Italia: il 45% delle stazioni di monitoraggio supera il valore limite giornaliero.

nuzione dei livelli massimi e un compattamento della gran parte dei dati misurati verso valori bassi), che necessita di ulteriori conferme nel tempo. Il grafico, che descrive una situazione mediata, non consente ovviamente di apprezzare l'eventuale presenza di situazioni locali con una decisa diminuzione o crescita dei livelli.



¹⁵ Fonte: ISPRA



PM₁₀: dal 2003 al 2009 deboli segnali di trend decrescente.

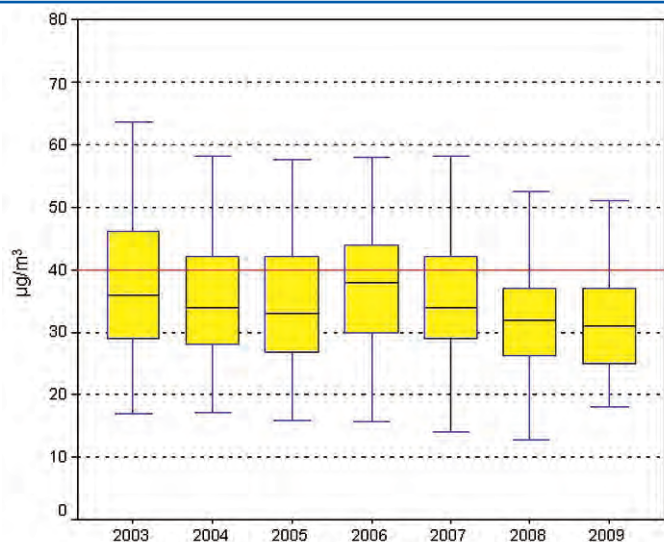


Figura 3.6: PM₁₀, media annua - Statistiche descrittive calcolate su una selezione di 70 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale^{16 17}

Per quanto riguarda il PM_{2,5}, le informazioni riferite al 2009 (83 stazioni di monitoraggio caratterizzate da una copertura temporale di almeno il 75%) anche se in aumento rispetto al 2008 (52) sono ancora insufficienti in termini di copertura spaziale per valutazioni accurate; comunque, nel 2009, la maggior parte (77%) delle 60 stazioni con copertura temporale del 90% rispettano il

PM_{2,5}, Italia: nel 2009 le informazioni sono ancora insufficienti.

¹⁶ Fonte: ISPRA

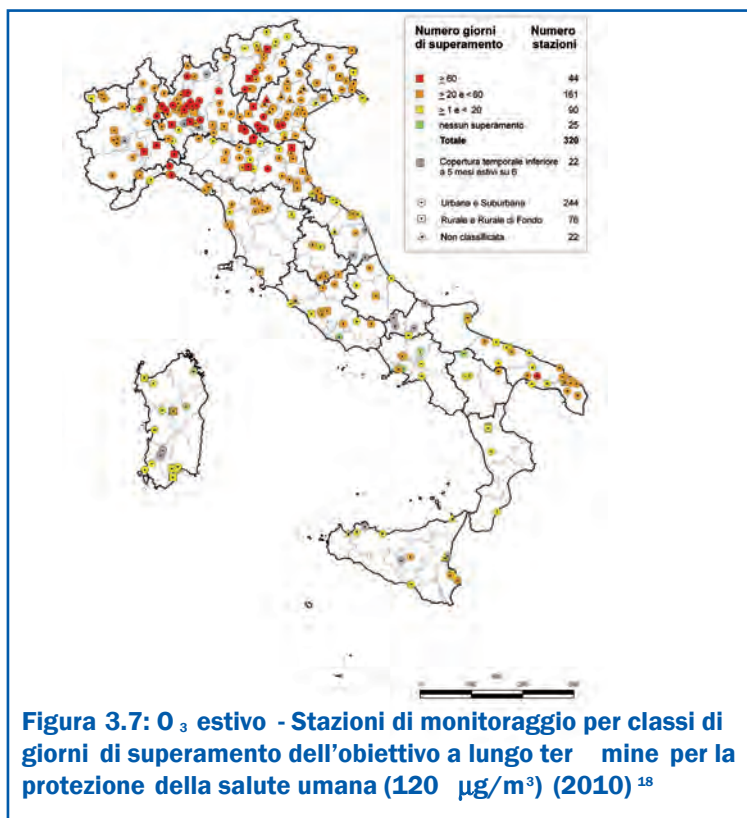
¹⁷ Il *box plot* è un metodo grafico compatto per rappresentare una distribuzione statistica. Nel grafico la linea interna al rettangolo rappresenta la mediana, gli estremi del rettangolo rappresentano il primo quartile (25° percentile) e il terzo quartile (75° percentile). Gli estremi delle righe che si allungano dai bordi del rettangolo rappresentano rispettivamente il valore adiacente inferiore e il valore adiacente superiore. La maggior parte delle osservazioni cade all'interno dell'intervallo compreso tra questi due valori. È possibile che esistano valori al di fuori dell'intervallo delimitato dai due valori adiacenti. Questi dati sono definiti anomali o estremi e vanno analizzati separatamente per valutare le ragioni che hanno determinato tale anomalia rispetto alla distribuzione dei dati.



Ozono: nel periodo estivo 2010, l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana è superato nel 92% delle stazioni.

Ozono, periodo estivo 2010, Italia: il 92% delle stazioni di monitoraggio supera l'obiettivo a lungo termine. La situazione più critica è nel Nord Italia.

valore limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che entrerà in vigore nel 2015. Per l'ozono, l'obiettivo a lungo a termine per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), che tra i parametri definiti dalla normativa è quello che meglio descrive situazioni di inquinamento e di esposizione della popolazione mediate nel tempo, nel periodo estivo 2010 (da aprile a settembre compresi) risulta superato nella gran parte delle stazioni: solo nell'8% delle stazioni (25 stazioni sulle 320 che hanno fornito informazioni per almeno cinque mesi estivi su sei) non sono stati registrati superamenti dell'obiettivo a lungo termine (Figura 3.7).

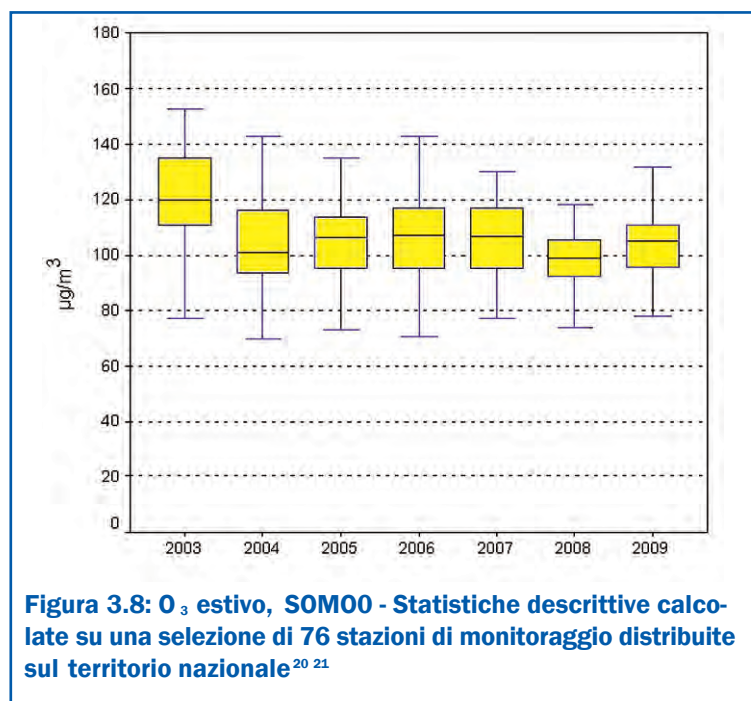


¹⁸ Fonte: ISPRA



La differente copertura del territorio tra il Nord e il Sud Italia, non impedisce di osservare una maggiore criticità nelle regioni del Nord Italia.

L'andamento temporale dell'ozono presenta una situazione di stabilità. Ciò è quanto emerge dalla Figura 3.8 che riporta, per il periodo estivo dal 2003 al 2009, alcune statistiche descrittive dell'indicatore SOM00¹⁹ calcolato per un set di stazioni di monitoraggio selezionato sulla base di criteri omogenei per tipologia di stazione e copertura temporale.



Ozono estivo, Italia: dal 2003 al 2009 si osserva una situazione di stabilità.

¹⁹ SOM00 è un indice di esposizione calcolato come la sommatoria delle medie mobili massime giornaliere su otto ore diviso il numero dei giorni validi, per i quali è disponibile la media su otto ore

²⁰ Fonte: ISPRA

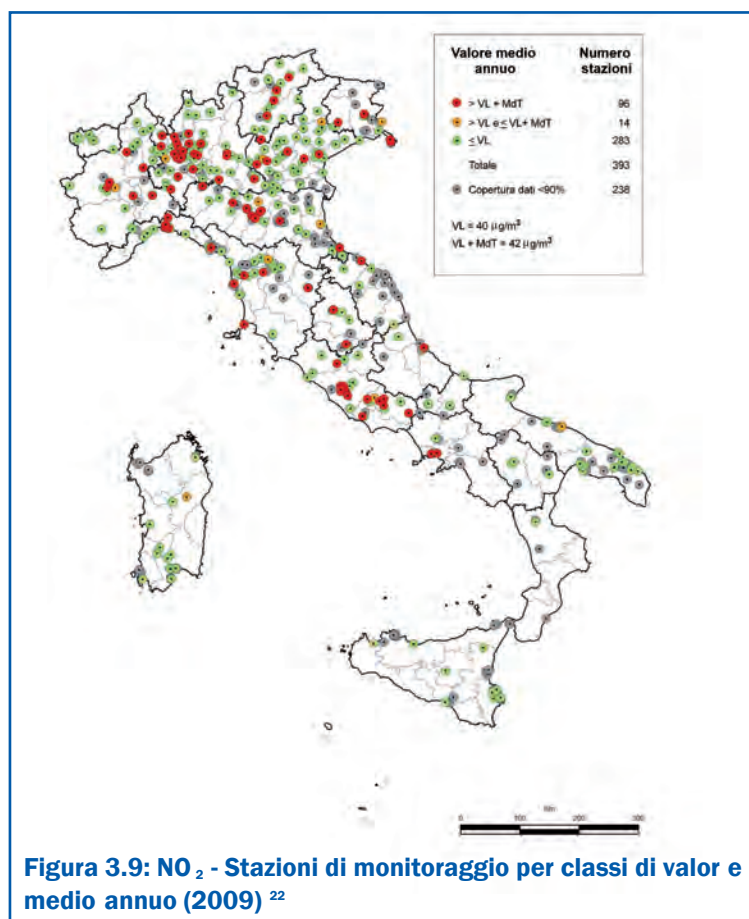
²¹ Vedi nota 17



NO₂, Italia: nel 2009 il valore limite annuale è rispettato nel 72% delle stazioni.

Biossido di azoto, 2009, Italia: il 28% delle stazioni supera il valore limite annuale.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, il valore limite annuale per la protezione della salute umana ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), entrato in vigore nel 2010, nel 2009 è stato rispettato nel 72% delle stazioni (Figura 3.9).



²² Fonte: ISPRA



Per il biossido di azoto, il grafico di Figura 3.10, costruito su un set di stazioni selezionato sulla base di criteri omogenei per copertura temporale, mostra nel periodo 2003-2009 un *trend* in leggera diminuzione, che necessita comunque di ulteriori conferme.

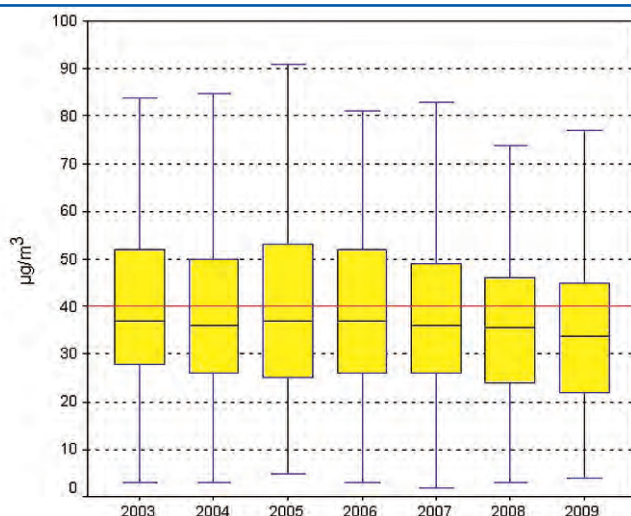


Figura 3.10: NO₂, media annua - Statistiche descrittive calcolate su una selezione di 134 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale^{23 24}

Biossido di azoto, Italia: dal 2003 al 2009 segnali di debole diminuzione.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono inquinanti che meritano attenzione e controllo, oltre che per l'accertata tossicità e cancerogenicità di alcuni congeneri, per l'ancora scarsa disponibilità di dati sui livelli atmosferici e per il quadro emissivo che recentemente si sta delineando.

Il DM 25/11/1994, considerando gli IPA, con il benzo(a)pirene in qualità di riferimento dell'intera famiglia, inquinanti tipici delle aree urbane, stabiliva per il B(a)P un obiettivo di qualità di 1 ng/m³, nelle città con almeno 150.000 abitanti, a partire dal 1999. Successi-

Il benzo(a)pirene; valore obiettivo di 1,0 ng/m³ da raggiungere entro il 2012.

²³ Fonte: ISPRA

²⁴ Vedi nota 17



Nel 2008, il 40% delle emissioni di IPA proviene dalla combustione della biomassa nel riscaldamento domestico, con un trend in crescita.

Elevati livelli di B(a)P costituiscono un problema anche in siti rurali.

vamente nel 2007, il D.Lgs. 152 ha attuato la Direttiva 2004/107/CE e confermato le indicazioni del precedente decreto per le grandi aree urbane. Recentemente il D.Lgs. 155/2010 ha abrogato il D.Lgs. 152/2007 attuando esclusivamente le disposizioni della Direttiva 2004/107/CE; ora la normativa prevede per il B(a)P un valore obiettivo di $1,0 \text{ ng/m}^3$ da raggiungere entro il 2012.

Da un'indagine eseguita, nel 2006, dall'Istituto Superiore di Sanità in collaborazione con alcune Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, il monitoraggio nelle grandi aree urbane previsto dal DM del 1994 è risultato insufficiente²⁵. In particolare, fino al 2004 il monitoraggio del B(a)P è stato eseguito in 11 delle 23 città italiane previste dal decreto, tutte localizzate nel Nord e Centro Italia, su un totale di 22 stazioni di monitoraggio. Dal 1999 (in alcuni casi anche in anni precedenti) fino al 2004, le stazioni orientate al traffico presentano un chiaro *trend* decrescente nelle concentrazioni, mantenendo comunque a volte livelli superiori all'obiettivo di 1 ng/m^3 . Detto andamento è la conferma che gli interventi sui veicoli attivati in quegli anni hanno avuto una certa efficacia.

Dall'Inventario delle emissioni elaborato da ISPRA risulta che le emissioni di IPA provenienti da traffico stradale nel 2008 sono circa il 2% dell'emissione totale nazionale.

Se il trasporto stradale rimane una sorgente importante nelle grandi aree urbane, non lo è comunque rispetto ad altre sorgenti come la combustione e processi nel siderurgico, che rappresentano circa il 30% del totale nazionale, l'incenerimento di rifiuti agricoli, circa il 20% e la combustione da biomassa nel riscaldamento domestico, più del 40%; in questi ultimi due settori il *trend* emissivo è in forte crescita.

A conferma di queste stime, oltre alle situazioni industriali e ad alcune situazioni urbane, elevati livelli di B(a)P costituiscono spesso un problema in siti rurali dove un ampio utilizzo della biomassa per il riscaldamento domestico, insieme a una particolare orografia e meteorologia (ad esempio nelle valli alpine), non favoriscono la

²⁵ Edoardo Menichini et al., *Trend of atmospheric Benzo(a)pyrene in Italy before the adoption of the European Directive on PAHs, Polycyclic Aromatic Compounds*, 26: 79-92, 2006



dispersione degli inquinanti. Tutto ciò deve far riflettere sulla necessità dell'integrazione delle politiche comunitarie sulla qualità dell'aria con quelle del clima, perché se da un lato l'uso delle biomasse come fonte energetica rinnovabile è incentivato²⁶, dall'altro contribuisce pesantemente all'inquinamento atmosferico.

Le principali cause dell'inquinamento atmosferico

La crescente antropizzazione del territorio con esigenze sempre maggiori in materia di fonti energetiche, di mobilità e di sviluppo industriale con il conseguente carico emissivo è la principale causa dell'inquinamento atmosferico.

I diversi settori produttivi contribuiscono in modo differenziato alle emissioni in aria dei principali inquinanti.

Dalle informazioni riportate nell'Inventario nazionale delle emissioni del 2008, elaborato da ISPRA²⁷, risulta che per il PM₁₀, limitatamente alla componente primaria dell'inquinante, i trasporti sono la prima sorgente di inquinamento con un contributo del 35% sul totale, di cui poco più dei 2/3 provenienti da quello stradale; seguono l'industria (23%), il settore civile (19%) e l'agricoltura (12%). In particolare, delle emissioni di PM₁₀ da riscaldamento civile circa il 90% proviene dalla combustione delle biomasse.

Anche per il PM_{2,5} (limitatamente alla componente primaria) il trasporto è la principale fonte di emissione con un contributo del 40% (poco meno dei 2/3 proviene dal trasporto stradale); seguono l'industria (20%), il settore civile (22%) e il settore relativo al trattamento e smaltimento dei rifiuti (9%).

Per quanto riguarda i precursori dell'ozono troposferico²⁸, la principale fonte di emissione degli ossidi di azoto (NO_x) è rappresentata dai trasporti con il 69%, di cui quelli stradali costituiscono circa i 3/4; l'industria contribuisce per il 14%, la produzione di energia per il 10% e il settore civile con il 6%. Per i composti organici volatili non metanici (COVNM), i trasporti contribuiscono per

Nel 2008, in Italia, il 35% di PM₁₀, il 40% di PM_{2,5}, il 69% di NO_x e il 40% di COVNM sono dovuti al settore trasporti.

²⁶ *Ibidem*

²⁷ http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni

²⁸ I precursori sono quelle sostanze che attraverso reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera portano alla formazione di ozono troposferico



Europa, 2008: il 41% di NO_x è dovuto al settore trasporti.

In Italia, le forti riduzioni delle emissioni di PM₁₀ e NO_x sono dovute al settore energetico, mentre per i COVNM al trasporto stradale.

il 40%; il 42% proviene dall'uso dei solventi e il resto dal settore industria (7%), dal settore civile (5%) e da altri settori minori.

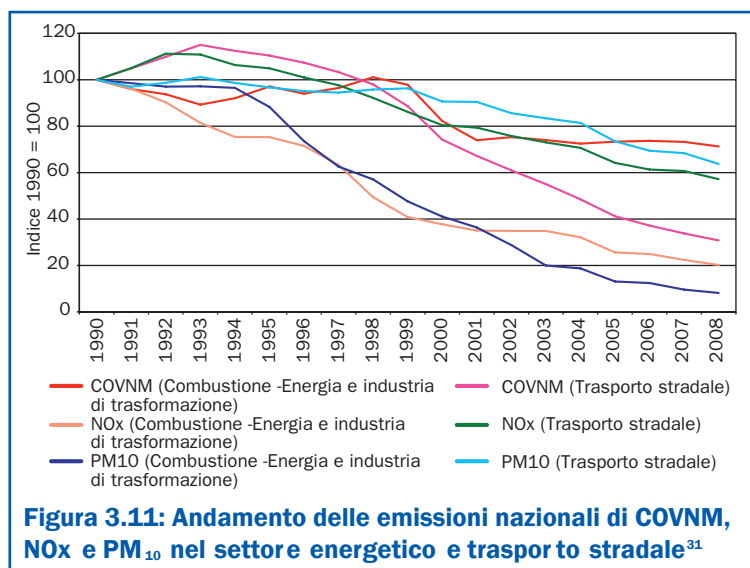
Per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene e indeno (1,2,3-cd)pirene) circa il 31% delle emissioni proviene da combustione e processi del settore siderurgico, circa il 21% dall'incenerimento in campo di rifiuti agricoli e circa il 40% da combustione di biomassa nel riscaldamento domestico.

Anche in Europa²⁹ nel 2008 i trasporti, in particolare quelli stradali, sono la principale sorgente di emissione, responsabile del 41% di NO_x e del 16% di COVNM. Le altre sorgenti principali di emissione di NO_x sono la produzione di energia elettrica (20%), la combustione nell'industria (14%) e il settore civile (9%). Oltre ai trasporti stradali, le principali sorgenti di COVNM sono l'uso dei solventi (41%) e il settore civile (11%). Per PM₁₀ e PM_{2.5} il principale settore emissivo è il riscaldamento civile (30% e 37% rispettivamente) seguito dai trasporti su strada (14% e 15% rispettivamente).

In Italia sono state registrate forti riduzioni delle emissioni di PM₁₀, di NO_x e COVNM soprattutto dalla metà degli anni '90³⁰. Come si osserva in Figura 3.11, per gli inquinanti PM₁₀ e NO_x il maggior contributo alla diminuzione delle emissioni viene dal settore energetico; per i COVNM è il trasporto stradale che contribuisce maggiormente alla riduzione delle emissioni.

²⁹ EEA, *European Union emission inventory report 1990–2008 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, Technical report n. 7/2010

³⁰ http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni



Il maggior contributo alla diminuzione delle emissioni per PM₁₀ e NO_x viene dal settore energetico, per i COVNM viene dal trasporto stradale.

Anche l'andamento delle emissioni in Europa dal 1990 al 2008 è stato caratterizzato da forti diminuzioni: nei paesi dell'EU27 le emissioni di NO_x sono diminuite del 39%, quelle dei COVNM del 51%, quelle di SO_x di circa il 78%. Le emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5} dal 2000 al 2008 sono diminuite, rispettivamente, dell'8% e 13%. Nel nostro Paese la riduzione nelle emissioni dei precursori dell'ozono troposferico, del PM₁₀ e degli SO_x dal 1990 al 2005 è stata registrata in tutte le regioni, in modo più o meno elevato in considerazione della presenza o meno dei grandi impianti industriali, per i quali sono stati introdotti negli anni '90 limiti stringenti alle emissioni al camino di SO_x, NO_x e PM₁₀.³²

Da quanto brevemente esposto si può concludere che il trasporto, in particolare quello stradale, è uno dei principali responsabili delle elevate concentrazioni in aria di PM₁₀, PM_{2,5} e precursori di ozono. Questo è ancor più vero nelle grandi città, dove la densità di popolazione e il trasporto raggiungono i livelli più elevati. In ambito

Dal 1990 al 2008, nei paesi EU27 sono diminuite le emissioni di NO_x, COVNM, SO_x, PM₁₀ e PM_{2,5}. In Italia, dal 1990 al 2005, le emissioni di PM₁₀, SO_x e NO_x sono diminuite in tutte le regioni.

Il trasporto stradale in ambito urbano contribuisce per più del 70% alle emissioni di PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x e COVNM.

³¹ Fonte: ISPRA

³² DM 12/07/1990, "Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione"



Dal 1995 la riduzione significativa di NO_x, COVNM, piombo e benzene, e minore di PM₁₀, è dovuta al rinnovo del parco circolante e al miglioramento della qualità dei combustibili.

La richiesta di mobilità aumenta con la crescita economica di un paese.

2000-2008: la domanda di trasporto passeggeri è aumentata dello 0,4% m.a. (PIL +0,7%).

Nel 2008, il trasporto privato soddisfa l'80,8% della domanda di trasporto passeggeri. Crescita più elevata del trasporto aereo.

urbano, infatti, il trasporto stradale contribuisce per più del 70% alle emissioni complessive di PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x e COVNM.

L'andamento decrescente delle emissioni di gas nocivi, nel periodo 1990-2008, proveniente dal trasporto su strada è determinato da due fattori che hanno contribuito in maniera opposta: l'aumento delle emissioni legato alla continua crescita del parco veicolare e delle percorrenze è stato ampiamente compensato dall'adozione nei nuovi veicoli di *standard* emissivi sempre più stringenti³³.

In particolare, il rinnovo del parco automobilistico è stato decisivo per i significativi tassi di riduzione registrati per gli NO_x e COVNM nel periodo successivo al 1995.

Il rinnovo del parco circolante non è stato così decisivo per il PM₁₀, in quanto ha comportato un forte incremento delle autovetture a gasolio, caratterizzate da maggiori emissioni di PM₁₀ rispetto a quelle a benzina. Per quanto riguarda benzene e piombo, il problema della loro presenza nelle emissioni da trasporto è stato risolto (completamente per il piombo, quasi completamente per il benzene) grazie all'abbattimento del loro contenuto nelle benzine.

La crescente richiesta di mobilità, sia di merci sia di passeggeri, accompagna da sempre lo sviluppo di un paese e, negli ultimi tre decenni, in Italia la domanda di mobilità, insieme alla quota di trasporto stradale, è sempre aumentata.

Nel periodo 1990-2000 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata del 2,8% media annua (m.a.), a un tasso superiore all'incremento del PIL (+1,6% m.a., in euro 2000). Negli anni 2000-2008 tale domanda ha rallentato la sua crescita a un tasso dello 0,44% m.a., inferiore a quello del PIL (+0,74% m.a.) misurato a prezzi costanti. Questa crescente domanda di trasporto passeggeri è stata soddisfatta in modo preponderante dal trasporto privato, che nel 2008 ne costituisce l'80,8%, con il conseguente aumento del parco circolante. Già nel 1990 la sua quota era di circa l'80%.

Nel periodo 2000-2008, le varie modalità di trasporto sono tutte cresciute: il trasporto su ferro è aumentato dell'1,6%, quello su automobili del 5,9%, quello su autolinee del 9,3% e il numero degli atterraggi e decolli totali del 24,5%.

³³ Tali *standard* sono stati introdotti in Europa a cominciare dal 1° gennaio 1993 con la Direttiva 91/441/CE (Euro 1) fino al regolamento del 7 maggio 2007 della CE che introduce *standard* e date per Euro 5 e Euro 6



Per quanto riguarda il trasporto merci, la cui crescita è più direttamente correlata a quella economica, nel periodo 1990-2000, le t-km trasportate su distanze superiori a 50 km sono cresciute dell'1,2% m.a., a un tasso leggermente inferiore a quello del PIL; mentre nel periodo 2000-2008 sono cresciute dello 0,8% m.a., con un tasso simile al PIL.

Nonostante le diverse revisioni nella metodologia di rilevamento dei dati, intervenute nel periodo considerato, possano aver condizionato la coerenza dei dati, i mutamenti avvenuti nella struttura dei processi di produzione (*just in time*, delocalizzazione/ frammentazione della produzione nei paesi UE27) e nei modelli di consumo hanno sicuramente influito sull'aumento, superiore alla crescita del PIL, del traffico merci negli ultimi anni. Nel 2008, il trasporto su strada ha assorbito il 62,4% della domanda nazionale, la ferrovia l'11,9% e il cabotaggio il 21,4%. A queste stime va aggiunta la distribuzione delle merci (trasporti su distanze inferiori a 50 km) che si svolge esclusivamente su strada. L'unica stima disponibile per valutare l'impatto della distribuzione sono le percorrenze dei veicoli leggeri: pari a circa 3,5 volte quelle dei veicoli che trasportano le merci su distanze superiori a 50 km.

Le azioni volte al miglioramento della qualità dell'aria

Il D.Lgs. 155/2010 conferma l'obbligo per regioni/province autonome di predisporre un piano per la qualità dell'aria nel caso in cui i livelli superino un corrispondente valore limite o valore obiettivo, 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}. Il decreto stabilisce, inoltre, che regioni/province autonome devono adottare tutte le misure necessarie per garantire il rispetto dei valori obiettivo per l'arsenico, il nichel, il cadmio, il benzo(a)pirene e l'ozono, dell'obbligo di concentrazione dell'esposizione e dell'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione del PM_{2.5}.

La Direttiva 2008/50/CE, prendendo atto della difficoltà di molti paesi europei a rientrare nei limiti previsti per l'NO₂, il benzene e il PM₁₀ entro le scadenze temporali stabilite, ha introdotto la

Tra il 2000 e il 2008 il traffico merci, soprattutto su strada, è aumentato dello 0,8% m.a. (PIL +0,7%).

Qualora i limiti normativi siano superati, si deve adottare un piano di risanamento.

Possibilità di deroga all'entrata in vigore dei valori limite per PM₁₀, NO₂ e benzene.



Necessità di integrare le misure regionali e locali con un piano di risanamento nazionale.

possibilità di ottenere per determinate zone³⁴ o agglomerati³⁵, un'estensione del termine fissato per il raggiungimento dei valori limite; in particolare, una deroga di cinque anni (al massimo) rispetto al termine fissato per il conseguimento dei valori limite dell'NO₂ e del benzene, una deroga di tre anni (fino all'11 giugno 2011) all'obbligo di applicare i valori limite del PM₁₀.

Per ottenere la deroga lo Stato membro, oltre ad aver adottato tutte le opportune misure di risanamento a livello nazionale, regionale e locale, deve dimostrare che il superamento di tali limiti sia imputabile alle caratteristiche di dispersione specifiche del sito, a condizioni climatiche avverse o all'apporto di inquinanti transfrontalieri e deve predisporre un set di provvedimenti aggiuntivi in virtù dei quali risulti che entro il nuovo termine sarà possibile conformarsi ai valori limite. L'Italia ha presentato per il PM₁₀, nel corso del 2009, richiesta di deroga per 79 zone; la Commissione Europea ha concesso tale deroga solo per 6 zone localizzate in 5 regioni: Valle d'Aosta, Umbria, Marche, Lazio e Campania, giudicando insufficienti per tutte le altre le misure regionali e locali in assenza di un piano nazionale per la qualità dell'aria.

Tale piano è attualmente in fase di concertazione tra i Ministeri competenti³⁶ e prevede un set di misure quali:

- riduzione delle emissioni dal settore riscaldamento civile e industriale attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici pubblici; limitazioni alle emissioni e prescrizioni all'esercizio degli impianti industriali e civili oggetto della parte quinta del D.Lgs. 152/06, impianti di riscaldamento per uso civile alimentati a biomassa;

³⁴ Zona: parte del territorio delimitata ai fini della valutazione e della gestione della qualità dell'aria ambiente (art. 2, comma 1, D.Lgs. 155/2010)

³⁵ 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)

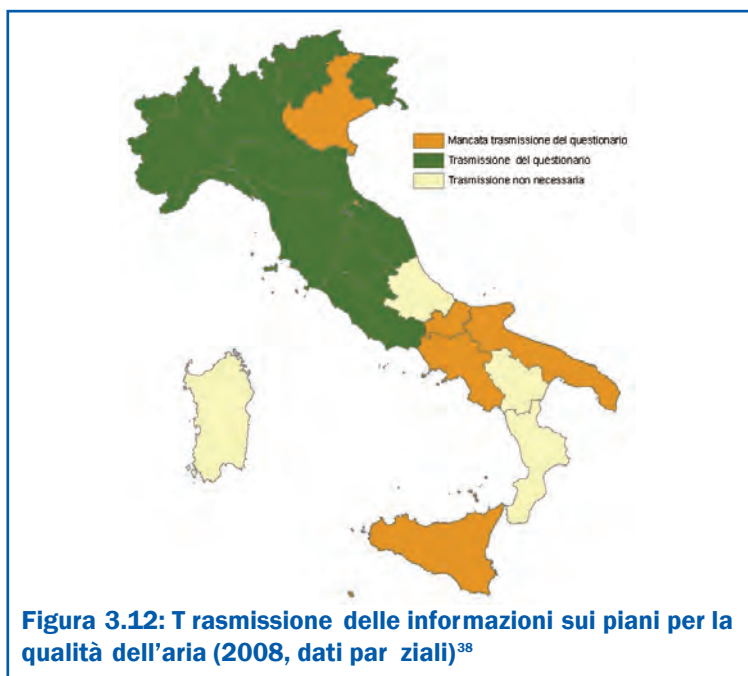
³⁶ Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare in collaborazione con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali e il Ministero dell'economia e delle finanze



- riduzione delle emissioni dal settore dei veicoli merci, di quelli adibiti al trasporto pubblico e ai servizi di pubblica utilità e dei pullman turistici, attraverso una combinazione di misure di limitazione della circolazione e di misure di incentivazione al ricambio di veicoli vetusti e all'acquisto di filtri antiparticolato;
- riduzione delle emissioni dal settore agricoltura attraverso misure che riguardano le modalità di spandimento dei fertilizzanti.

Secondo il D.Lgs. 155/2010, le regioni e le province autonome comunicano, al MATTM e all'ISPRA, le informazioni relative ai piani per la qualità dell'aria entro 18 mesi dall'anno in cui sono stati registrati i superamenti.

Come si evince dalla Figura 3.12, ad oggi³⁷, circa il 70% delle regioni/province autonome ha ottemperato all'obbligo di trasmissione per l'anno 2008.



Il 70% delle regioni/province autonome ha ottemperato all'obbligo di trasmissione per l'anno 2008.

³⁷ Dati aggiornati al 17 dicembre 2010

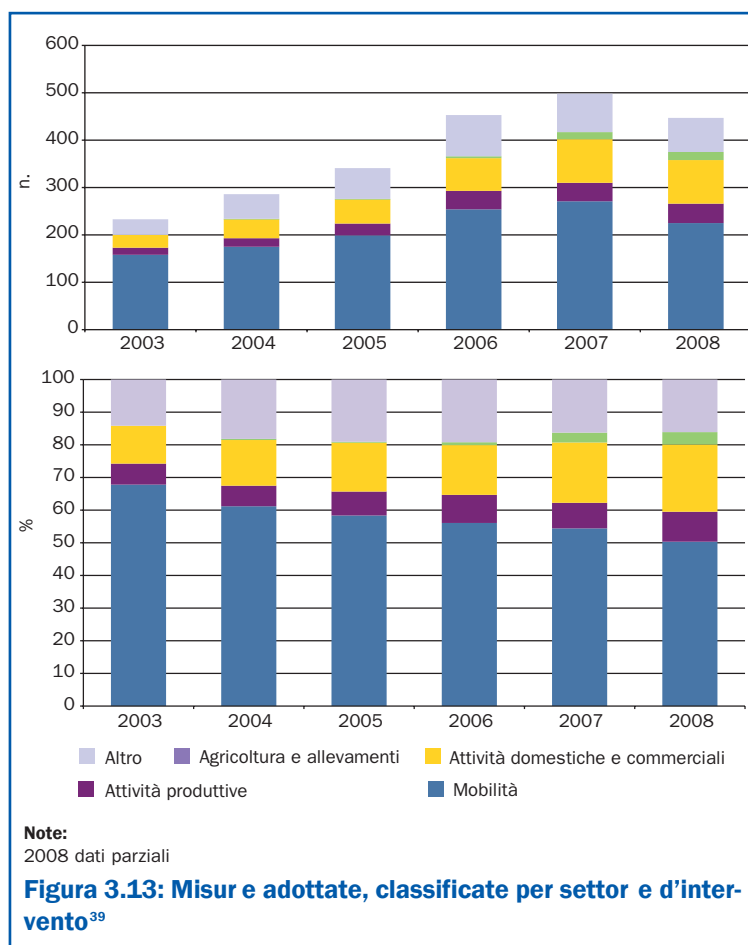
³⁸ Fonte: ISPRA



Incremento delle misure adottate nell'ambito di "attività domestiche e commerciali" e "attività agricole e allevamenti".

Aumentano i provvedimenti riguardanti le attività domestiche e commerciali e l'agricoltura, anche se gran parte di essi continua a interessare il settore trasporti.

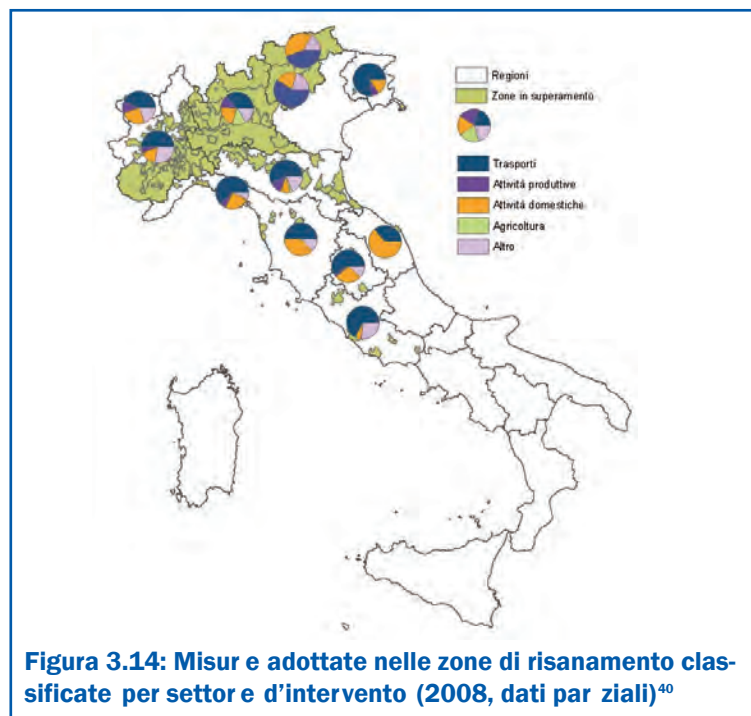
Dalle informazioni pervenute relative al periodo 2003-2008 risulta nel tempo (Figura 3.13) un incremento delle misure adottate nell'ambito dei settori "attività domestiche e commerciali" e "attività agricole e allevamenti", anche se la gran parte di esse riguarda sempre il settore "trasporti".



³⁹ Fonte: ISPRA



Nella Figura 3.14 si fornisce una rappresentazione cartografica delle zone in superamento, per il 2008, e delle relative misure di risanamento, aggregate per settore d'intervento.



Anche nel 2008, in tutte le zone di superamento, la maggior parte dei provvedimenti riguarda il settore dei trasporti.

Per definire ulteriormente le misure adottate da regioni e province autonome relativamente al 2008, sono state considerate le seguenti caratteristiche:

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

⁴⁰ Fonte: ISPRA



Nel 2008, il 48% dei provvedimenti è di tipo tecnico.

Nel 2008, la maggior parte delle misure è di tipo tecnico e agisce su fonti situate nella regione interessata.

Nel 2008, la maggior parte delle misure agisce a lungo termine ed è adottata a livello regionale.

- il livello amministrativo al quale la misura è attuata (locale, regionale o nazionale).

Nei casi in cui non è stato possibile definire le misure secondo le alternative sopraindicate, è stata utilizzata la voce “altro”.

Dall’analisi dei provvedimenti risulta che il 48% è di tipo tecnico (Figura 3.15) e il 40% agisce su fonti situate nella regione interessata (Figura 3.16).

Relativamente alla scala temporale e al livello amministrativo, nonostante la gran parte delle misure sia stata definita con la voce “altro”, si può comunque rilevare che il 33% di esse è a lungo termine (Figura 3.17) e il 42% è adottato a livello regionale (Figura 3.18).

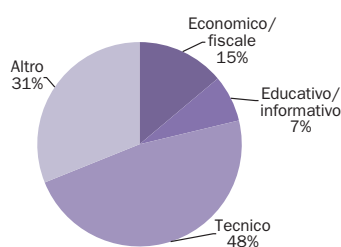


Figura 3.15: Tipologia di misure⁴¹

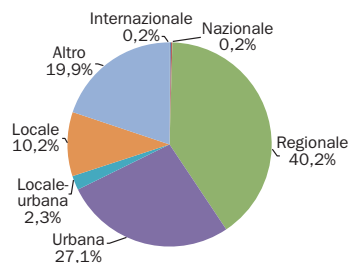


Figura 3.16: Scala spaziale delle fonti emittenti⁴²

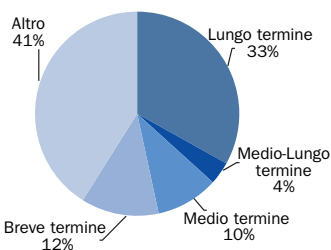


Figura 3.17: Scala temporale⁴³

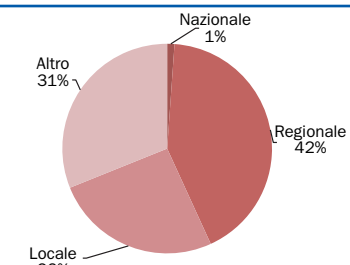


Figura 3.18: Livello amministrativo⁴⁴

⁴¹ Fonte: ISPRA

⁴² Fonte: *Ibidem*

⁴³ Fonte: *Ibidem*

⁴⁴ Fonte: *Ibidem*



Per fornire un quadro più dettagliato sui provvedimenti adottati nel settore dei trasporti, nell'ambito del quale ricade il maggior numero di interventi, sono state esaminate le informazioni relative al 2007 (data la non completezza delle informazioni disponibili per il 2008).

Per indicare i diversi ambiti d'intervento sono state individuate 12 tipologie:

- a) Promozione e diffusione di mezzi di trasporto pubblico a basso impatto ambientale.
- b) Incentivi per l'utilizzo del trasporto pubblico.
- c) Promozione e diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale.
- d) Interventi di limitazione alla circolazione veicolare.
- e) Promozione e diffusione di mezzi di trasporto merci a basso impatto ambientale.
- f) Regolamentazione della distribuzione delle merci.
- g) Redazione di Piani Urbani della Mobilità (PUM) o del Traffico (PUT).
- h) Misure di carattere strutturale per la mobilità.
- i) Interventi a favore della mobilità alternativa.
- l) Realizzazione di sistemi telematici di supporto della mobilità sostenibile.
- m) Interventi di moderazione della velocità e fluidificazione del traffico.
- n) Controllo dei gas di scarico – Bollino blu.

Le misure più adottate sono (Figura 3.19a):

- di carattere strutturale per la mobilità (h);
- per una mobilità alternativa all'utilizzo del mezzo privato individuale (i);
- la diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale (c).

Da quanto si evince dalla Figura 3.19b, le misure che favoriscono la diffusione di mezzi di trasporto, pubblico (a) e privato (c) a basso impatto ambientale sono state adottate dalla gran parte delle regioni/province autonome, seguite dagli interventi di limitazione alla circolazione veicolare (d) e dalle misure che promuovono una mobilità alternativa all'utilizzo del mezzo privato individuale (i).

La maggior parte dei provvedimenti continua a riguardare il settore dei trasporti.

Le misure più adottate sono di carattere strutturale e promuovono una mobilità alternativa.



Le misure di carattere strutturale e che promuovono una mobilità alternativa sono le più adottate nel settore trasporti.

Le misure che favoriscono la diffusione di mezzi di trasporto, pubblico e privato a basso impatto ambientale sono state adottate dalla gran parte delle regioni/province autonome.

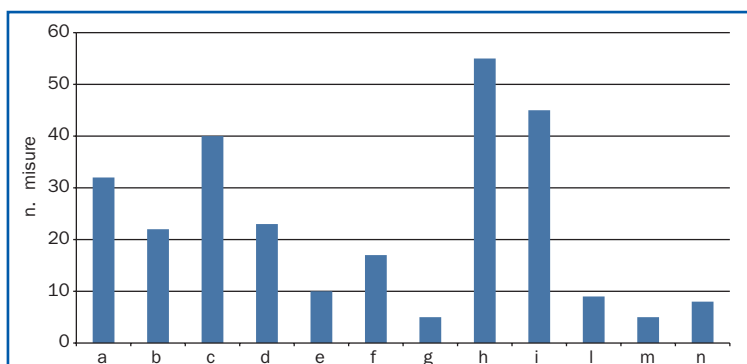


Figura 3.19a: Numero di misure adottate nel settore trasporti classificate per tipo di intervento

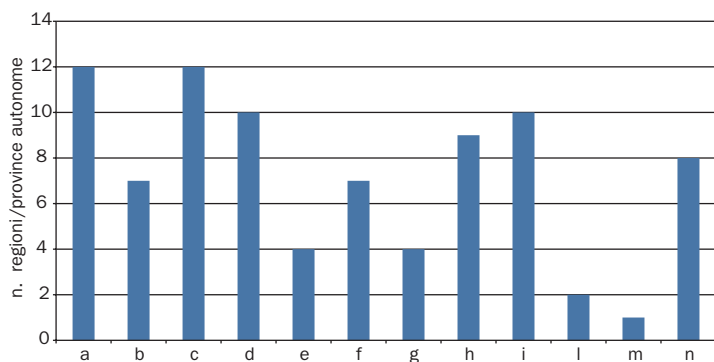


Figura 3.19b: Numero di regioni/province autonome in cui sono state adottate (2007) ⁴⁵

⁴⁵ Fonte: ISPRA