

# ARIA

**N**el corso degli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo miglioramento della qualità dell'aria delle nostre città. Le misure effettuate dalla rete di monitoraggio regionale evidenziano trend in diminuzione delle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici.

È noto, d'altra parte, come la Lombardia, e più in generale la Pianura Padana, siano caratterizzate da condizioni orografiche e meteorologiche particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. La presenza della barriera alpina e appenninica, a chiudere il bacino su ben tre lati, determina infatti condizioni atmosferiche peculiari. Il difficile passaggio delle perturbazioni provenienti dall'Atlantico, regimi dei venti tra i più bassi d'Europa, portano a scarsi ricambi della massa d'aria e, specie in inverno, a condizioni di inversione termica, con aria fredda più pesante vicino al suolo ed aria più calda in quota, che intrappolano gli inquinanti entro poche decine di metri dal suolo.

Nonostante ciò l'anidride solforosa, il monossido di carbonio, il piombo, il benzene, sono ormai da tempo rientrati nei limiti, mentre presentano ancora superamenti, le polveri sottili ( $Pm_{10}$  e  $Pm_{2,5}$ ), l'ozono ( $O_3$ ) e, in misura inferiore, il biossido di azoto ( $NO_2$ ), che sono perciò al centro delle attuali politiche di risanamento della qualità dell'aria.

Politiche che vengono adottate dagli organi di governo sulla base degli elementi conoscitivi raccolti sul territorio ad opera degli enti preposti ed in considerazione di fattori di compatibilità socio economica, allo scopo di garantire lo sviluppo sostenibile di una regione che già vanta emissioni pro capite e pro PIL (Prodotto Interno Lordo) in media inferiori a quelle della Unione Europea (sia a 27 che, pre-allargamento, a 15 Paesi).

Il biossido di azoto ( $NO_2$ ) è un gas di colore rosso bruno, di odore intenso e pungente. È un forte agente ossidante, reagisce violentemente con materiali combustibili e riducenti e in presenza di acqua è in grado di ossidare diversi metalli. Gli ossidi di azoto in generale ( $NO_x$ ), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, a elevate temperature, avviene tra l'azoto e l'ossigeno contenuto nell'aria. La fonte principale rimane il traffico veicolare, sebbene non siano trascurabili le combustioni di origine industriale, quelle derivanti dalla produzione di energia elettrica e le emissioni originate dal riscaldamento domestico. L' $NO_2$  è un inquinante per lo più secondario e si forma in gran parte per l'ossidazione del monossido di azoto prodotto durante i processi di combustione. Svolge un ruolo fondamentale nella formazione di un insieme di inquinanti atmosferici, complessivamente indicati con il termine di "smog fotochimico", tra i quali l'ozono e i nitrati che si ritrovano nel particolato.







## NO<sub>2</sub> : CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA NELLE STAZIONI URBANE DI FONDO E DI TRAFFICO DELLA REGIONE LOMBARDIA

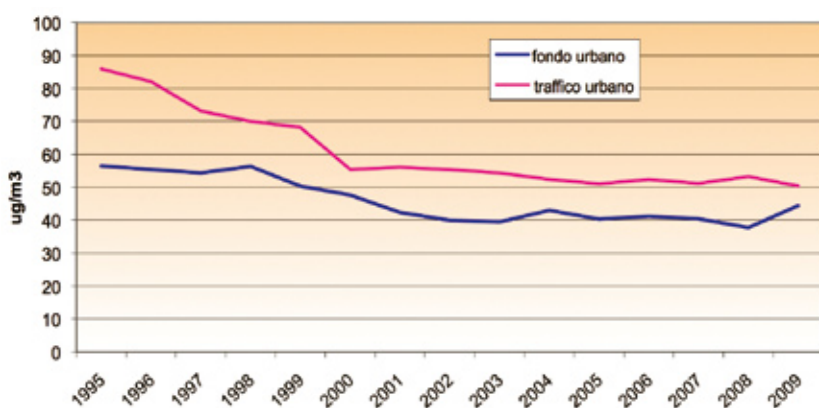


Fig. 01

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

Per quanto riguarda i possibili effetti sulla salute, l'NO<sub>2</sub> può esercitare un'azione irritante sulla mucosa degli occhi, del naso, della gola ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, irritazioni).

I livelli delle concentrazioni medie annuali, recentemente più stabili, hanno fatto registrare una netta riduzione a partire dagli anni '90, a seguito delle minori emissioni dovute all'evoluzione tecnologica del parco veicolare e degli impianti di produzione di energia elettrica, oltre che alla trasformazione degli impianti termici civili. In alcune aree della regione, tuttavia, si riscontrano ancora valori medi annui superiori a quelli indicati dalla normativa per la protezione della salute (il D.Lgs. 155/2010 fissa in 40 µg/m<sup>3</sup> il valore medio annuo da raggiungere entro il 1° gennaio 2010).

Le centraline della qualità dell'aria, secondo i criteri dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), vengono classificate in base alla tipologia della stazione - da traffico (T), industriale (I), da fondo o background (B) - e in base all'area di ubicazione - Urbana (U), Suburbana (S) o Rurale (R).

L'osservazione dell'andamento negli ultimi quindici anni delle concentrazioni del biossido di azoto nelle stazioni urbane da traffico (TU) e nelle stazioni urbane di fondo (FU) - più rappresentative della realtà cittadina - conferma, con riferimento alle medie annue, la criticità dei livelli di biossido di azoto registrati nelle stazioni di traffico urbano, che restano stabilmente al di sopra della soglia di legge.

Per quanto riguarda invece il limite orario stabilito dalla normativa, pari a 200 µg/m<sup>3</sup> da non oltrepassare più di diciotto volte all'anno (obiettivo da raggiungere entro il 1° gennaio 2010), i dati del 2009 evidenziano superamenti limitatamente a Milano e provincia, Bergamo, Brescia e Monza.

I valori più alti si registrano in genere in periodi di tempo stabile e ristagno atmosferico, caratteristico della stagione invernale, oppure in estate, quando l'attività fotochimica è intensa.

L'ozono troposferico(O<sub>3</sub>) si forma a seguito di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera tra i precursori (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili); tali reazioni sono favorite da intenso irraggiamento e temperature elevate, condizioni che si verificano tipicamente nei mesi estivi: le concentrazioni di ozono sono quindi tendenzialmente più elevate nelle ore pomeridiane da maggio a settembre, in funzione delle condizioni meteorologiche.

In quanto non direttamente emesso, l'ozono costituisce un tipico inquinante secondario. I suoi precursori vengono prodotti in particolare da processi di combustione civile e industriale, da processi che utilizzano o producono sostanze chimiche volatili, come solventi e carburanti, oltre che dal traffico veicolare. L'ozono è un forte ossidante e pertanto può attaccare i tessuti dell'apparato respiratorio. Può inoltre provocare danni alla vegetazione, limitandone ad esempio l'attività di fotosintesi e la crescita.

## APPROFONDIMENTO NORMATIVO

# IL DECRETO LEGISLATIVO 155 DEL 2010

Il Decreto Legislativo n°155 del 13/08/2010 recepisce la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE, istituendo a livello nazionale un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, il Decreto prevede la suddivisione del territorio nazionale in zone e agglomerati (zonizzazione) sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite dei diversi inquinanti. Il Decreto richiede un riesame delle attuali zonizzazioni del territorio italiano, di competenza delle Regioni e Province autonome, in modo da introdurre criteri più omogenei rispetto a quanto fatto finora dalle Regioni.

Per valutare la qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati, si prevede la possibilità di integrare le misurazioni in siti fissi, che sono obbligatorie, con tecniche di modellizzazione, che consentono ad esempio di valutare la qualità dell'aria laddove non sono presenti stazioni di misura.

Il Decreto stabilisce i criteri per l'ubicazione su macroscale e microscale dei siti fissi di campionamento e il loro numero per ciascuna zona o agglomerato.

La valutazione della qualità dell'aria è il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti dal Decreto.

Il Decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo,  $PM_{10}$  e introduce per la prima volta un valore limite per il  $PM_{2,5}$ , pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da raggiungere entro il 31.12.2015.

Per quest'ultimo inquinante fissa inoltre l'obiettivo di riduzione nazionale dell'esposizione: la media delle concentrazioni di  $PM_{2,5}$  misurate in aree urbane e rappresentative dell'esposizione media della popolazione, deve diminuire di una percentuale prefissata dal triennio 2008-2010 al triennio 2018-2020 anche laddove si avessero valori inferiori al valore limite.

Il Decreto fissa inoltre i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, e i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Rispetto alla tempistica entro cui i valori limite devono essere raggiunti, conformemente a quanto previsto dalla norma europea, è introdotta la possibilità di derogare ai limiti di  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  e benzene per un periodo di tempo limitato, se è stato attuato un piano di risanamento completo e, per il  $PM_{10}$ , se sussistono condizioni meteorologiche sfavorevoli.

È richiesto, inoltre, che in alcune stazioni venga misurata non solo la massa del particolato atmosferico, ma anche la sua composizione, al fine di poter stimare in modo più approfondito la sua pericolosità e le dinamiche di formazione, valutando meglio il contributo delle principali sorgenti e misurando i composti tossicologicamente più rilevanti.

Il Decreto stabilisce che, per le zone in cui i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore limite o un valore-obiettivo, le Regioni debbano provvedere a predisporre piani per la qualità dell'aria, al fine di conseguire il relativo valore limite o valore-obiettivo predefinito. Per le aree, invece, in cui i livelli di inquinanti sono inferiori ai valori limite, le Regioni devono adottare le misure necessarie per preservare la migliore qualità dell'aria che risulti compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Il Decreto individua vari ambiti di lavoro possibili. I settori in cui le Regioni possono intervenire per ridurre i livelli degli inquinanti sono tra l'altro: il traffico veicolare, ad esempio con provvedimenti di limitazione alla circolazione; le attività industriali, con l'imposizione di limiti emissivi mirati; l'utilizzo dei combustibili, ad esempio con la limitazione dell'uso delle specie più inquinanti in impianti di riscaldamento; le attività agricole, con una più puntuale normazione delle modalità di fertilizzazione e di spandimento reflui; la combustione delle legna per riscaldamento, con limitazioni all'uso in funzione delle caratteristiche delle stufe e dei camini.

Oltre ai piani di intervento strutturali, sono previsti dei piani d'azione a breve termine che devono però essere limitati ad episodi non prevedibili e di tipo emergenziale.

Il Decreto stabilisce infine che si debba provvedere a informare adeguatamente e sistematicamente il pubblico in merito alla qualità dell'aria, fornendo tra l'altro informazioni sulle concentrazioni degli inquinanti atmosferici e sui superamenti registrati.

## O<sub>3</sub> : DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE MEDIE ANNUALI DI OZONO SUL TERRITORIO LOMBARDO NEL 2009

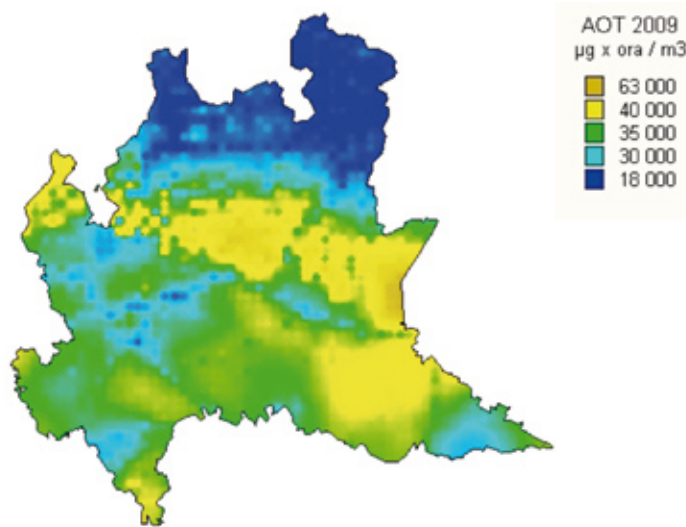


Fig. 02

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA  
MEDIANTE IL SISTEMA  
ARIA REGIONAL

Poiché nelle aree urbane vengono emesse grandi quantità di ossidi di azoto e di idrocarburi e l'ozono si forma in atmosfera durante il trasporto di masse d'aria che contengono questi inquinanti (precursori), le concentrazioni più elevate di ozono si ritrovano nelle zone suburbane e sottovento rispetto alle aree di emissione degli inquinanti primari. In Lombardia, a causa dei rilievi posti nell'area a nord della regione, vi è un regime di brezze che soffia da sud durante il giorno; pertanto, masse d'aria cariche di inquinanti dalle aree urbane si spostano verso la zona prealpina e alpina, dove si può verificare un innalzamento delle concentrazioni di ozono. Seppure su scala ridotta, un fenomeno analogo si riscontra anche nella zona dell'Oltrepò.

Per quanto riguarda l'esposizione della vegetazione all'ozono si utilizza come indicatore l'AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb), calcolato sul periodo maggio-luglio, sommando le concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb (circa 80 µg/m<sup>3</sup>) tra le ore 8.00 e le 20.00. Il Decreto Legislativo 183/04, oggi sostituito dal 155/2010, fissa per l'AOT40 il valore bersaglio di 18.000 µg\*h/m<sup>3</sup> come media su 5 anni. In Lombardia tale soglia viene generalmente superata.

Le strategie di contenimento dell'ozono trovano i maggiori ostacoli nella mancata linearità della risposta tra riduzione della concentrazione dei precursori e riduzione della concentrazione dell'ozono stesso e nello scenario di vasta area che caratterizza la formazione e il trasporto di questo inquinante. In alcuni casi, infatti, si assiste al fenomeno per cui, pur di fronte ad una riduzione dei precursori le concentrazioni di ozono possono non scendere o addirittura aumentare.

Il particolato atmosferico (particulate matter, PM) è misurato in regione Lombardia a partire dalla fine degli anni '70; da allora ad oggi la misura è stata raffinata passando dal particolato totale sospeso al particolato fine PM<sub>10</sub> (avente diametro inferiore a

10 micron), indicatore più significativo ai fini della protezione della salute umana. L'importanza sanitaria del particolato fine deriva dal fatto che queste particelle sono in grado di penetrare attraverso le vie aeree e di depositarsi nell'apparato respiratorio. Tuttavia, la capacità delle polveri di provocare effetti dannosi alla salute dipende non solo dalla dimensioni delle particelle, e quindi dalla profondità di penetrazione nell'apparato respiratorio, ma anche dalla loro composizione, in particolare dalla presenza di metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (IPA).





**PM<sub>10</sub> : CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA NEI CAPOLUOGHI DI PROVINCIA.**  
 DATI DELLE STAZIONI DI FONDO URBANO, OVE DISPONIBILI

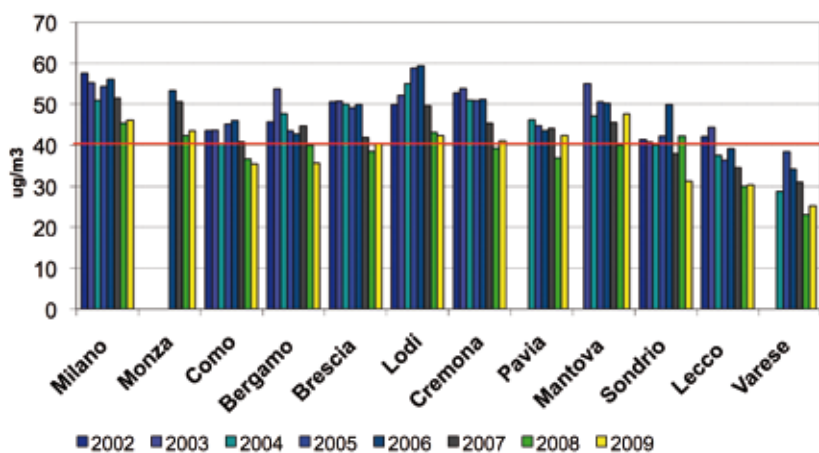


Fig. 03

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

**PM<sub>10</sub> : NUMERO DI SUPERAMENTI DEL LIMITE RIFERITO ALLA MEDIA GIORNALIERA**  
**NEI CAPOLUOGHI DI PROVINCIA**

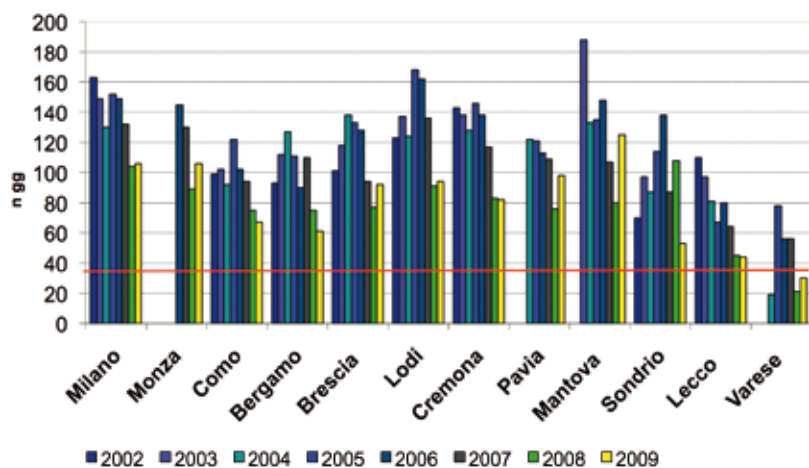


Fig. 04

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

## PM<sub>10</sub> : MASSIMA MEDIA GIORNALIERA MISURATA NEL PERIODO INVERNALE (15 OTTOBRE — 15 APRILE) NEI CAPOLUOGHI DI PROVINCIA

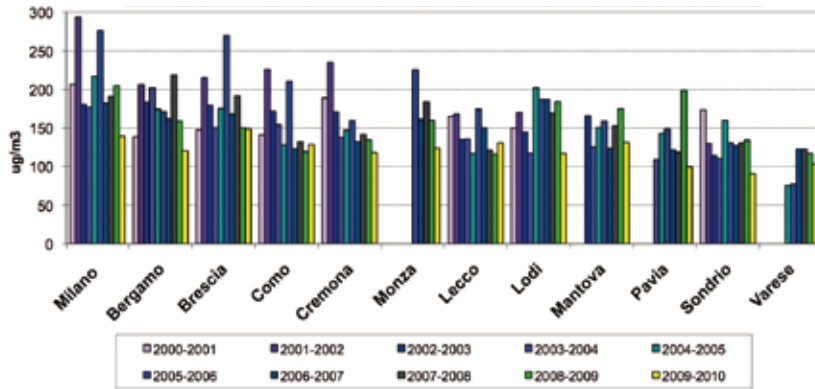


Fig. 05

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

Le principali fonti antropiche del particolato fine sono rappresentate dal traffico veicolare e dai processi di combustione. Il PM<sub>10</sub> è in parte emesso direttamente come inquinante primario e in parte si forma in atmosfera a seguito di reazioni chimiche tra composti gassosi (inquinante secondario).

L'andamento della concentrazione media annua rilevata dal 2002 al 2009 nei capoluoghi lombardi mostra una complessiva tendenza alla riduzione, con livelli che attualmente rispettano il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> nella fascia pedemontana, che per posizione geografica gode di un regime anemologico e di condizioni di rimescolamento dell'aria più favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Il limite giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di trentacinque volte all'anno) nel 2009 risulta invece superato in tutti i capoluoghi regionali, fatta eccezione per Varese.

Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> nell'aria dipendono, oltre che dalle emissioni, anche dalle condizioni meteorologiche che si verificano nel corso dell'anno, in particolare dalla piovosità e dal perdurare di situazioni di forte stabilità atmosferica. I livelli di PM<sub>10</sub> seguono generalmente un andamento stagionale: i periodi più critici si concentrano di norma nei mesi autunnali ed invernali, caratterizzati da condizioni di tempo stabile, calme di vento e assenza di precipitazioni. Dal confronto fra i capoluoghi di provincia negli ultimi dieci anni si può osservare una diminuzione diffusa dei valori massimi raggiunti: nel periodo autunno-inverno 2009-2010 la massima media giornaliera è sempre stata inferiore a 150 µg/m<sup>3</sup>, mentre negli anni precedenti sono stati misurati valori anche superiori a 250 µg/m<sup>3</sup>.

La qualità del PM<sub>10</sub>, nelle diverse località della regione, ha caratteristiche mediamente coincidenti. Avvicinandosi alle fonti emissive, tuttavia, si ritrovano alcune componenti legate alle specificità locali. Tra le sorgenti responsabili dell'emissione dei composti più tossici vanno ricordati: la cattiva combustione della legna in alcune tipologie di apparecchi, le emissioni diesel in prossimità di flussi viari percorsi dai cosiddetti mezzi pesanti, alcune attività industriali (acciaierie, raffinerie ...).

L'analisi della qualità del particolato conferma che le principali sostanze di cui è composto sono comuni nelle diverse zone (ad esempio solfato e nitrato di ammonio, soprattutto nella Pianura Padana). Si assiste poi ad un aumento del materiale terrogeno risollevato avvicinandosi alle strade, mentre si riscontra un aumento del benzo(a)pirene (idrocarburo policiclico aromatico, IPA, cancerogeno) in prossimità delle vie caratterizzate da traffico elevato o nelle vallate ove è ancora molto diffuso l'utilizzo della legna per riscaldamento.

Se prendiamo in considerazione la sola Milano e le concentrazioni di elementi tossici rilevanti nel PM<sub>10</sub> nell'ultimo decennio, è in particolare ben evidente il trend in discesa del bromo (Br) e del piombo (Pb), connesso alla accresciuta qualità delle benzine; del nichel (Ni) e del vanadio (V), legato al divieto di uso dell'olio combustibile per il riscaldamento domestico e al miglioramento delle emissioni dei processi produttivi; dello zolfo (S), grazie ad una qualità superiore del gasolio per autotrazione e per riscaldamento e, ancora, alla diminuzione di uso di olio combustibile.

La normativa nazionale (D.Lgs. 152/07, oggi sostituito dal 155/2010) ha recentemente introdotto la misura di arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) nella frazione PM<sub>10</sub> del particolato, stabilendo un valore obiettivo della concentrazione media annuale da raggiungere entro il 2012 e, tra gli IPA, ha stabilito per il solo benzo(a)pirene B(a)P un limite di 1 ng/m<sup>3</sup>.

Secondo quanto previsto dalla legge, a partire dall'anno 2008 sono stati quindi avviati i rilievi di questi inquinanti. Prendendo in considerazione tutti i metalli normati (D.Lgs. 155/2010), si osservano concentrazioni ben al di sotto dei limiti fissati, ad esclusione del benzo(a)pirene, che supera invece il valore obiettivo al 2012 nelle aree in cui vi è ancora un ricorso consistente alla combustione della legna (Darfo, Meda e Sondrio).

Come già accennato, tra le principali fonti emissive di PM<sub>10</sub> primario e di Idrocarburi Policiclici Aromatici va evidenziato l'utilizzo della legna in apparecchi per il riscaldamento quali stufe e caminetti.



### ELEMENTI NEL PM<sub>10</sub> MISURATI A MILANO NEL MESE DI GENNAIO.

(\*) OVE INDICATO I VALORI SONO MOLTIPLICATI PER 10 — 20 — 50 — 100 PER MAGGIORE LEGGIBILITÀ DI SCALA

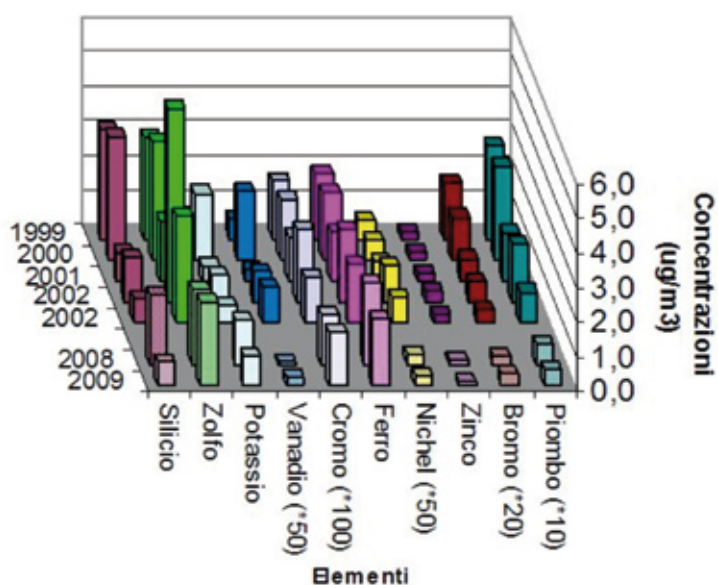


Fig. 06

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

### RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI PM<sub>10</sub> PRIMARIO DA IMPIANTI TERMICI CIVILI PER TIPOLOGIA DI COMBUSTIBILE IN REGIONE LOMBARDIA

Combustibile	% calore prodotto	FE PM10 (g/GJ)	PM10 (t/anno)	% emissione
gasolio	6,9 %	5,0	87	1,5 %
GPL	2,7 %	0,2	1,4	0,02 %
metano	82,8 %	0,2	42	0,8 %
legna	7,7 %	283,7	5.511	97,7 %

Fig. 07

fonte dei dati  
INEMAR anno 2007

## PM<sub>2,5</sub> : CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA IN LOMBARDIA

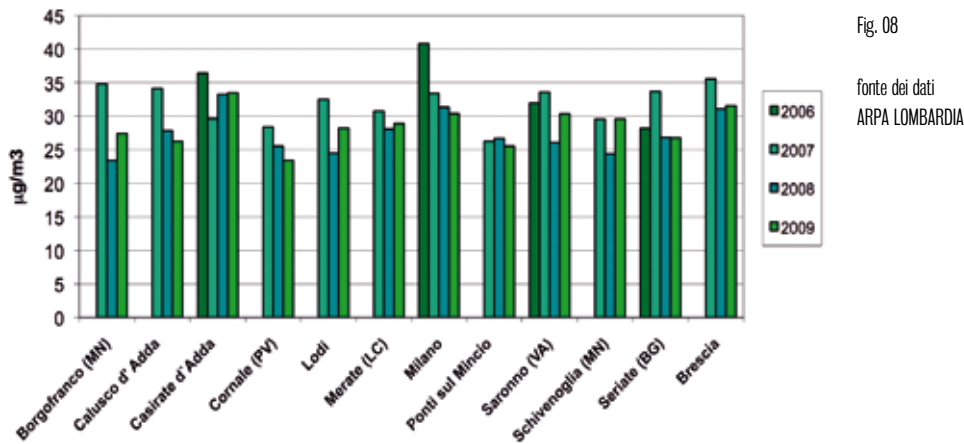


Fig. 08

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

L'inventario delle emissioni INEMAR indica infatti, tra i diversi combustibili da riscaldamento domestico, un contributo emissivo di PM<sub>10</sub> primario pari al 97,7%, dovuto alla combustione della legna, a fronte di un apporto termico del 7,7%. Anche prendendo in considerazione le altre fonti antropiche, la legna si evidenzia in assoluto come una fonte importante di PM<sub>10</sub> primario, seconda solo alla emissione del diesel (traffico + off road).

Va precisato che nella combustione della legna esiste una grande variabilità delle emissioni. Ciò è dovuto a molteplici fattori, legati sia all'apparecchiatura che alle diverse essenze della legna, al contenuto in umidità e alle fasi transitorie quali quella di accensione, di spegnimento, l'aggiunta di pezzi, la regolazione delle serrande, la pulizia dell'apparecchio e delle canne fumarie.

Il rilevante contributo della combustione della legna alle emissioni trova conferma quando si va ad analizzare la composizione del PM<sub>10</sub> atmosferico. Due diversi studi condotti in Regione, uno da parte del JRC di Ispra e l'altro da ARPA, in collaborazione con Università ed enti di ricerca (progetto PARFIL), hanno permesso di evidenziare, sul totale del PM<sub>10</sub> respirato dalla popolazione, contributi consistenti durante la stagione invernale: dell'ordine del 10% a Milano e ben superiori in aree più direttamente interessate dall'uso della legna come combustibile.

In Lombardia, a partire dal 2006, il monitoraggio sistematico del PM<sub>2,5</sub> ha affiancato quello ormai storico del PM<sub>10</sub>, di cui rappresenta una frazione mediamente pari, nell'area di Milano, al 67%. Questa categoria di particolato, che corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2,5</sub>) è in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari), laddove il PM<sub>10</sub> arriva invece alle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe). La recente Direttiva europea 2008/50/CE, recepita in Italia dal D.Lgs. 155/2010, ha stabilito per la me-



dia annuale del PM<sub>2,5</sub> il valore limite di 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 2015. Ad oggi, in Lombardia, le concentrazioni medie annue misurate oscillano, nelle diverse province, tra i 25 e i 35 µg/m<sup>3</sup>.

# QUALITÀ DELL'ARIA E METEOROLOGIA

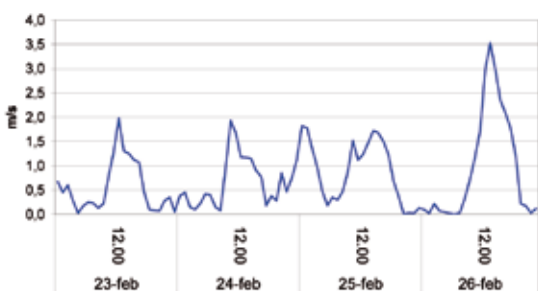
I livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono, oltre che dall'entità e dalla tipologia delle emissioni, dalle condizioni meteorologiche che influiscono direttamente sui meccanismi di diffusione, dispersione e rimozione degli stessi. A parità di condizioni emissive, è proprio la meteorologia a favorire l'accumulo degli inquinanti: gli episodi acuti, infatti, si manifestano soprattutto con regimi di stabilità atmosferica, caratterizzati da calma di vento e inversione termica.

La peculiarità del Bacino Padano è connessa ad una situazione meteorologica particolarmente sfavorevole alla dispersione. Nelle zone della Pianura Padana, infatti, la velocità media del vento è spesso inferiore ad un metro al secondo (m/s); laddove, in condizioni di vento più sostenute, superiori a 2,5 m/s, il numero dei superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> decresce significativamente.

Una ulteriore condizione che si verifica frequentemente è quella dell'inversione termica, un particolare fenomeno atmosferico e meteorologico in cui risulta invertito il normale gradiente termico verticale, solitamente negativo (la temperatura dell'aria che diminuisce all'aumentare della quota altimetrica), con aria più calda all'aumentare dell'altitudine (gradiente termico positivo). Ciò può accadere sia in quota per effetto di subsidenza atmosferica, che al suolo per effetto dell'irraggiamento terrestre notturno. Le inversioni termiche al suolo sono più frequenti e intense durante la stagione invernale, i periodi di alta pressione e scarsa circolazione dell'aria: nelle notti serene e con assenza di vento, a causa della rapida perdita di calore per irraggiamento degli strati prossimi al suolo, si forma un cuscinetto di aria fredda a basse quote. L'inversione termica genera uno strato fortemente stabile rispetto alla convezione, limitando così ogni rimescolamento verticale dell'aria.

Non appena l'inversione si rompe, anche in Pianura Padana, seppure in pieno inverno, le concentrazioni di PM<sub>10</sub>, da valori anche superiori a 150 µg/m<sup>3</sup>, diminuiscono e si portano a valori inferiori al limite di legge. Esplicativo al riguardo è l'episodio rilevato a Milano dal 23 al 26 febbraio 2009. Pur con un vento a terra sempre modesto (fig. 9), nella notte tra il 24 e il 25 febbraio le concentrazioni di PM<sub>10</sub> sono bruscamente calate da valori orari superiori a 150 µg/m<sup>3</sup> a valori inferiori a 50 µg/m<sup>3</sup> (fig. 10). La ragione di tale decrescita è da ricercarsi nella rottura dell'inversione termica realizzatasi nella notte tra il 24 ed il 25 (fig. 11 e 12). Purtroppo le condizioni tipiche dell'inverno padano sono prevalentemente assimilabili a quelle del giorno 24.

## MILANO LAMBRATE VELOCITÀ DEL VENTO MEDIA ORARIA



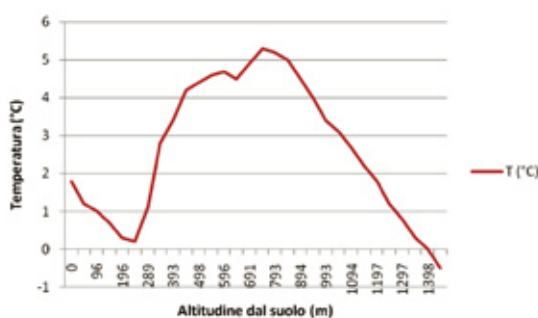
## MILANO VERZIERE CONCENTRAZIONE DI PM<sub>10</sub> MEDIA ORARIA



Fig. 9 e 10

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

## ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA CON LA QUOTA, IL 24/02/09 H 12 A MILANO LINATE.



## ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA CON LA QUOTA, IL 25/02/09 H 12 A MILANO LINATE.

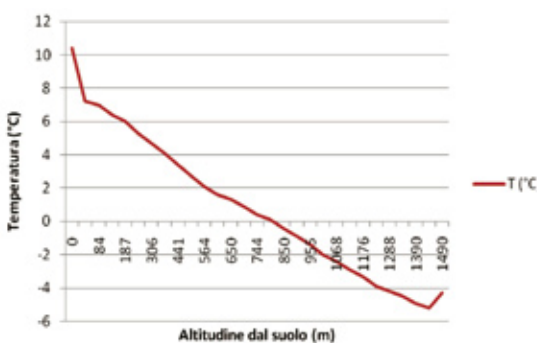


Fig. 11 e 12

fonte dei dati  
ARPA LOMBARDIA

UNO STRATO DI INVERSIONE TERMICA A PARTIRE DA CIRCA 200M DA TERRA IMPEDISCE IL RIMESCOLAMENTO DELLA MASSA D'ARIA SOTTOSTANTE

LA TEMPERATURA DIMINUISCE CON LA QUOTA