

■ Giovanni Lonati

G. Lonati - Diyar Sez.
Ambientale - Politecnico di
Milano.

Sebbene dal punto di vista normativo i parametri per la valutazione della qualità dell'aria facciano riferimento solo alla concentrazione in massa, e in particolare a quella della frazione del particolato atmosferico caratterizzata da un diametro aerodinamico inferiore a $10\ \mu\text{m}$ (PM10), le informazioni sulla composizione chimica del particolato costituiscono un elemento di grande utilità per l'individuazione e la definizione del ruolo delle sorgenti di emissione. Infatti, il particolato atmosferico è costituito da un insieme di particelle eterogenee per dimensione, origine e composizione chimica che rispecchia tuttavia i diversi contributi sia delle sorgenti primarie, che contribuiscono direttamente con materiale che si ritrova nel particolato senza modifiche sostanziali di natura chimica, sia delle sorgenti secondarie, rappresentate da processi chimico-fisici nell'atmosfera che, da precur-

sori gassosi resi disponibili da attività antropiche o naturali, generano specie secondarie di particolato fine non direttamente emesse dalle sorgenti convenzionali. Dal punto di vista chimico, il particolato primario è principalmente costituito da carbonio elementare, da aerosol primari organici e da materiale crostale (ossidi di alluminio, silicio, calcio e ferro), mentre il particolato comprende aerosol secondari organici e inorganici, che derivano dalla conversione di gas precursori (essenzialmente ammoniacca, ossidi di azoto e di zolfo) in sali d'ammonio.

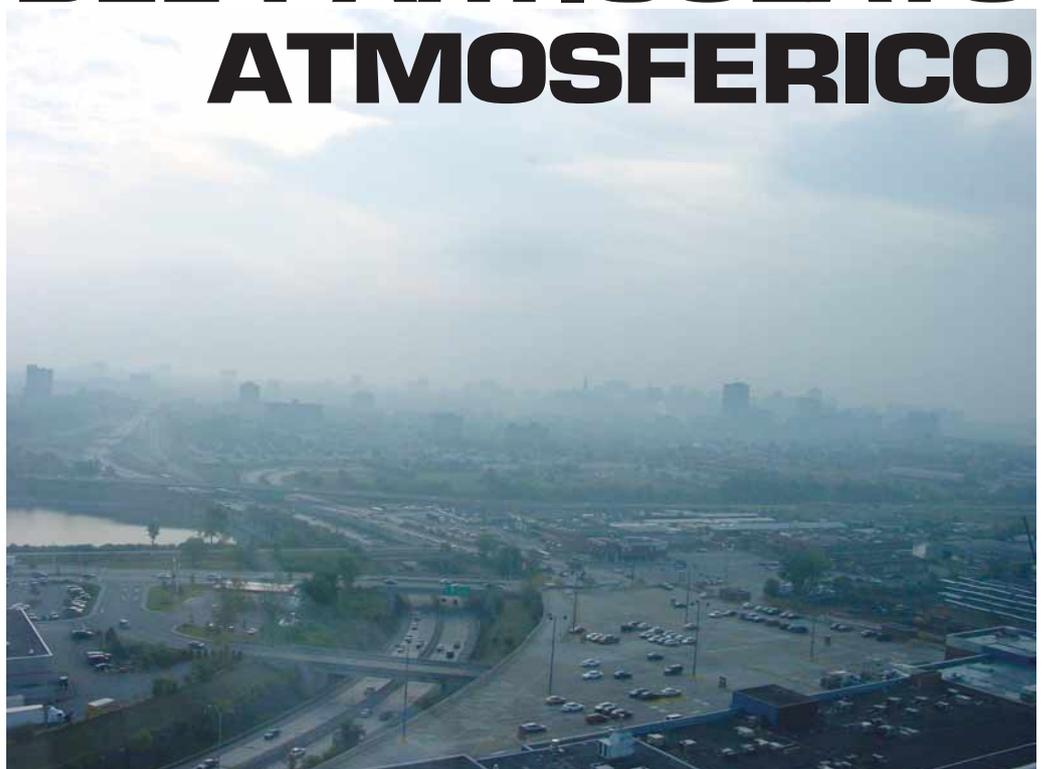
Fonti e ricettori

La valutazione del ruolo delle fonti (source apportionment) alle concentrazioni di materiale particolato rilevate nei punti di misura può pertanto essere effettuata con un approccio "orientato al recettore" (receptor modeling), basato sul princi-

pio di conservazione della massa. In particolare, nella modellistica al recettore vengono solitamente utilizzati proprio i dati di speciazione chimica per caratterizzare l'origine del particolato e per individuare sia il ruolo delle sorgenti di emissione sia quello dei percorsi di formazione secondaria in atmosfera. Infatti, molti elementi presenti nel particolato atmosferico sono del tutto estranei alla composizione del particolato di origine naturale e la quantificazione della loro presenza costituisce uno strumento utile per il riconoscimento delle diverse sorgenti antropogeniche. La presenza di questi elementi costituisce una vera e propria "impronta", caratteristica della sorgente che ha generato il particolato, che permane anche durante i fenomeni di trasporto dall'emissione al punto recettore. Per quanto riguarda il particolato di origine naturale, ad esempio, Na e Cl sono gli ele-

L'inquinamento da particolato atmosferico costituisce una delle maggiori criticità ambientali in molte zone e nei principali centri urbani italiani.

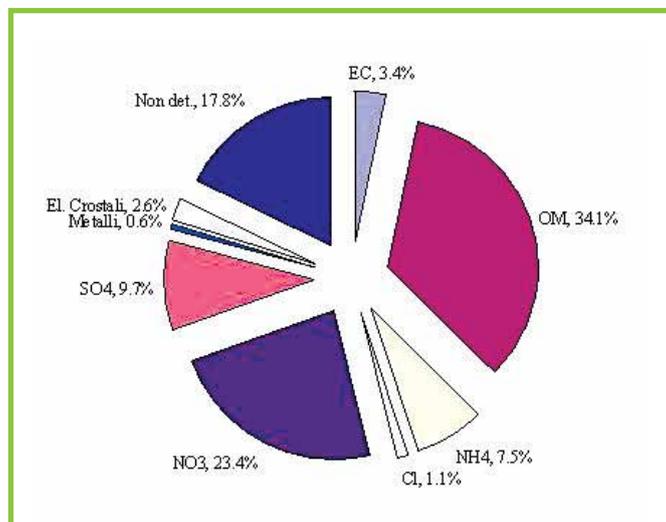
LA COMPOSIZIONE DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO



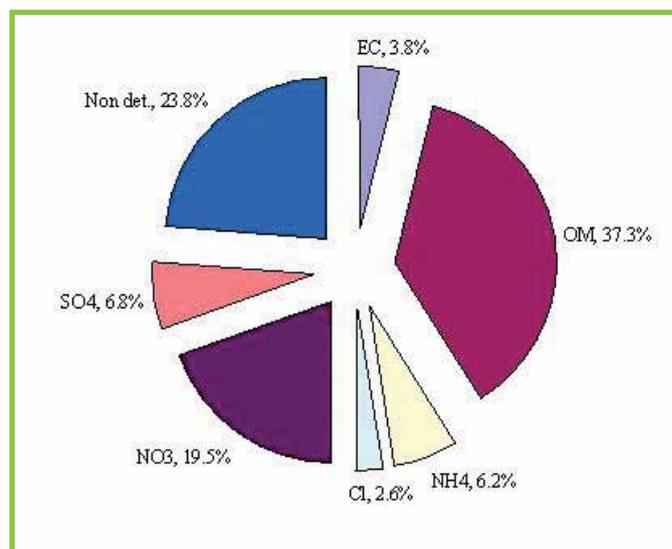
menti che caratterizzano la componente marina, mentre gli elementi terrigeni (Al, Si, Ca, Ti, Sr, Mg, Fe) sono indicatori della componente di origine minerale. Per il particolato di origine antropogenica, elementi quali K, Zn, Rb tracciano il particolato derivante da processi di combustione di biomassa o componenti biogenici, V, Ni quello da combustione di oli pesanti, K, Zn, Pb le emissioni da inceneritori, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb le emissioni da traffico e da attività industriali. Oltre ai singoli elementi, anche composti organici possono essere utilizzati come traccianti di una specifica sorgente di emissione: il levoglucosano, forma anidra del glucosio e principale prodotto della pirolisi della cellulosa, è ad esempio utilizzato quale tracciante della combustione della legna.

Analisi per specie

Se le tecniche di analisi al recettore utilizzano essenzialmente informazioni quantitative specifiche sulle sostanze in traccia, più in generale la caratterizzazione chimica della composizione del particolato considera le specie chimiche presenti in quantitativi rilevanti, come il materiale crostale e gli elementi metallici nel loro complesso, le specie ioniche (solfati, nitrati, ammonio e cloruri) e le specie carboniche (carbonio elementare e organico). Tra questi, sono di origine primaria il materiale crostale, gli elementi metallici e il carbonio elementare, di origine secondaria le specie ioniche, mentre i composti organici sono sia di origine primaria sia secondaria. Il materiale crostale è il pulviscolo di origine primaria proveniente dall'erosione della crosta terrestre e dalla risospensione di polvere da parte del traffico, di lavori edili, stradali e agricoli; inoltre, anche il trasporto di sabbie desertiche può contribuire alla presenza di materiale crostale durante episodi di inquinamento a lunga distanza. Normalmente, il materiale crostale è caratterizzato da dimensioni grossolane e concorre pertanto essenzialmente alla massa del particolato totale, con contributi piuttosto limitati alle frazioni più fini



(PM10, PM2,5 – particolato di diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm). Il carbonio elementare (denominato anche come black carbon) oltre al carbonio in senso stretto comprende composti organici non volatili ad alto peso molecolare e di colore nero, come catrame, sostanze biogeniche e coke, e deriva pressoché esclusivamente dalle emissioni primarie di attività di combustione fissa e mobile. I solfati sono in prevalenza costituiti da solfato e bisolfato d'ammonio, risultanti dalla reazione dell'ammoniaca con acido solforico, a sua volta prodotto in atmosfera da reazioni di ossidazione dell'SO₂, e tendono ad essere prodotti di fonti secondarie, anche se contributi primari possono provenire dal particolato dei motori diesel. Significative presenze di solfato di sodio si possono trovare in zone costiere dove l'acido solforico viene neutralizzato dall'aerosol marino. I solfati solubili si concentrano per la maggior parte nella frazione fine PM2,5, ad eccezione del gesso e altri solfati di origine terrestre insolubili, classificati di norma nella frazione geologica. I nitrati sono prodotti secondari derivanti dalla conversione in acido nitrico di NO₂ e NO_x e dalla neutralizzazione di quest'ultimo prevalentemente da parte dell'ammoniaca, in nitrato d'ammonio sotto forma di particolato ultrafine, in larga parte compreso nel PM2,5. La reversibilità dell'equilibrio gas/particella tra l'ammoniaca e l'acido nitrico gassosi e il nitrato d'ammonio parti-



colato è responsabile delle possibili perdite di particolato fine durante il campionamento, al variare delle condizioni di temperatura e umidità. La neutralizzazione dell'acido nitrico da parte del cloruro di sodio dell'aerosol marino, spiega la presenza di nitrato di sodio nel particolato di zone costiere. L'ammonio, concentrato soprattutto nel PM2,5, deriva da reazioni secondarie sia in fase acquosa sia in fase gassosa che coinvolgono quali precursori l'ammoniaca, emessa da processi industriali e da attività agricole, e l'acido nitrico nel caso del nitrato d'ammonio, e l'ammoniaca e l'acido solforico nel caso del solfato d'ammonio. I cloruri sono una presenza tipica di aerosol costieri, ma possono provenire anche da materiali per il trattamento antigelo delle strade in

Figure 1 e 2 - Composizione media del PM2,5 a Milano nella stagione invernale.

inverno e dalla neutralizzazione con ammoniaca delle emissioni in atmosfera di acido cloridrico da attività industriali. I composti organici primari derivano da attività di combustione mentre quelli secondari da reazioni di precursori in atmosfera attraverso la condensazione di prodotti finali di reazioni di ossidazioni fotochimiche, l'adsorbimento di organici, tipicamente gli idrocarburi policiclici aromatici, su particelle solide e la dissoluzione di gas solubili in grado di reagire nelle particelle.

Variabili

Il contributo percentuale di queste specie alla massa complessiva del particolato è molto variabile sia in relazione alla dimensione granulometrica del particolato stesso sia alle condizioni ambientali, che possono determinare fenomeni di volatilizzazione o di condensazione delle fra-

zioni semivolatili, quali ad esempio il nitrato d'ammonio. Inoltre, anche il contesto emissivo, e in particolare la tipologia delle sorgenti di combustione e di combustibile utilizzato, può determinare differenze anche marcate tra aree geografiche diverse. Ad esempio, per quanto riguarda la presenza di solfati e nitrati, negli Stati Uniti si osserva una predominanza dei primi nelle zone ad alta densità industriale, in presenza di emissioni primarie da centrali di produzione di energia elettrica alimentate con combustibili convenzionali (Pennsylvania), e dei secondi nelle zone occidentali della California, dove sono più significativi i contributi di origine secondaria.

Per quanto riguarda la presenza di carbonio elementare, i livelli risultano più alti dove il riscaldamento domestico fa ricorso al carbone, come in Cina, rispetto ad aree in cui viene utilizzato il

metano, come nella Pianura Padana. Nelle Figure 1 e 2 sono rappresentate le composizioni medie del PM10 e del PM2,5 misurate in campioni di particolato raccolti a Milano durante la stagione invernale, quando per entrambe le specie si osservano le concentrazioni più elevate.

Per entrambe le granulometrie la componente organica (OM) è largamente dominante su tutte le altre, con un contributo percentuale dell'ordine del 35-40%, seguita dai nitrati si attestano attorno al 20% della massa complessiva, mentre tutte le altre specie presentano contributi percentuali inferiori al 10%. Dalla composizione chimica si apprezza che una percentuale rilevante del materiale particolato, sia del PM10 sia del PM2,5, è costituita da composti di formazione secondaria: ai composti ionici (solfati, nitrati e ammonio), che ammontano complessiva-

mente a circa il 35-40% del PM2,5 e al 30% del PM10, si aggiunge, infatti, anche la parte della componente organica di origine secondaria. Quest'ultima componente non è tuttavia determinabile per via analitica ma può essere unicamente stimata mediante tecniche di elaborazione statistica dei dati di composizione chimica. In ogni caso, sia per il PM2,5 sia per il PM10 la componente secondaria complessiva, organica e inorganica, risulta superiore al 50%: questo rilevante contributo indica che gli interventi di controllo della qualità dell'aria devono riguardare non solo le emissioni primarie di particolato ma anche quelli dei suoi precursori gassosi. ■

Pompe Centrifughe in plastica RESISTENTI ALLA CORROSIONE



Pompe verticali AS

Pompe ad asse verticale dimensionate secondo la profondità della vostra vasca o pozzetto.

Nessuna parte metallica a contatto con il liquido pompato.

Senza supporti intermedi.

Bussole di usura flussate dal liquido in pompaggio.

Portate fino a 200 m³/h

Prevalenze fino a 60 m w.c.

Pompe orizzontali OMA

Pompe monoblocco ad asse orizzontale.

Tenuta meccanica interna bilanciata.

Portate fino a 200 m³/h

Prevalenze fino a 60 m w.c.



SB SAVINO BARBERA

Via Torino, 12 - 10032 Brandizzo (TO) ITALY
Tel. +39 011.913.90.63 - Fax +39 011.913.73.13
savinobarbera@savinobarbera.com - www.savinobarbera.com

readerservice.it n.00963

Altri prodotti:

Pompe travaso fusti, pompe a doppia membrana, impianti accumulo-drenaggio fanghi