

# 8 ■ ATMOSFERA



L'alterazione della composizione dell'atmosfera rappresenta un elemento di grande attenzione per i decisori e per la cittadinanza a causa degli effetti che può produrre sul benessere della popolazione e degli ecosistemi nonché sull'integrità dei beni materiali.

Gli effetti delle emissioni in atmosfera, sia in relazione al movimento delle masse d'aria che alla natura totalmente o parzialmente secondaria di alcuni inquinanti, si sviluppano su differenti scale spaziali. Così, ad esempio, la presenza di  $PM_{10}$  riveste un forte significato a scala di bacino aerologico in quanto i livelli misurati sono imputabili alle emissioni prodotte all'interno di tutto il bacino; la presenza di sostanze acidificanti – che interagiscono principalmente con gli ecosistemi lacustri e forestali – riguarda dimensioni subcontinentali; la diffusione dei gas climalteranti si relaziona invece con i cambiamenti climatici, problema di rilevanza globale.

Per risolvere le problematiche dell'atmosfera è quindi necessario avvalersi di più strumenti conoscitivi, ognuno dei quali finalizzato ad indagare un aspetto specifico; la normativa vigente prevede che la valutazione e la gestione della qualità dell'aria avvengano mediante il monitoraggio della qualità dell'aria con stazioni fisse e mobili, mediante la valutazione quantitativa delle emissioni e attraverso lo studio della dispersione degli inquinanti.

## PER RISOLVERE LE PROBLEMATICHE DELL'ATMOSFERA È NECESSARIO AVVALERSI DI PIÙ STRUMENTI CONOSCITIVI, OGNUNO DEI QUALI FINALIZZATO AD INDAGARE UN ASPETTO SPECIFICO

La Rete di rilevamento della Qualità dell'Aria della Lombardia è attualmente composta da 151 stazioni fisse, che per mezzo di analizzatori automatici forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente a cadenza oraria). I valori registrati dalle centraline fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne di misura realizzate mediante 20 laboratori mobili e 57 campionatori gravimetrici destinati al rilevamento del solo particolato fine. L'insieme di queste informazioni consente di monitorare dettagliatamente l'andamento spaziale e temporale dell'inquinamento atmosferico sul territorio regionale.

Negli ultimi anni si è registrato un sensibile miglioramento della qualità dell'aria per alcuni inquinanti grazie all'effetto congiunto di più fattori. La trasformazione degli impianti termici civili (dall'utilizzo di olio a quello di gasolio e poi di gas naturale) ha notevolmente contribuito – insieme ai processi di trasformazione del ciclo produttivo delle centrali termoelettriche a turbogas – alla riduzione dei livelli di  $NO_2$  (biossido d'azoto) nonché alla drastica riduzione dei livelli di  $SO_2$  (biossido di zolfo), dovuti anche alla concomitante progressiva diminuzione del contenuto di zolfo nei combustibili. L'evoluzione tecnologica del parco veicolare circolante e l'introduzione della marmitta catalitica hanno invece favorito la diminuzione sia dei livelli di  $NO_2$  e CO (monossido di carbonio) che di benzene. Infine, l'adozione delle migliori tecnologie nei processi produttivi



derivata dalle richieste del D.P.R. 203/1988 e la delocalizzazione delle industrie pesanti sono fra le ragioni principali del decremento dagli anni '70 ai '90 delle concentrazioni di particolato totale sospeso (PTS, di cui viene monitorata la frazione fine PM<sub>10</sub> dal 1998).

Nonostante l'efficacia delle azioni già intraprese, il risanamento dell'aria rimane un problema tuttora aperto dal momento che permangono nel territorio regionale aree in cui non vengono rispettati i nuovi limiti di qualità

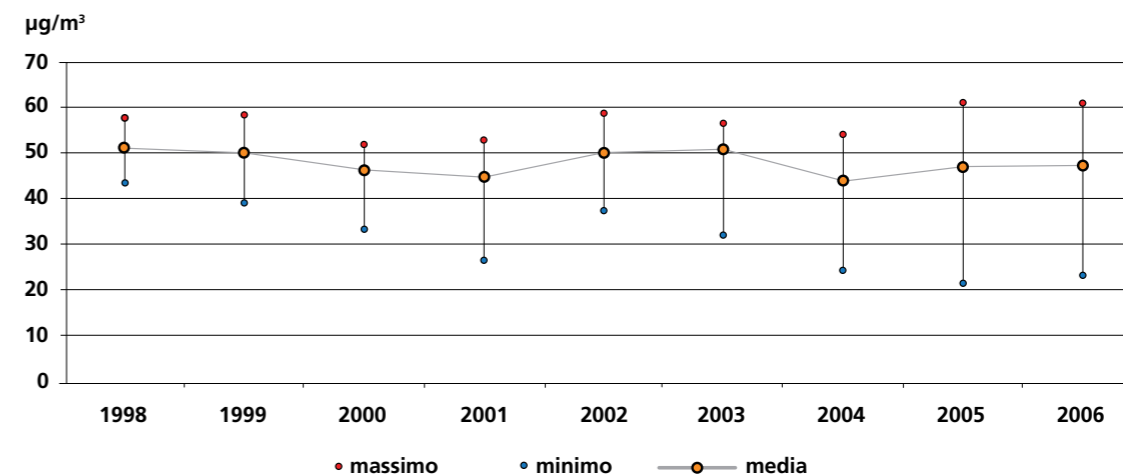
dell'aria per PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e – limitatamente al periodo estivo – per O<sub>3</sub> (ozono). La Regione Lombardia ha perciò messo in atto – oltre ad una serie di misure finalizzate al contenimento di episodi critici – un pacchetto di interventi finalizzati alla progressiva diminuzione dell'apporto emissivo degli inquinanti dai trasporti e dal settore energetico, misure ed interventi operativi racchiusi nella L.R. 24/2006.

Preso atto dell'importanza – nella formazione del particolato sospeso – del contributo dei fenomeni meteo-dispersivi che avvengono su vasta scala, specie in un bacino aerologico chiuso come quello padano, la Regione Lombardia ha promosso un accordo interregionale a cui partecipano tutte le Regioni del bacino padano. Le attività svolte dai tavoli tecnici attivati nell'ambito di tale accordo hanno permesso l'avvio di una proficua condivisione di conoscenze, finalizzata ad una sinergia di azioni sul bacino di interesse comune.

Per quanto concerne gli aspetti metodologici, in Lombardia la valutazione dei temi connessi alla qualità dell'aria viene effettuata secondo le indicazioni della normativa. Come previsto dal D.Lgs. 351/1999 e dal D.M. 261 del 1 ottobre 2002, le misure della rete di rilevamento vengono affiancate dai risultati dell'inventario regionale delle emissioni – aggiornato con cadenza biennale a partire dal 2001 – e dai risultati delle simulazioni modellistiche di livello regionale o sovregionale. Uno dei risultati dell'utilizzo complementare dei tre strumenti (reti, inventario e modelli) è la recente revisione della zonizzazione del territorio regionale, vale a dire la suddivisione in zone e agglomerati finalizzata al conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente (D.G.R. 5290/2007) che ha validità dal mese di agosto del 2007. Sul territorio regionale si distinguono quindi 5 differenti zone (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>).



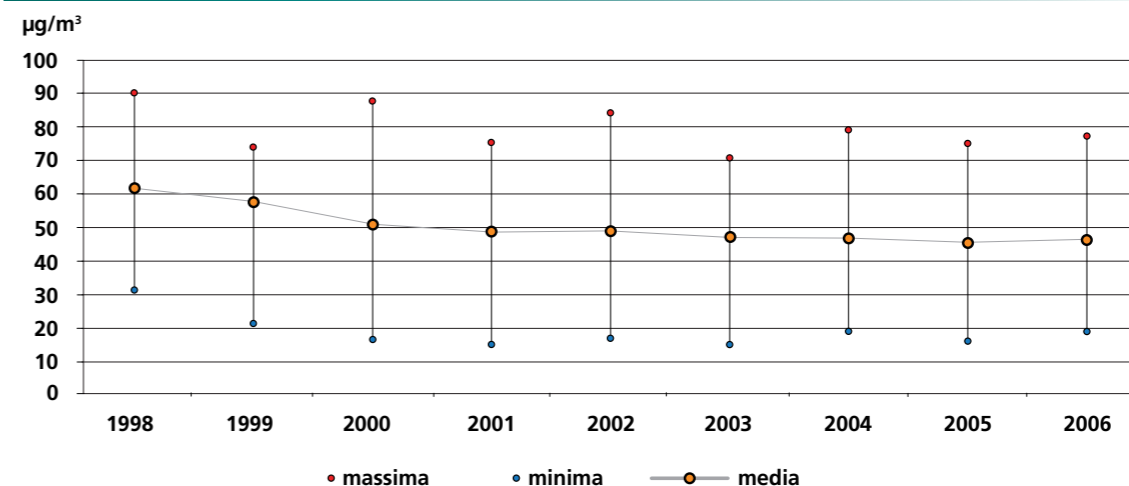
PM<sub>10</sub> nelle stazioni di fondo urbano



In Lombardia il particolato viene misurato dal 1977: da allora ad oggi la misura è stata adeguata all'evoluzione della normativa passando nel 1998 dal particolato totale sospeso al particolato fine PM<sub>10</sub> (avente diametro inferiore a 10 µm) in quanto quest'ultimo risulta essere un indicatore più utile per la protezione della salute umana. Attualmente sul territorio regionale sono installati 61 analizzatori automatici di PM<sub>10</sub> di cui il 30% posto in siti di fondo urbano, ossia in località non direttamente influenzate da sorgenti specifiche di particolato fine e pertanto utili per la valutazione dell'esposizione media della popolazione. In quest'ultimo anno sono stati inseriti nella rete regionale anche analizzatori automatici di PM<sub>2,5</sub> cioè di particolato avente diametro inferiore a 2,5 µm.

Fonte dei dati: ARPA Lombardia

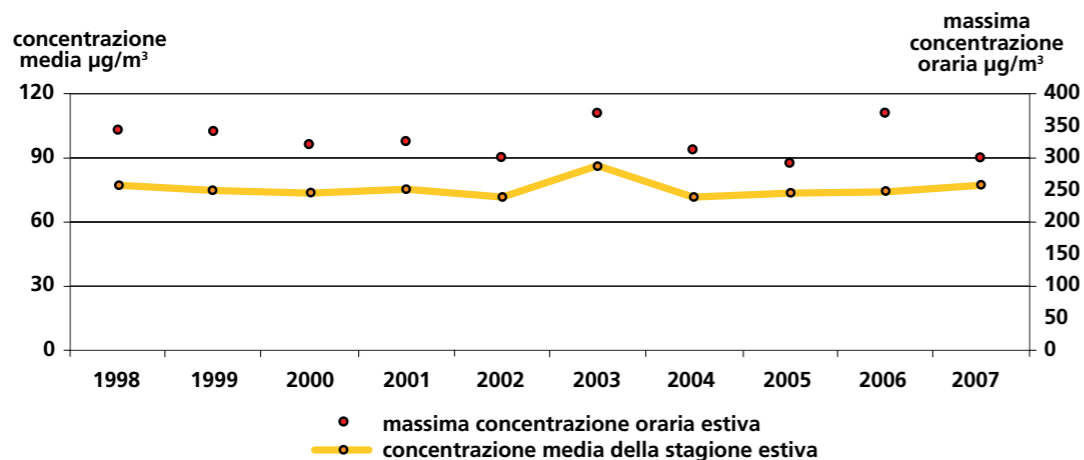
NO<sub>2</sub> nelle stazioni di area medio urbana



I livelli medi annui delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> – che avevano già subito una netta riduzione a partire dagli anni '90 a seguito di più fattori quali l'evoluzione tecnologica del parco veicolare, la metanizzazione degli impianti termici e la trasformazione a turbogas del parco termoelettrico regionale – mostrano ancora una tendenza alla riduzione, seppur meno accentuata. **Attualmente il valore limite orario previsto dalla normativa per il 2010** (pari a 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno) **è già rispettato in dieci delle tredici zone in cui è suddiviso il territorio regionale mentre il valore limite medio annuo** (anch'esso da raggiungere nel 2010 e pari a 40 µg/m<sup>3</sup>) **è rispettato solo in quattro delle tredici zone.**

Fonte dei dati: ARPA Lombardia

O<sub>3</sub> nelle stazioni suburbane e rurali

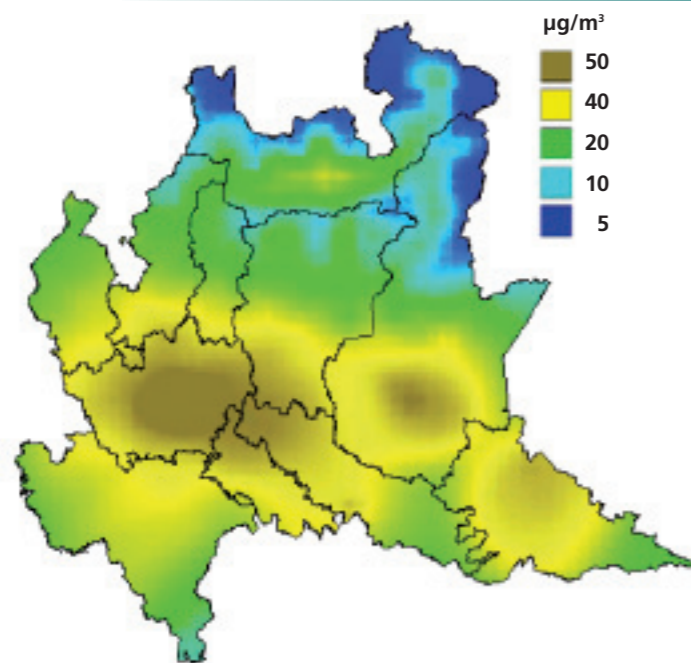


L'ozono è un inquinante tipicamente estivo in quanto si forma a seguito di reazioni chimiche attivate dall'irraggiamento solare intenso e dalle temperature elevate; nelle elaborazioni dei dati il semestre estivo si riferisce al periodo aprile-settembre.

I livelli delle concentrazioni e il numero di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente continuano a rappresentare un problema sia per la salute delle persone che per la vegetazione. Le strategie di contenimento trovano i maggiori ostacoli sia nella mancata linearità della risposta tra riduzione della concentrazione dei precursori e riduzione della concentrazione dell'ozono sia nello scenario di vasta area che caratterizza la formazione e il trasporto di questo inquinante, e quindi anche le politiche di controllo.

Fonte dei dati: ARPA Lombardia

Concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> - 2006



Lo studio del trasporto e della dispersione degli inquinanti si avvale della modellistica. I modelli matematici consentono di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerando sia le sorgenti emissive che i campi meteorologici, i parametri della turbolenza atmosferica del territorio soggetto ad indagine nonché i campi emissivi e di concentrazione nelle aree circostanti. In ARPA Lombardia l'impiego di modelli è sempre più frequente e finalizzato a più scopi tra cui la valutazione delle concentrazioni in presenza di scenari meteorologici ed emissivi alternativi e la generazione di mappe di inquinamento, ad esempio su base giornaliera - pubblicate quotidianamente sul sito dell'Agenzia - e su base annuale, di cui si riporta un esempio.

Fonte dei dati: ARPA Lombardia

LA COMPOSIZIONE DEL PM<sub>10</sub>: PROGETTO PARFIL

La conoscenza dell'ambiente che deriva dalla valutazione della qualità dell'aria effettuata mediante gli strumenti che la normativa prevede (rete di rilevamento, modelli matematici e inventari) è affiancata in Lombardia dai risultati di progetti specifici di approfondimento di singole tematiche.

Il progetto PARFIL (PARTicolato Fine in Lombardia) - studio multidisciplinare e pluriobiettivo finalizzato allo studio del particolato fine e ultrafine - ha consentito, tra l'altro, di determinare la composizione chimica del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2,5</sub> presente in diversi siti rappresentativi di differenti tipologie di zona (metropolitana, urbana, rurale, remota in quota) della Lombardia e in diversi periodi dell'anno (estate e inverno). Le principali componenti considerate per spiegare la massa del particolato sono: la polvere da suolo (di origine primaria), la frazione secondaria inorganica (principalmente ioni solfato SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - nitrato NO<sub>3</sub> e ammonio NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), la frazione carboniosa (distinguendo tra carbonio elementare - EC - di origine primaria e materia organica - OM - di origine parzialmente primaria e parzialmente secondaria) e, infine, gli ossidi dei metalli derivanti dall'attività antropica (di origine primaria).

Applicando una relazione sviluppata nell'ambito del progetto si rileva che la parte secondaria (organica ed inorganica) spiega più del 50% della massa del PM<sub>10</sub>. La conoscenza del consistente contributo di componenti di natura secondaria del particolato analizzato costituisce un elemento

**LA CONOSCENZA DEL CONSISTENTE CONTRIBUTO DI COMPONENTI DI NATURA SECONDARIA DEL PARTICOLATO ANALIZZATO COSTITUISCE UN ELEMENTO FONDAMENTALE PER LA PIANIFICAZIONE DELLE AZIONI PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

fondamentale per la pianificazione delle azioni per la riduzione dell'inquinamento atmosferico in quanto indica che la scala di intervento non può essere limitata al singolo territorio comunale ma deve essere necessariamente estesa alla scala di bacino; indica inoltre che è necessario sia limitare l'emissione diretta del particolato sia contenere i composti gassosi precursori, che contribuiscono alla formazione del particolato in atmosfera. I componenti del PM<sub>10</sub> presentano un andamento stagionale: lo ione solfato, ad esempio, è percentualmente più presente in estate in quanto la sua formazione è favorita dall'attività fotochimica mentre lo ione nitrato è maggiormente presente in inverno, in quanto in estate tende a volatilizzarsi.

Il progetto PARFIL, tuttora in corso, è promosso dalla Regione Lombardia e coordinato da ARPA Lombardia con la partecipazione dell'Università degli Studi di Milano, dell'Università Milano Bicocca, del Politecnico di Milano, della Stazione Sperimentale dei Combustibili e della Fondazione Lombardia per l'Ambiente.

Composizione media del PM<sub>10</sub> misurato in alcuni siti

