

A proposito di ... Polveri Atmosferiche

a cura di:

Arpav
Area Tecnico-Scientifica
Osservatorio Aria
Tel. +39 041 5445546
Fax +39 041 5445500
e-mail: orar@arpa.veneto.it



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35137 Padova
(Italy)
Tel. 049 8239341
Fax 049 660966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it

A proposito di ... Polveri Atmosferiche



Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

**Area Tecnico-Scientifica
Osservatorio Aria**



A.R.P.A.V.

Agenzia Regionale per la Prevenzione
e la Protezione Ambientale del Veneto

Direttore Generale

Paolo Cadrobbi

Direttore Area Tecnico-Scientifica

Sandro Boato

Progetto e realizzazione a cura di: Osservatorio Regionale Aria

Alessandro Benassi

Laura Susanetti

Giovanna Marson

Ketty Lorenzet

Coordinamento editoriale

Maria Grazia Dal Prà

Servizio Comunicazione ed Educazione
Ambientale

Novembre 2005
Seconda Edizione

● Il fenomeno delle polveri

È ormai noto che l'aria dei grandi centri urbani è interessata dalla presenza di molteplici inquinanti. Tra questi le **polveri** presentano un crescente interesse per i possibili effetti sanitari sulla popolazione: in molte aree urbane i blocchi del traffico possono essere decisi in relazione al fenomeno delle polveri.

L'interesse suscitato dalle **polveri atmosferiche** trae origine storicamente dallo studio di fenomeni acuti di smog, nel corso dei quali le **polveri**, in combinazione con il biossido di zolfo, hanno determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari.

Per comprendere con maggiore chiarezza i problemi ambientali e sanitari derivanti dall'inquinamento da **polveri atmosferiche** cerchiamo di capire:

- *Cosa sono e quali caratteristiche dimensionali e chimiche rendono le polveri atmosferiche pericolose per la salute umana*
- *Quali sono le principali sorgenti di emissione delle polveri nell'atmosfera*
- *Come agiscono sull'organismo umano e come danneggiano l'ambiente*
- *Con quali misure è possibile contenere la loro presenza nell'aria che respiriamo*

● Cosa sono le polveri atmosferiche?

Con il termine di **polveri atmosferiche**, o di materiale particellare, si intende una miscela di particelle solide e liquide, sospese in aria, che varia per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza. Parte delle particelle che costituiscono le **polveri atmosferiche** sono emesse come tali da diverse sorgenti naturali ed antropiche (cd. "**particelle primarie**"); parte invece derivano da una serie di reazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'atmosfera (cd. "**particelle secondarie**").

A seconda del processo di formazione, le particelle che compongono le **polveri atmosferiche** possono variare sia in termini dimensionali sia di composizione chimica. Diversi sono anche i meccanismi di rimozione cui le polveri vanno incontro: meccanismi che le "allontanano" dall'ambiente atmosferico facendole ricadere al suolo o verso l'ambiente idrico (fiumi, laghi, mari, ...).

Tra i meccanismi di rimozione delle polveri dall'atmosfera si ricordano la deposizione secca al suolo, sulla vegetazione o sulle acque e la deposizione umida ad opera delle nubi e della pioggia.

● Polveri totali, inalabili o respirabili ?

Le polveri atmosferiche sono definite con i nomi più diversi, tra i quali i più usati sono: **PTS (polveri totali sospese)** e **PM** (dall'inglese "particulate matter").

Le **polveri totali sospese (PTS)** sono un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, restano in sospensione nell'aria. Esistono diversi sistemi di classificazione del materiale particellare.

I regolatori hanno scelto di distinguere le diverse classi di **polveri** a seconda della **dimensione del diametro** delle particelle (misurato in micrometri o μm) e di quantificarne la presenza in aria in termini di **concentrazione** (espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero microgrammi di particelle in sospensione per metro cubo di aria ambiente).

Il **diametro** delle particelle può variare da un valore minimo di $0,005 \mu\text{m}$ fino ad un massimo di $100 \mu\text{m}$.

All'interno di quest'intervallo si definiscono:

- **grossolane** le particelle con diametro compreso tra $2,5$ e $30 \mu\text{m}$ (paragonabile a quello di un capello umano, che è compreso tra 50 - $100 \mu\text{m}$)
- **fini** le particelle con diametro inferiore a $2,5 \mu\text{m}$.

1000 micrometri (μm)
=
1 millimetro (mm)

Le **polveri grossolane** si originano a seguito di combustioni incontrollate e per processi meccanici di erosione e disgregazione dei suoli. Pollini e spore fanno parte di questa classe dimensionale.

Le **polveri fini** derivano dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare, dalle attività industriali, dagli impianti di produzione di energia elettrica nonché a seguito di combustioni di residui agricoli.

Studi epidemiologici, condotti in diverse città americane ed europee nel corso degli ultimi vent'anni, hanno mostrato che esiste una notevole correlazione fra la presenza di **polveri fini** ed il numero di patologie dell'apparato respiratorio, di malattie cardiovascolari e di episodi di mortalità riscontrati in una determinata area geografica.

L'epidemiologia studia le associazioni tra livelli di un determinato inquinante (ad es. le particelle fini) e le risposte sanitarie, espresse in termini di riduzione della funzione respiratoria, aumento dei ricoveri ospedalieri ed incremento della mortalità.

Oltre alle **PTS**, la legislazione italiana in materia di inquinamento atmosferico regola la presenza in aria delle polveri **PM₁₀**, aventi diametro inferiore a $10 \mu\text{m}$ e comprendenti un sottogruppo di **polveri** più sottili denominate **PM_{2,5}**, aventi diametro inferiore a $2,5 \mu\text{m}$.

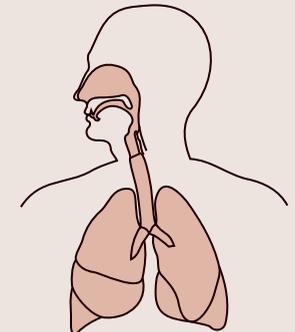
Nonostante tra **PM₁₀** e **PM_{2,5}** vi sia una certa sovrapposizione dimensionale, le due classi sono generalmente ben distinte sia in termini di sorgenti di emissione e di processi di formazione, sia per quanto riguarda la composizione chimica ed il comportamento nell'atmosfera.

Le **polveri PM₁₀** sono comunque costituite per circa il **60%** dalla frazione più sottile denominata **PM_{2,5}**.

Tanto inferiore è la dimensione delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Per questo motivo le polveri **PM₁₀** e **PM_{2,5}** presentano un interesse sanitario sicuramente superiore rispetto alle **PTS**.

Le **polveri PM₁₀** sono denominate anche **polveri inalabili**, in quanto sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe).

Le **polveri PM_{2,5}** sono invece denominate **polveri respirabili** in quanto sono in grado di penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea sino agli alveoli polmonari).



● Le sorgenti di emissione delle polveri

Le **polveri PM₁₀ e PM_{2,5}** sono prodotte da un'ampia varietà di sorgenti sia naturali sia antropiche.

Mentre le particelle più grossolane derivano principalmente dal suolo e da altri materiali, le particelle più fini sono prodotte, in misura prevalente, dalla combustione di combustibili fossili utilizzati nei trasporti, nell'industria e nella produzione di energia.

Le più importanti sorgenti **naturali** sono così individuate:

- aerosol marino (sali, ...)
- suolo risolleinato e trasportato dal vento
- aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ...)
- emissioni vulcaniche
- incendi boschivi



Le più rilevanti sorgenti **antropiche** sono:

- emissioni prodotte dal traffico veicolare
- emissioni prodotte da altri macchinari e veicoli (attrezzature agricole, treni, navi...)
- processi di combustione di carbone ed oli (centrali termoelettriche, riscaldamenti civili), legno, rifiuti,...
- processi industriali (cementifici, fonderie, miniere,...)
- combustione di residui agricoli



● Come avviene l'esposizione alle polveri

Una volta emesse, le **polveri PM₁₀** possono rimanere in sospensione nell'aria per circa 12 ore, mentre le particelle aventi diametro pari ad 1 µm rimangono in circolazione per circa un mese. Questa è una delle caratteristiche che rende le **polveri inalabili e respirabili** particolarmente insidiose per la salute dell'uomo.

Gli elevati livelli di **PM₁₀** che si manifestano di frequente nell'aria delle **grandi città**, possono incrementare il numero e la gravità degli attacchi di asma, causare od aggravare bronchiti ed altre malattie dei polmoni e ridurre la capacità dell'organismo di combattere le infezioni. Le persone maggiormente vulnerabili sono i bambini, gli anziani e chiunque svolga intensa attività fisica all'aperto, nonché le persone sofferenti di asma e bronchiti.

Le **fonti urbane** di emissione delle **polveri PM₁₀** sono principalmente due:

- i **trasporti su gomma**
- gli **impianti di riscaldamento civili**

Sono invece sempre meno presenti, all'interno delle aree urbane, **fonti** di inquinamento **industriali**. Gli inquinanti emessi da camini di altezza elevata possono tuttavia essere trasportati dagli agenti meteorologici anche su grandi distanze.

Parte dell'inquinamento "di fondo" riscontrato in una determinata città può dunque provenire da un'industria situata a diversi km di distanza dal centro urbano.

Trasporti su gomma.

Tutti i mezzi di trasporto emettono **polveri fini**. In ogni caso i veicoli diesel, sia leggeri sia pesanti, emettono un quantitativo di **polveri**, per km percorso, maggiore rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di piccole quantità di questo inquinante. Le emissioni sono in parte attribuibili anche all'usura di freni e pneumatici e al risolleinato di polvere presente sulla carreggiata.



Riscaldamenti civili.

Possono emettere **polveri** in particolare gli impianti alimentati a gasolio, olio combustibile, carbone o legname. Sembrano invece trascurabili le emissioni di **polveri** dagli impianti alimentati a metano.



● Effetti sulla salute umana e sull'ambiente

Le **polveri PM₁₀** possono costituire un serio pericolo per la salute umana.

- Un'esposizione di breve periodo può irritare i polmoni e causare broncocostrizione, tosse e mancanza di respiro.
- Le sostanze che si dissolvono dal materiale particellare possono causare danni alle cellule.
- Un'esposizione di lungo periodo a basse concentrazioni può indurre il cancro.

Le particelle che si depositano nel **tratto respiratorio superiore o extratoracico** (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi quali secchezza ed infiammazione di naso e gola. Le particelle che si depositano nel **tratto tracheobronchiale** (trachea, bronchi e bronchioli più grandi) possono invece provocare costrizioni bronchiali, aggravare malattie respiratorie croniche (asma, bronchite, enfisema) ed eventualmente indurre neoplasie

In generale sono le particelle con diametro inferiore a 5-6 μm quelle in grado di depositarsi nel tratto polmonare (bronchioli respiratori e alveoli) e di provocare infiammazioni, fibrosi e neoplasie.

Le **polveri PM₁₀** sono costituite da una miscela di sostanze che includono:

- elementi quali il carbonio, il piombo, il nichel, cadmio;
- composti come i nitrati, i solfati o composti organici;
- miscele complesse come particelle di suolo o gli scarichi dei veicoli diesel.

Le **polveri PM_{2,5}** risultano, a loro volta, potenzialmente pericolose per la presenza di un certo numero di sostanze:

- i solfati prodotti dalle emissioni di biossido di zolfo sono di natura acida e possono reagire direttamente con i nostri polmoni;
- il carbonio prodotto durante la combustione della benzina può catturare sostanze chimiche cancerogene come il benzo(a)pirene e consentirgli il libero accesso all'interno dei polmoni;
- diversi studi hanno mostrato la presenza di metalli tossici quali il piombo, il cadmio ed il nichel in concentrazioni maggiori nella frazione **PM_{2,5}** rispetto al particolato di dimensioni maggiori.

Il **benzo(a)pirene** appartiene alla famiglia degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Questi composti sono stati identificati nei gas di scarico dei motori diesel. Si sospetta che l'effetto sull'uomo, per un'esposizione di lungo periodo, consista nell'insorgenza del carcinoma bronchiale.

Un altro impatto prodotto sull'ambiente atmosferico dalle **polveri** aerodisperse è la riduzione della visibilità.

Accumulandosi nell'atmosfera, infatti, le particelle assorbono e deviano la luce. Tale fenomeno può risultare particolarmente pericoloso in vicinanza di aeroporti o di grandi arterie di traffico quali le autostrade.

● Come limitare i livelli di concentrazione nei centri urbani?

A partire dagli anni '70, in tutti i paesi industrializzati il numero di veicoli in circolazione è andato incontro ad una crescita costante.

Attraverso l'emissione di **polveri fini**, monossido di carbonio, ossidi di azoto e composti organici volatili (come gli idrocarburi), le automobili e gli altri mezzi di trasporto stradali contribuiscono in misura preponderante a determinare una scarsa qualità dell'aria nei centri urbani.

La limitazione dei livelli di concentrazione delle polveri nelle nostre città non può che avvenire attraverso la riduzione dell'inquinamento da traffico veicolare e, in particolare quello causato dalle **polveri fini**.

Diverse sono le soluzioni che si possono adottare. Alcune elencate di seguito presentano caratteristiche di innovazione tecnologica, altre di "educazione" ad un uso alternativo del mezzo di trasporto privato.

- **Incentivazione** di forme alternative di mobilità urbana, come il trasporto pubblico, il car-pooling (condivisione del mezzo privato da parte di più passeggeri) e l'uso della bicicletta.



- **Riduzione** delle emissioni per km di strada percorso, attraverso l'impiego di veicoli e di carburanti più puliti.



- **Utilizzo** di mezzi di trasporto elettrici e di autoveicoli più piccoli e leggeri, in modo da ridurre il consumo di carburante e dunque le emissioni di natura inquinante.

- **Contenimento** delle polveri risollevate dalla carreggiata attraverso un frequente lavaggio delle strade, specie durante i periodi nei quali le concentrazioni in aria sono più elevate e le precipitazioni piovose scarse.



- **Controllo** periodico delle emissioni dallo scarico dell'automobile per monossido di carbonio, ossidi di azoto ed idrocarburi, inquinanti che partecipano alla formazione delle particelle secondarie.



● Quando preoccuparsi per le polveri?

La normativa italiana ha fissato per le polveri inalabili PM₁₀ il valore limite di 24 ore ed il valore limite annuale per la protezione della salute umana.

PM ₁₀	=> Valore limite annuale => 40 µg/m³
	=> Valore limite giornaliero => 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte l'anno)

● La normativa in vigore ...

La normativa di riferimento per quanto riguarda le polveri PM₁₀ è costituita dalle seguenti norme:



- Il **Decreto Legislativo n° 351 del 4 agosto 1999** identifica come **valore limite** il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato.
- Il **Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 60 del 2 aprile 2002** stabilisce che i valori limite per le **polveri PM₁₀** entrino in vigore a partire dal 1° gennaio 2005. I valori limite si intendono superati se e solo se, in ciascuna stazione, il numero di superamenti è maggiore a quello indicato dal D.M. 60/02 (35 per anno).
- Il **Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 163 del 21 aprile 1999** individua i criteri ambientali e sanitari in base ai quali i Sindaci possono applicare misure di limitazione della circolazione veicolare al fine di ottenere un concreto miglioramento della qualità dell'aria in ambito urbano. Il D.M. 163/99 è stato modificato dal D.M. 60/02 per adeguarlo ai contenuti di tale decreto e del D.Lgs. 351/99. I Sindaci dei Comuni appartenenti agli agglomerati ed alle zone in cui sussiste il superamento ovvero il rischio di superamento del valore limite giornaliero per le **polveri PM₁₀**, possono adottare misure di limitazione della circolazione per determinate categorie di veicoli. Tali misure possono essere modulate sulla base delle previsioni di miglioramento o peggioramento dello stato della qualità dell'aria.

Il **D.Lgs. 351/99** (art. 6, comma 2) fissa i criteri per stabilire dove è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa. La misurazione è obbligatoria nelle seguenti zone:

- agglomerati;
- zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, e' compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4, comma 3, lettera c);
- altre zone dove tali livelli superano il valore limite.

Il **D.M. 60/02**, nell'allegato VIII, fornisce delle indicazioni in merito all'ubicazione su macroscala e microscala dei punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli delle **polveri PM₁₀**. Per quanto riguarda l'ubicazione su macroscala dei siti di misura si deve fare riferimento a due parametri: la protezione della salute umana e la protezione della vegetazione. Per quanto riguarda l'ubicazione su microscala, il decreto fornisce, nell'allegato VIII, delle indicazioni del tutto innovative e da considerare soprattutto nella valutazione del corretto posizionamento di una stazione di misura.



Le **polveri respirabili PM_{2,5}** costituiscono un parametro inquinante sul quale si intende investire, in termini di azioni di monitoraggio, nei prossimi anni. Sono attualmente in corso di esecuzione una serie di studi a livello europeo ed italiano, finalizzati all'individuazione entro l'anno 2005, dei limiti relativi alle concentrazioni in aria di tale inquinante, secondo i tempi ed i modi indicati dalla **Direttiva Europea 99/30/CE**.

● Il Piano di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera...

Con **Deliberazione del Consiglio Regionale n. 57 dell'11 novembre 2004**, è stato approvato il **Piano Regionale di tutela e risanamento dell'atmosfera**.

L'adozione di tale piano da parte della Regione Veneto ha l'obiettivo di mettere a disposizione delle Province, dei Comuni, di tutti gli altri enti pubblici e privati e dei singoli cittadini un quadro aggiornato e completo della situazione attuale per quanto riguarda la qualità dell'aria e di presentare una stima dell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico nei prossimi anni.

Oltre alla valutazione della qualità dell'aria, nel documento sono individuate le **misure** e le **azioni** di carattere strutturale ed emergenziale finalizzate al raggiungimento dei valori limite stabiliti per tutti gli inquinanti e in modo particolare per il PM₁₀. Il documento è scaricabile dal sito **www.regione.veneto.it**.

Tutti **siamo invitati** a fare qualcosa per migliorare l'aria che respiriamo...

Tutti **possiamo** fare qualcosa per migliorare l'aria che respiriamo...

Tutti **dobbiamo** fare qualcosa per migliorare l'aria che respiriamo...



L'aria pulita è un bene prezioso...

● La misura delle polveri PM₁₀ in Veneto

Nella Regione Veneto sono presenti diversi siti in cui si effettua giornalmente il monitoraggio delle **polveri PM₁₀** mediante il metodo di riferimento gravimetrico, indicato nel D.M. 60/02, Allegato XI, punto 1. Tale metodo prevede un'operazione di pesata del filtro su cui si è precedentemente accumulato il particolato atmosferico, da cui deriva il valore di concentrazione delle polveri PM₁₀. La necessaria fase preliminare di condizionamento del filtro (portato a 20°C ±1°C e 50% ±5% di umidità per 48 ore prima del campionamento) e di nuovo immediatamente prima delle operazioni di pesata comporta alcuni giorni di ritardo nell'ottenimento del dato. Oltre a tale metodo manuale possono essere utilizzati dei metodi automatici dotati di certificazione di equivalenza, come specificato dal D.M. 60/02, Allegato XI, punto 2. Nel corso dell'anno 2004 sono entrati in funzione gli analizzatori automatici di polveri PM₁₀, recentemente acquistati da ARPAV con finanziamenti comunitari, nell'ambito del Documento Unico di Programmazione (DOCUP) Obiettivo 2, 2000-2006, Misura 4.3 "Monitoraggio, informazione ed educazione ambientale".

Nella mappa sottostante sono indicati in verde i siti con monitoraggio mediante metodo gravimetrico delle polveri PM₁₀ (**monitor manuali**) ed in rosso i **monitor automatici**. Si ricorda che lo stato di attivazione dei monitor automatici e di posizionamento dei monitor manuali è in fase di aggiornamento; nella mappa viene visualizzata la situazione in Veneto corrispondente all'inizio dell'anno 2005.



● Per saperne di più

Di seguito sono elencati i numeri telefonici delle sedi provinciali dell'ARPAV a cui i cittadini possono rivolgersi per chiedere maggiori informazioni sullo stato dell'aria nella propria città o provincia.

Dipartimenti Provinciali Arpav

BELLUNO	Tel. 0437 955500
PADOVA	Tel. 049 8227841
ROVIGO	Tel. 0425 473211
TREVISO	Tel. 0422 558515
VENEZIA	Tel. 041 5445502
VERONA	Tel. 045 8016906
VICENZA	Tel. 0444 2173177

● Internet



Arpav On-Line su Internet
all'indirizzo: www.arpa.veneto.it

Per la sua facilità di accesso, per l'immediatezza del contatto e per la sua capacità di aggiornamento continuo, l'A.R.P.A.V. ha realizzato per tutti i suoi molteplici pubblici un nuovo e completo Sito Internet. Sono disponibili i dati in diretta dalle stazioni di misura del PM₁₀, l'elenco dei provvedimenti attuati per la riduzione dell'inquinamento da polveri. Il tutto in tempo reale, senza barriere, senza code, senza perdite di tempo. Consultabile quando si vuole 24 ore su 24.