

QUALITA' DELL' ARIA E INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Gruppo di Ricerca di Chimica dell' Atmosfera

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e Scienze della Terra (DISAT),

Università degli Studi di Milano-Bicocca



LA COMPOSIZIONE CHIMICA DELL'ATMOSFERA

L'atmosfera è un **sistema eterogeneo**, costituito da una **miscela gassosa** in cui sono presenti in sospensione particelle liquide e/o solide (aerosol)

Composizione chimica uniforme e costante (aria secca): > 99%

Sostanze gassose	% volume
Azoto molecolare (N ₂)	78,08%
Ossigeno molecolare (O ₂)	20,95%
Argon (Ar)	0,93%
Neon, Elio (He) e Krypton	0,0001%

Componenti variabili (< 1%)

	% volume
Vapor acqueo (H ₂ O)	0-4 %
Anidride carbonica (CO ₂)	0,038 %
Metano (CH ₄)	0,00016%
Monossido di carbonio (CO)	0,000012%
Biossido di zolfo (SO ₂)	tracce
Ozono (O ₃)	tracce
Ossidi di azoto (NO, NO ₂ , N ₂ O)	tracce
Particolato	tracce

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L’inquinamento atmosferico è un termine che indica tutti gli agenti fisici, chimici e biologici che modificano le caratteristiche naturali dell’atmosfera

Contaminante: “ogni cosa che viene aggiunta all’ambiente che causa una deviazione della composizione geochimica media”

Inquinante: “un contaminante responsabile di causare effetti nocivi all’ambiente (naturale ed antropico)”

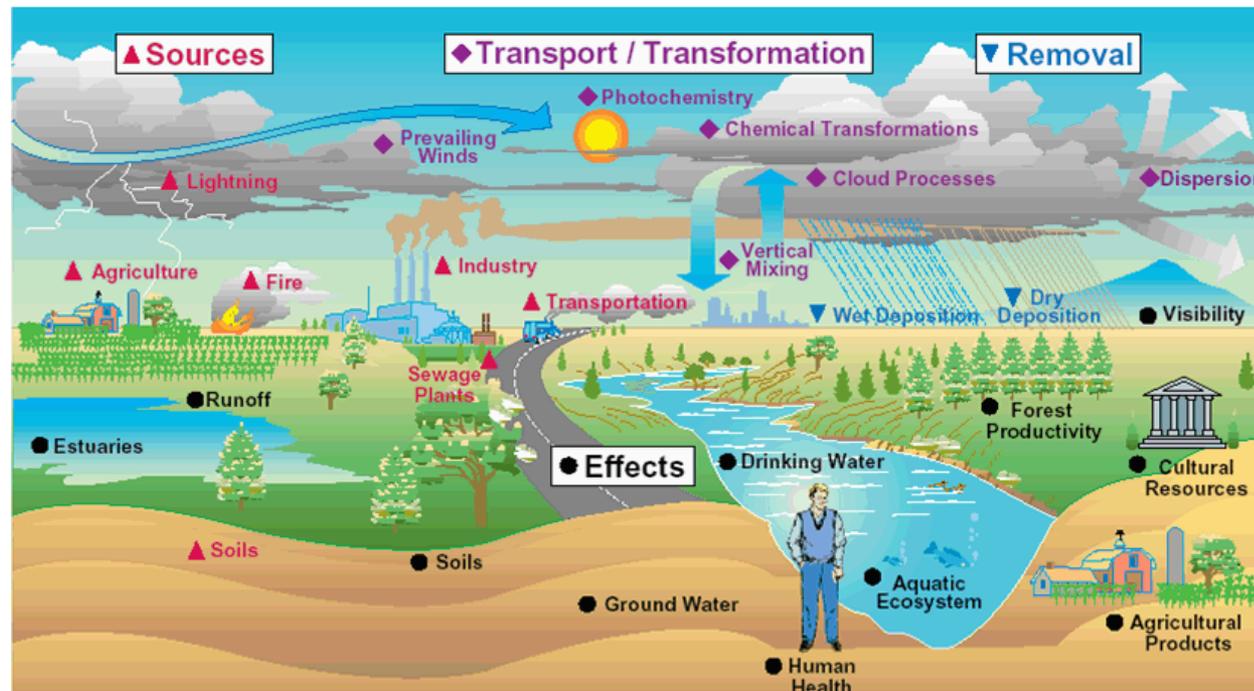
I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa competizione tra **fattori** che portano ad un **accumulo**, **trasporto/ diluizione/trasformazione** e **rimozione** degli inquinanti in atmosfera.

SORGENTI:
-antropiche
-naturali

TRASPORTO

REATTIVITA' ATMOSFERICA:
-formazione
- distruzione

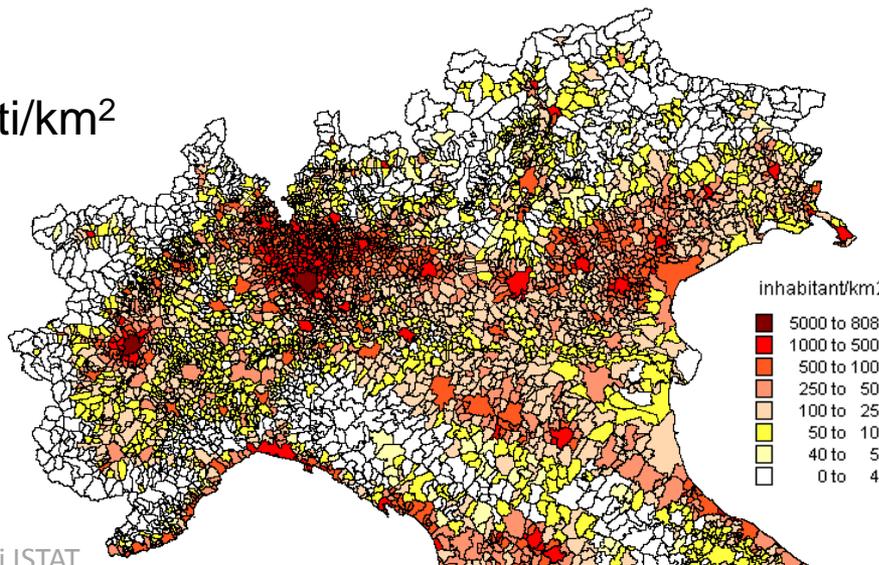
RIMOZIONE:
-deposizione
umida e secca



IL "CASO CRITICO" DEL NORD ITALIA (PO VALLEY)

1) Il Nord Italia come una MegaCity

abitanti/km²



Fonte: dati ISTAT

Es. progetto europeo
MEGAPOLI
(www.megapoli.dmi.dk):

Parigi
Londra
Po Valley
Rhine-Ruhr

Il Nord Italia è tra le regioni più popolate d'Europa: elevati fattori di pressione antropica (densità abitativa, attività produttive, elevato traffico persone/merci....)

2) Fattori meteoclimatici sfavorevoli

- **Caratteristiche**

topografiche: la Pianura Padana (0-500 m slm) è costituita da una vallata alluvionale delimitata a Nord e Ovest dalle Alpi, a sud dagli Appennini e ad est dal Mare Adriatico.

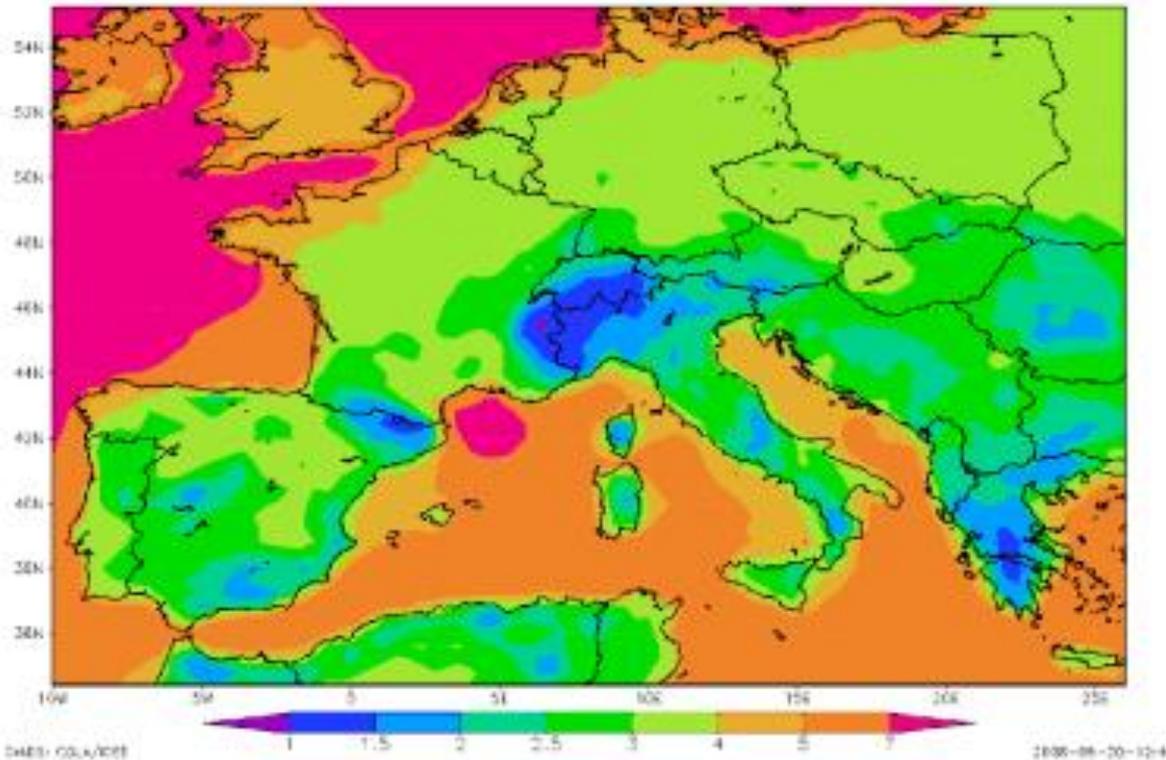
- **Condizioni meteorologiche** caratteristiche che determinano la stagnazione dell'aria all'interno del bacino padano, con una conseguente limitata dispersione degli inquinati immessi



*Immagine da satellite :
si "vede" l'inquinamento atmosferico
nell'area estesa del Nord Italia*

Vento medio

La Pianura Padana è una delle zone pianeggianti di Europa meno ventose ($vv < 2\text{m/sec}$)



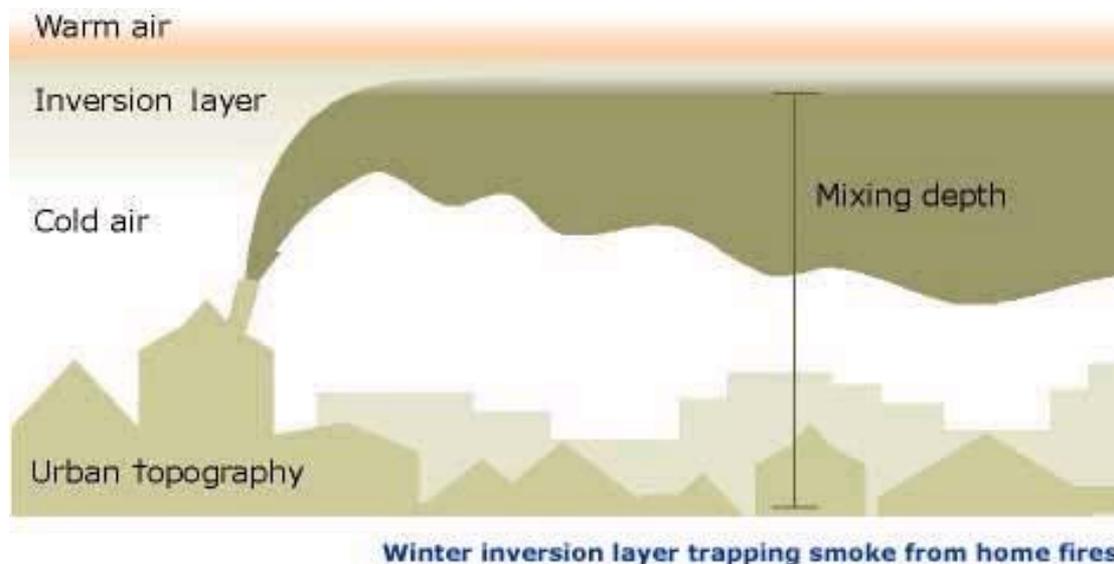
Elaborazione modellistica, inverno (modello meteorologico COSMO-I7-LAMA, Arpa Emilia Romagna)

Valori medi annuali				
Città	Nazione	T	Precipitazioni	Velocità Vento
		°C	mm	m/s
Torino	Italia	11.8	847	0.4
Lubiana	Slovenia	8.6	1222	0.9
Milano	Italia	12.4	996	0.9
Bucarest	Romania	10.6	517	1.5
Napoli	Italia	15.7	1034	1.8
Zagabria	Croazia	9.9	800	1.8
Zurigo	Svizzera	8.9	900	1.9
Madrid	Spagna	14.1	395	2.1
Oslo	Norvegia	6.1	721	2.2
Mosca	Russia	5.2	513	2.3
Budapest	Ungheria	10.3	416	2.4
Monaco	Germania	7.9	773	2.8
Barcellona	Spagna	15.1	598	2.9
Tolosa	Francia	12.9	538	3.0
Francoforte	Germania	9.7	515	3.2
Roma	Italia	15.5	820	3.2
Vienna	Austria	10.2	472	3.2
Stoccolma	Svezia	6.1	435	3.3
Atene	Grecia	17.6	431	3.4
Genova	Italia	15.6	855	3.4
Anversa	Belgio	10.1	692	3.5
Helsinki	Finlandia	4.6	542	3.5
Londra	Gran Bretagna	10.7	479	3.6
Palermo	Italia	18.6	623	3.6
Parigi	Francia	10.8	520	3.6
Birmingham	Gran Bretagna	9.3	522	3.7
Berlino	Germania	9.3	435	3.8
Goteborg	Svezia	7.1	706	4.0
Lilla	Francia	10.0	566	4.0
Amsterdam	Olanda	9.5	625	4.8
Copenaghen	Danimarca	8.0	453	5.1

Vento medio annuo in diverse città Europee

Altezza dello strato di rimescolamento

L'altezza di rimescolamento è la quota dello strato in prossimità del suolo all'interno del quale gli inquinanti, o ogni altra sostanza emessa/formata/contenuta all'interno di questo strato, diventa verticalmente dispersa per mezzo della convezione o della turbolenza meccanica in un tempo si scala di circa ½ ora-1 ora.



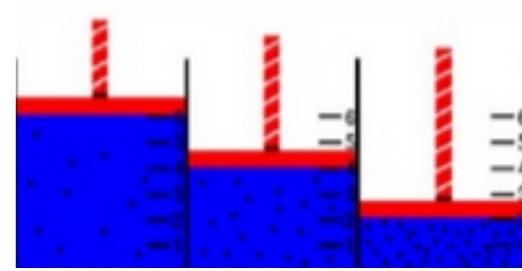
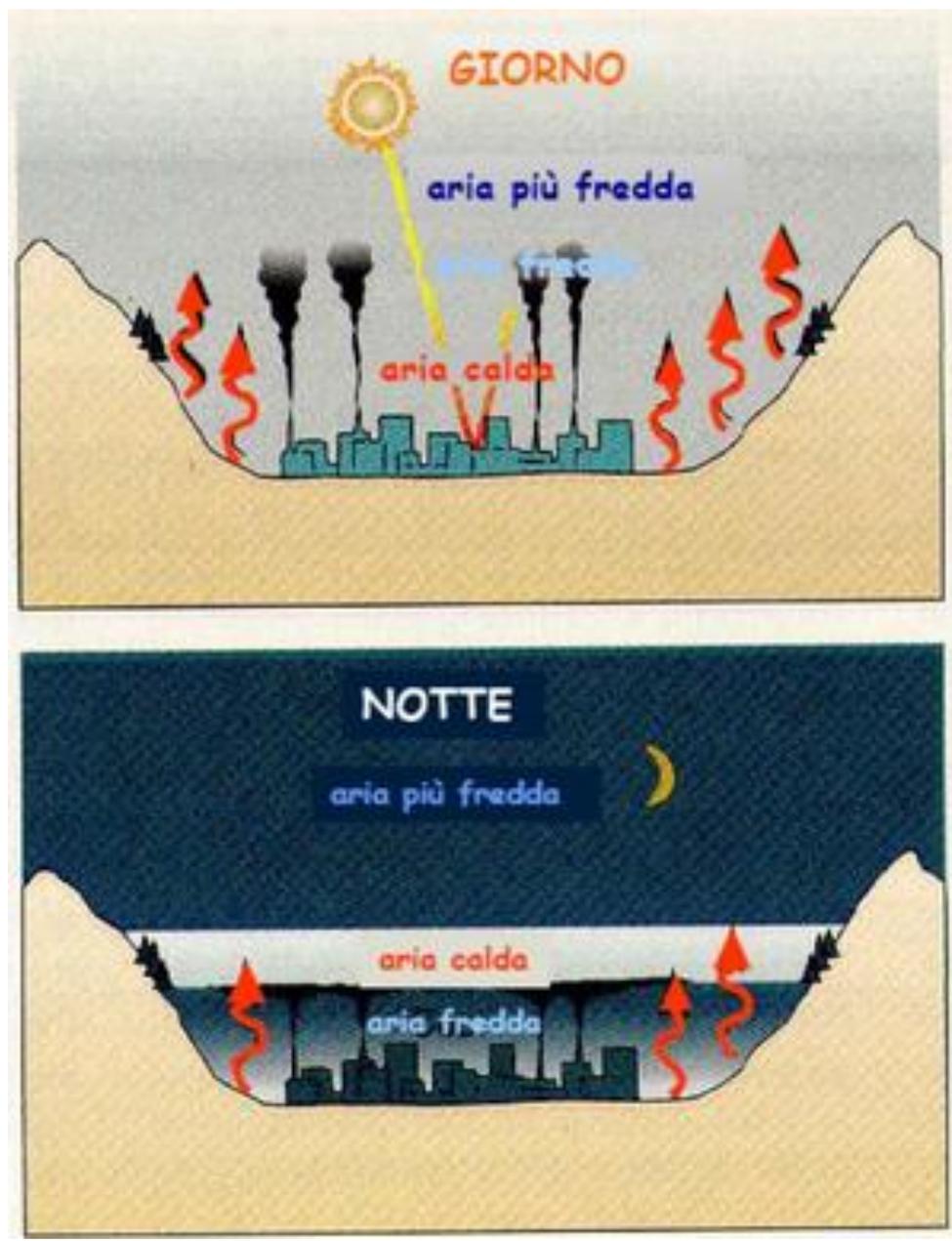
INVERNO: spesso si verificano **inversioni termiche e condizioni di forte stabilità atmosferica:** altezza dello strato di rimescolamento ridotta ed elevate concentrazioni inquinanti



INVERNO: Milano da Torre Branca, 95 m: l'altezza dello strato di rimescolamento si "vede"



ESTATE: Ghiacciaio del Lys (3647 m slm), Monte Rosa: guardando verso la pianura, l'altezza dello strato di rimescolamento si "vede"



I PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI

Biossido di zolfo (**SO₂**) (gas)

Monossido di carbonio (**CO**) (gas)

BTX (**benzene**, toluene, xilene) (gas)

Ossidi di Azoto (NO_x; **NO** e **NO₂**) (gas)

Ozono (**O₃**) (gas)

Particolato atmosferico (**PM10, PM2.5**)

Sono attualmente considerati gli inquinanti che in Europa incidono in maniera più significativa sulla salute

"Che cosa è" il PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM): dimensioni

Polveri totale sospese (PTS): materiale non gassoso (liquido-solido) caratterizzato da una bassa velocità di deposizione tale da rimanere sospeso in atmosfera un certo tempo.

Range dimensionale del particolato atmosferico:

5 nm – 100 μ m



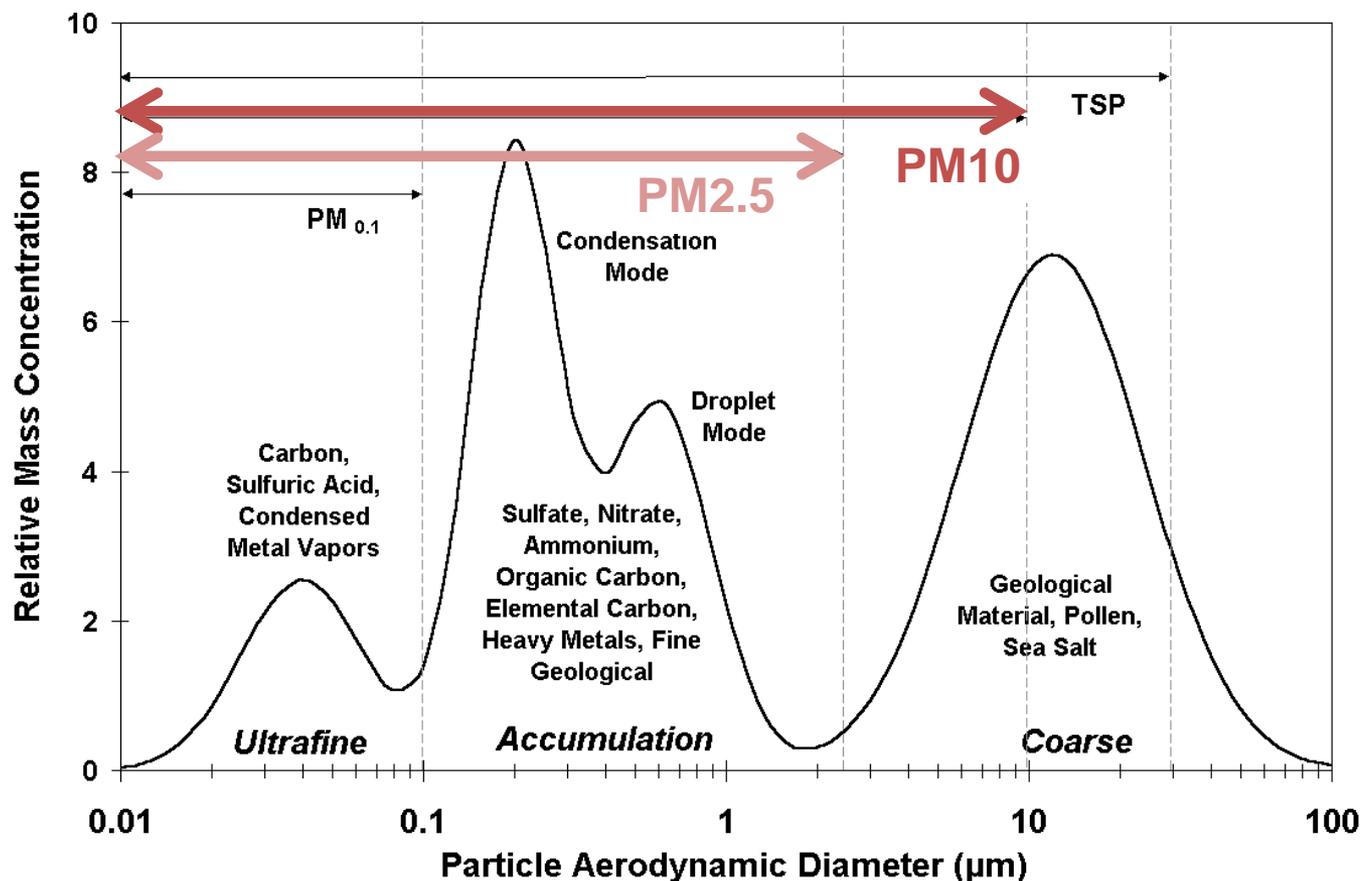
da 5 milionesimi a 1 decimo di mm !



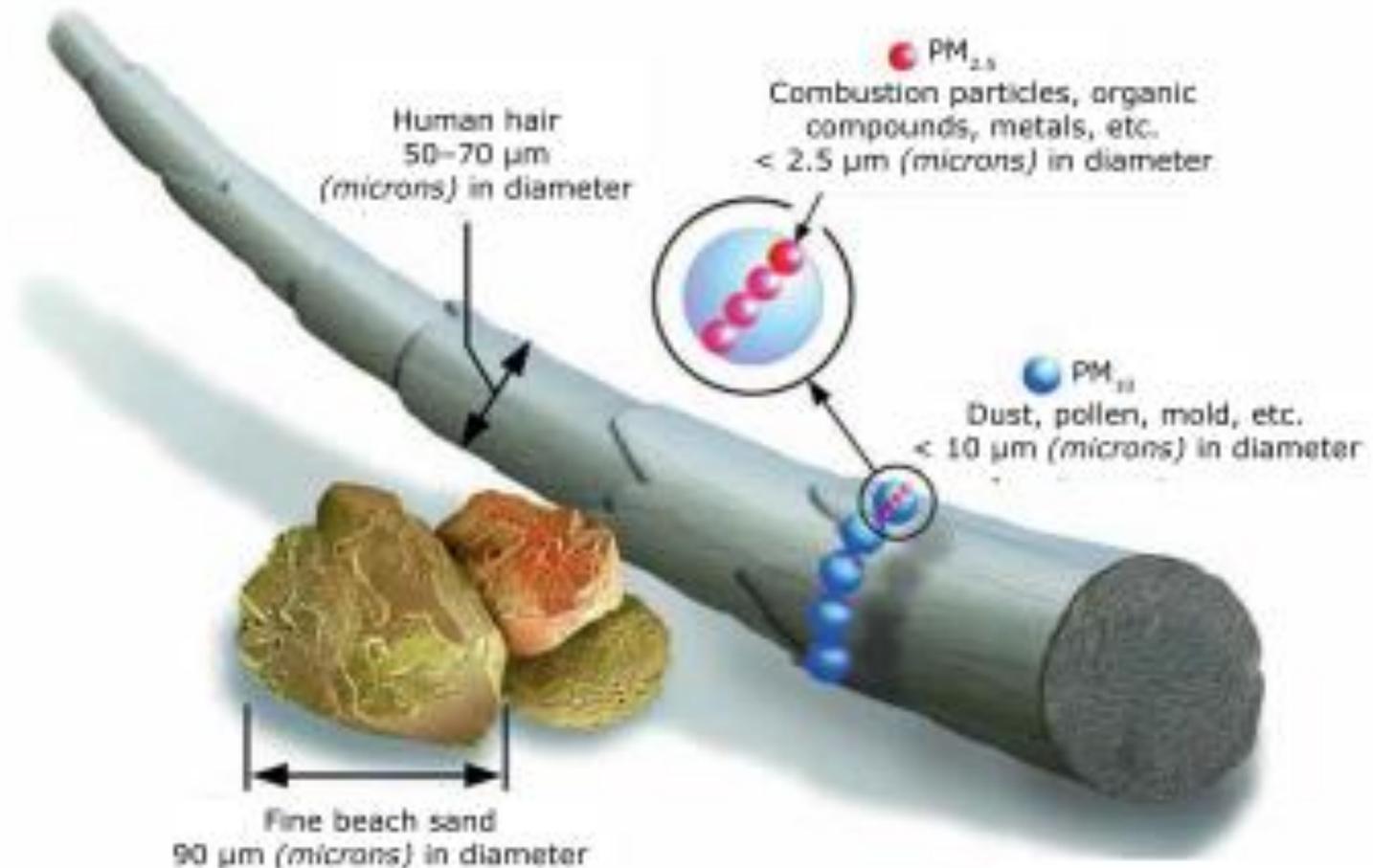
PM10 e PM2.5

PM10: particelle con diametro < 10 μm

PM2.5: particelle con diametro < 2.5 μm

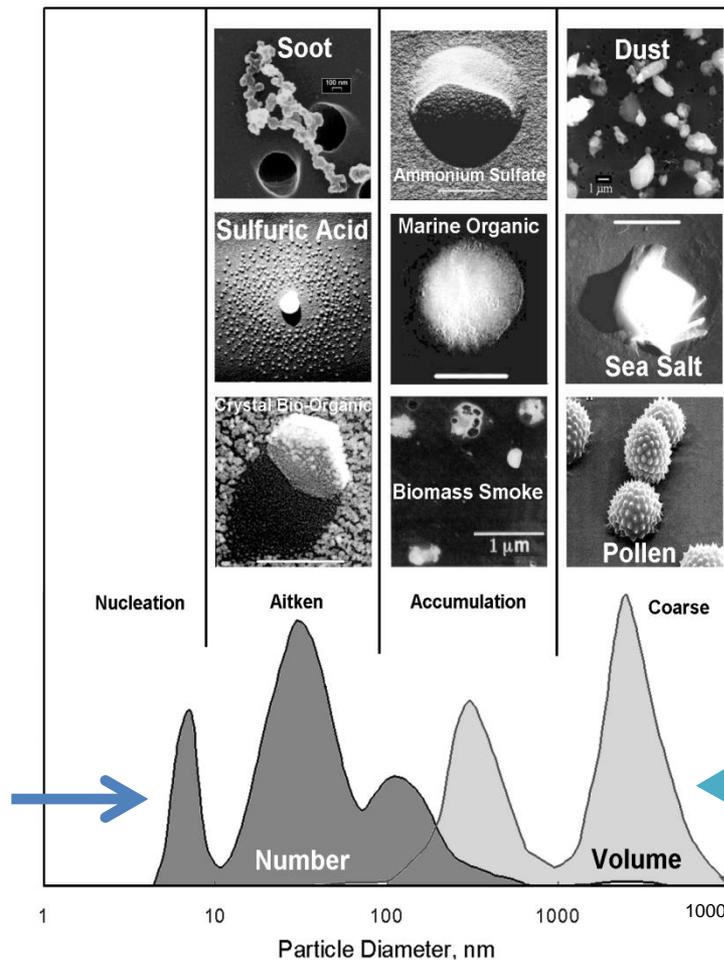


"Quanto è grande" il PM10 e PM2.5



Source: EPA, 2010.

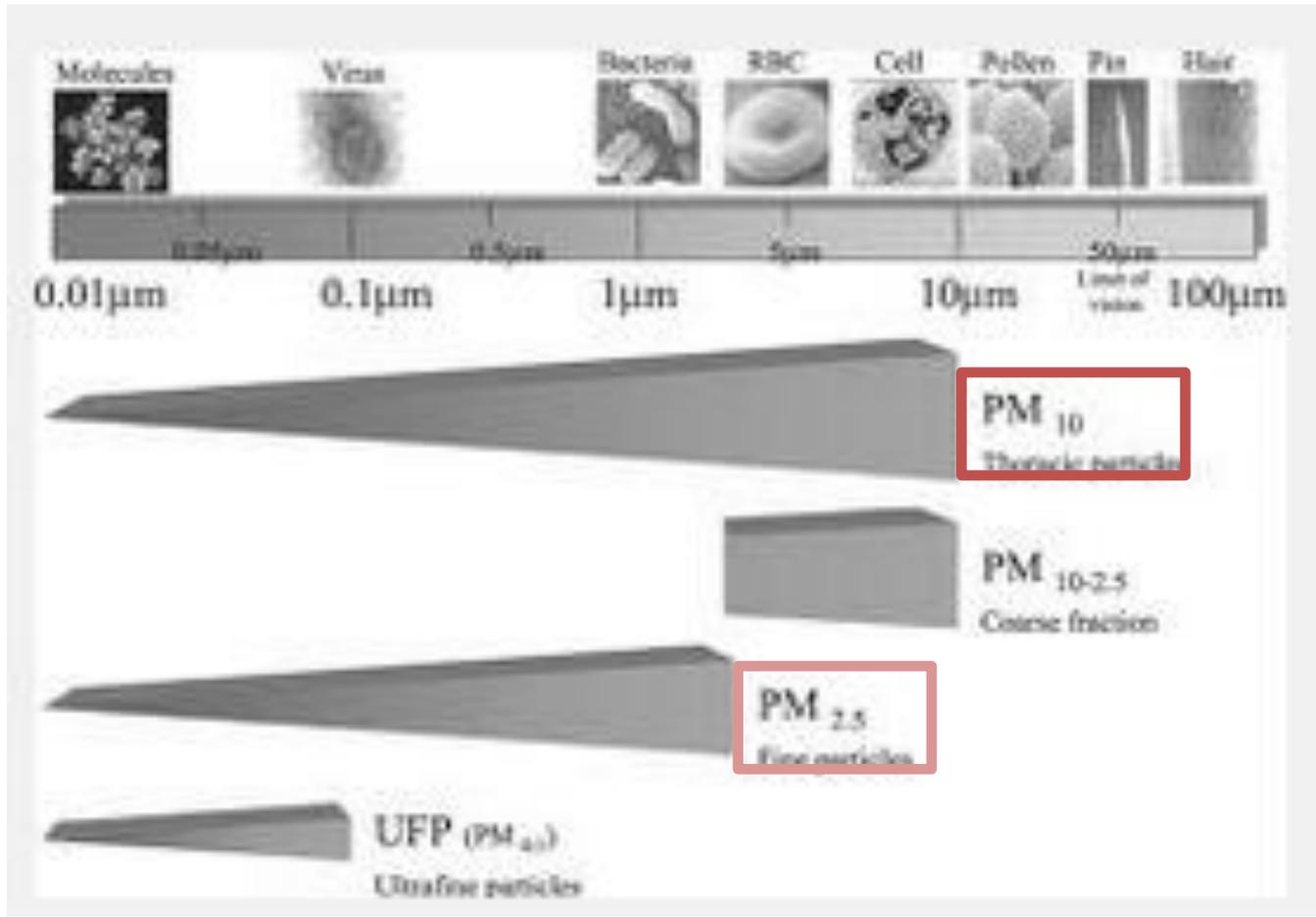
Distribuzione dimensionale del particolato atmosferico



concentrazione numerica di particelle

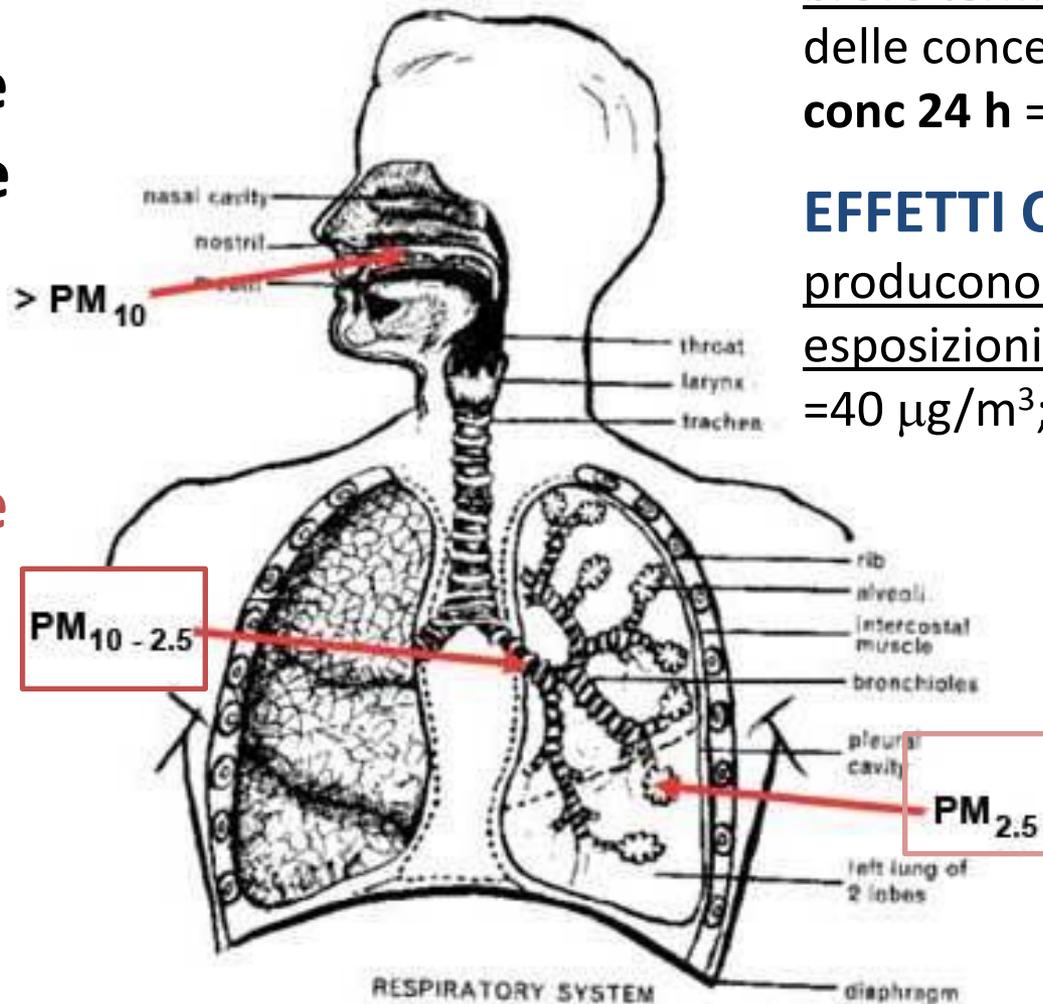
concentrazione volumetrica (massa) di particelle

0,1 1 10 μm (micrometri)
0,001 0,01 mm



Frazione
inalabile

Frazione
toracica



EFFETTI ACUTI: effetti immediati o breve termine per un innalzamento delle concentrazioni inquinanti (**PM10 conc 24 h = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$**)

EFFETTI CRONICI: effetti che si producono dopo lunghe e ripetute esposizioni (**PM10 conc. media annua = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; PM2.5 = $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$**)

Frazione
respirabile