

L'aria che respiriamo

L'aria che respiriamo è costituita per il 78,9% da azoto (N₂) per il 20,9% da ossigeno (O₂) e per lo 0,2% da anidride carbonica (CO₂), gas nobili (elio...) e idrogeno (H₂).

L'aria rappresenta una materia prima indispensabile per la vita degli organismi viventi: è infatti fonte dell'ossigeno necessario ai processi di produzione dell'energia che sono alla base della vita e della attività cellulare.

Gli interscambi tra aria atmosferica e organismi viventi avvengono attraverso vari organi e apparati, fra questi l'APPARATO RESPIRATORIO rappresenta il principale sistema di contatto con l'atmosfera e tutto ciò che in essa è presente.

Un individuo adulto respira:

- in condizioni di riposo: dai 6 ai 9 litri di aria al minuto (circa 9-13 metri cubi al giorno);
- durante una attività fisica moderata: 60 litri al minuto;
- durante una attività fisica intensa: 130 litri al minuto.

Questi volumi d'aria sono filtrati da una superficie respiratoria che si sviluppa per una estensione complessiva di ben 130-150 metri quadrati.

L'inquinamento atmosferico è dato dalla presenza nell'aria di una o più SOSTANZE INDESIDERABILI o ESTRANEE, in quantità e per una durata tali da alterare la salubrità dell'aria stessa e da costituire un pericolo per la salute umana.

Se si considera la quantità di aria che viene quotidianamente respirata da un individuo, ci si può meglio rendere conto della sua importanza ai fini della salute e dei rischi collegati alla respirazione di aria inquinata.

Le origini delle polveri

Le fonti di generazione del materiale particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}) sono molto ampie e dipendono sia da eventi naturali sia dalle attività antropiche.

Diversamente dagli altri inquinanti, il materiale particolato è una miscela nella quale la grandezza delle particelle e la loro composizione chimica varia da luogo a luogo proprio in ragione delle caratteristiche delle fonti di emissione dominanti.

Esse hanno infatti le caratteristiche derivanti dalle sostanze chimiche che le compongono e delle altre sostanze per le quali esse fungono da elemento di trasporto, come nel caso dei metalli.

Il fattore di generazione principale è costituito dai processi di combustione che a grande scala sono rappresentati da fonti naturali come i vulcani. Valga come esempio, il disastro ambientale causato dal Pinatubo o da fonti antropogeniche come le grandi centrali termoelettriche o i grandi impianti industriali.

Nelle città entrano in gioco il riscaldamento civile e domestico e, soprattutto, il traffico veicolare.

Un veicolo ha infatti più modi di originare materiale particolato:

- emissione dei gas di scarico che contengono il materiale particolato che, per le caratteristiche chimiche e fisiche che lo contraddistinguono, può essere chiamato anche "aerosol primario";
- usura dei pneumatici;
- usura dei freni.

Per effetto del loro movimento, tutti gli autoveicoli concorrono poi ad usurare il manto stradale ed a riportare in sospensione il materiale particolato.



Nelle aree suburbane e rurali, entrano in gioco anche le attività industriali quali, ad esempio, la lavorazione dei metalli e la produzione di materiale per l'edilizia, e le attività agricole.

Il materiale particolato gioca un ruolo fondamentale nei fenomeni di acidificazione, di smog fotochimico e nei cambiamenti climatici e pertanto si rende necessario analizzare e studiare i processi di diffusione e trasformazione a scala continentale.

A tale scopo può essere quantificato il valore della concentrazione "di fondo", dovuto al trasporto del particolato a lungo raggio, al quale nelle aree urbane, si aggiunge il contributo delle fonti locali.

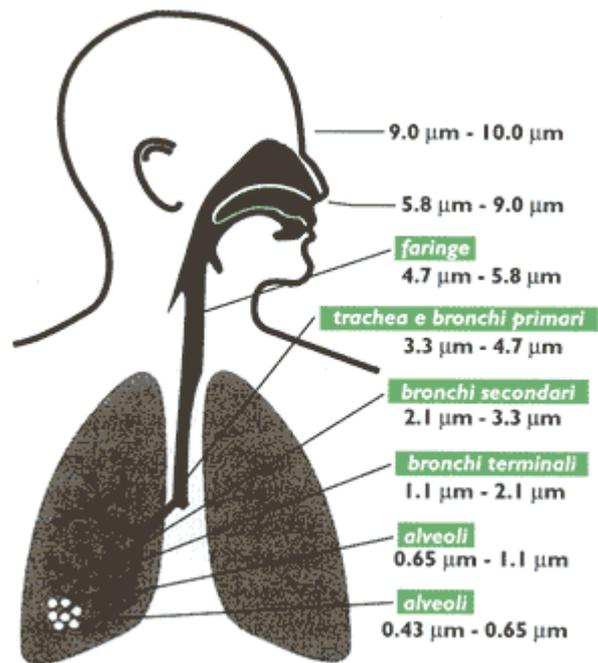
L'importanza delle dimensioni delle particelle

Le dimensioni delle particelle in sospensione rappresentano il parametro principale che caratterizza il comportamento di un aerosol¹.

Dato che l'apparato respiratorio è come un canale che si ramifica dal punto di inalazione (naso o bocca) sino agli alveoli con diametro sempre decrescente, si può immaginare come il ferro si depositi molto prima della particella di sale e questa molto prima di quella di materiale plastico. Il rischio determinato dalle particelle è dovuto alla deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli.

L'impatto si ha quando la velocità delle particelle si annulla per effetto delle forze di resistenza inerziale alla velocità di trascinamento dell'aria, che decresce dal naso sino agli alveoli.

Questo significa che man mano che si procede dal naso o dalla bocca attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano. Approssimativamente la parte delle particelle totali sospese (PTS) con diametro intorno e inferiore ai 10 µm (PM10²) interessano il tratto tracheo-bronchiale e le particelle con diametro intorno e inferiore ai 2,5 µm (PM2,5) si depositano negli alveoli.



L'inalazione e la deposizione delle polveri nell'apparato respiratorio

Nel caso specifico delle polveri, la proporzione di quelle presenti in sospensione³ nell'aria che vengono inalate dipendono dalla velocità e direzione di spostamento dell'aria vicino all'individuo, dalla sua frequenza respiratoria e dal tipo di respirazione (nasale od orale).

Le particelle inalate, si possono depositare in qualche tratto dell'apparato respiratorio, oppure essere espirate.

Se le particelle depositate sono liquide o solubili possono essere assorbite dai tessuti in qualsiasi punto dove si depositano e provocare dei danni intorno a tale punto, se sono corrosive o radioattive o in grado di avviare qualsiasi azione locale.

Le particelle insolubili possono essere trasportate, in base alle loro dimensioni, verso altre parti del tratto respiratorio o del corpo, dove possono essere assorbite o provocare danni biologici.

¹ aerosol: una sospensione di particelle solide e/o liquide in un mezzo gassoso, la cui velocità di ricaduta è trascurabile.

² PM10 (particulate matter < 10 µm): frazione inalabile; PM2,5 (particulate matter < 2,5 µm): frazione respirabile sono frazioni ad "alto rischio".

³ polveri in sospensione (PTS) comprende quelle particelle di polvere nell'atmosfera che hanno solitamente una dimensione tra i 2,5 e 30 micron e che restano in sospensione nell'aria.

L'aria inquinata causa malattie?

Non vi sono più dubbi sul fatto che l'inquinamento atmosferico rappresenti un rischio per la salute umana, pur se, ancor'oggi, per molte delle sostanze nocive facenti parte della miscela complessa che costituisce l'inquinamento atmosferico gli effetti non sono del tutto noti.

L'inquinamento atmosferico non agisce soltanto sull'apparato respiratorio; infatti batteri, virus e allergeni come i pollini, o le sostanze contenute nel fumo di tabacco possono causare anche altri disturbi a livello più generale così come le sostanze inquinanti presenti nell'aria.

Ad esempio, gli idrocarburi volatili e il monossido di carbonio penetrano nei polmoni e raggiungono il cervello ed altri organi tramite il sangue, così come le particelle di metalli di dimensioni piccolissime raggiungono il sangue e si possono depositare nelle ossa, nei denti e nei reni. Già piccole quantità di piombo hanno effetti sulle facoltà cerebrali dei bambini. Il particolato infine provoca effetti anche sul sistema cardiocircolatorio.

Le vie respiratorie possiedono una serie di "meccanismi di difesa" contro le sostanze estranee che penetrano in esse.

Le vie aeree superiori sono rivestite da una mucosa, costituita soprattutto da cellule cigliate (munite cioè di piccolissimi peluzzi) e di cellule caliciformi (che secernono muco).

Le ciglia delle cellule si muovono a onda, in modo coordinato; così trasportano la sottile patina di muco e le sostanze estranee che vi restano attaccate verso la cavità orale, dove vengono inghiottite.

Inoltre fra le cellule della mucosa vi sono le terminazioni di finissime fibre nervose le quali possono essere irritate dalle sostanze nocive presenti nell'aria e possono determinare una contrazione della muscolatura dei bronchi, un aumento della secrezione di muco e provocare la tosse.

Negli alveoli, cioè le parti più profonde dei polmoni, la funzione di ripulitura non è più svolta da queste cellule, ma da altre cellule chiamate macrofagi (o cellule spazzine) che mangiano e smaltiscono i batteri penetrati nell'organismo, nonché i resti di cellule distrutte.

Le sostanze nocive che penetrano nelle vie aeree possono, sia a seguito di esposizioni acute (cioè di breve durata) che di esposizioni croniche, danneggiare in vario modo tutti questi meccanismi di difesa.

Gli effetti sulla salute delle particelle sospese

Esiste un livello di esposizione a particelle in sospensione al di sotto del quale non ci sono effetti avversi sulla salute della popolazione?

Gli studi epidemiologici hanno evidenziato una relazione lineare fra l'esposizione a particelle ed effetti sulla salute.

Vale a dire, che quanto più è alta la concentrazione di particelle nell'aria tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione.

Allo stato attuale delle conoscenze, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità non è possibile fissare una soglia di esposizione al di sotto della quale certamente non si verificano nella popolazione degli effetti avversi sulla salute. Per questo motivo, l'OMS non fornisce un valore guida di riferimento per le particelle, ma indica delle "funzioni di rischio" per i diversi effetti sulla salute.

Tali funzioni quantificano l'eccesso di effetto avverso per la salute che ci si deve aspettare per ogni incremento unitario delle concentrazioni di PM10 o di PM2,5.

Recenti studi indicano inoltre che l'esposizione acuta a particelle in sospensione contenenti metalli (come le particelle derivanti dai combustibili fossili usati come carburanti) possono causare un vasto spettro di risposte infiammatorie nelle vie respiratorie e nel sistema cardiovascolare (danneggiamento cellulare e aumento della permeabilità cellulare), verosimilmente in relazione alle loro componenti metalliche.

Nelle persone sensibili (come gli asmatici e le persone con malattie polmonari e cardiache preesistenti), c'è ragione di temere un peggioramento della meccanica respiratoria (diminuzione della funzione polmonare) ed uno scatenamento di sintomi (es. tosse o un attacco di asma), nonché un'alterazione dei meccanismi di regolazione del cuore e della coagulazione del sangue.

Nell'ultimo decennio, numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato un'associazione tra i livelli di inquinanti atmosferici a cui la popolazione è normalmente esposta nelle città ed una serie di effetti negativi sulla salute.

Tali studi sono stati condotti in numerosi Paesi del mondo, con criteri rigorosamente scientifici ed hanno fornito risultati riproducibili.

Nella maggior parte di questi studi l'inquinamento atmosferico è stato determinato dalla presenza nell'aria delle particelle in sospensione, di ossidi di azoto (NO_x), di anidride solforosa (SO₂) e di monossido di carbonio (CO).

Tuttavia, nell'insieme degli studi, le particelle in sospensione (e soprattutto le frazioni di più piccole dimensioni come il PM₁₀ e il PM_{2,5}) sono risultate l'indicatore di qualità dell'aria più consistentemente associato con una serie di effetti avversi sulla salute.

Gli studi hanno evidenziato un eccesso misurabile di esiti clinici dell'inquinamento da particelle.

Tali effetti sono sia di tipo acuto, ossia si manifestano nella popolazione nei giorni in cui la concentrazione degli inquinanti è più elevata (aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti predisposti, infezioni respiratorie acute, crisi di asma bronchiale, disturbi circolatori e ischemici), sia di tipo cronico, ossia si presentano per effetto di un'esposizione di lungo periodo (sintomi respiratori cronici quale tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, ecc.).

Inoltre studi condotti negli Stati Uniti ed in molti Paesi europei hanno evidenziato un'associazione fra i livelli di inquinanti atmosferici e il numero giornaliero di morti o di ricoveri in ospedale per cause respiratorie e cardiovascolari.

Impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico.

Incremento percentuale nella frequenza dei fenomeni sanitari in una città all'aumentare di 10 microgrammi/m³ di PM10 (da *Linee guida sulla qualità dell'aria OMS 2000*)

EFFETTI SULLA SALUTE	Incremento % della frequenza degli effetti sulla salute per un aumento di 10 microgrammi/m ³ di PM10	Intervalli di confidenza
Effetti a breve termine (acuti)		
Uso di bronco dilatatori	3	2 - 4
Tosse	3	3 - 5
Sintomi delle basse vie respiratorie	3	1,8 - 4,6
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	- 13	- 0,17 a 0,09
Aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie	0,8	0,5 - 1,1
Aumento della mortalità giornaliera totale (escluse morti accidentali)	0,7	0,6 - 0,9
Effetti a lungo termine (cronici)		
Aumento complessivo della mortalità (escluse morti accidentali)	10	3 - 18
Bronchiti	29	1 - 83
Diminuzione della funzione polmonare nei bambini rispetto alla media (picco espiratorio)	- 1,2	-2,3 a 0,1
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	- 1	non valutabile

La tabella riassume le conseguenze sulla salute dell'inquinamento atmosferico, a breve e a lungo termine, stimati per un aumento di 10 µg/m³ della concentrazione di PM10; questi dati sono basati sulla letteratura epidemiologica attualmente disponibile.

Popolazioni suscettibili agli effetti delle particelle

Sulla base degli studi epidemiologici, risultano particolarmente suscettibili agli effetti del particolato i soggetti anziani e quelli con malattie cardiocircolatorie e polmonari.

Anche i neonati e i bambini risultano essere popolazioni potenzialmente suscettibili.

In particolare i bambini sembrano a maggior rischio per alcuni effetti respiratori quali lo scatenamento di crisi di asma bronchiale e l'insorgenza di sintomi respiratori (come tosse e catarro). L'esposizione nei bambini infatti è influenzata dalle loro attività e dal luogo dove queste attività vengono svolte. In confronto agli adulti, stanno molto di più all'aperto praticando giochi e sport. I bambini e i ragazzi hanno in particolare un'alta frequenza respiratoria, in relazione ai loro livelli di consumo di ossigeno. La loro relativa grande superficie corporea per unità di peso e il loro elevato livello di attività determinano una grande spesa energetica per la maggiore termogenesi di quella richiesta per un adulto.

La media della frequenza respiratoria di bambini in età 3-12 anni è approssimativamente doppia rispetto a quella di un adulto (425 rispetto a 232 l/kg/die).

Confrontando le frequenze respiratorie in questi due gruppi per un periodo di un'ora, un bambino che gioca può respirare un volume d'aria 4,5 volte maggiore di quello di un adulto sedentario.

Stanco di respirare aria inquinata?

Puoi aiutare a ridurre l'inquinamento con misure di prevenzione e stili di vita corretti.

Nelle scelte quotidiane, andando al lavoro o a scuola, usando il riscaldamento o l'aria condizionata, si fanno delle scelte che possono contribuire a ridurre o aumentare l'inquinamento.

Guidare meno

I due modi per ridurre l'inquinamento atmosferico sono guidare meno e migliorare il proprio stile di guida. Diminuire il numero dei chilometri percorsi aiuta a diminuire l'inquinamento atmosferico. Migliorare lo stile di guida riduce il contributo della propria auto all'inquinamento.

Guidare di meno non significa stare a casa. Occorre cercare di combinare l'automobile con altre modalità di spostamento per andare dove si vuole:

- carpool (usare in più persone la stessa auto);
- camminare o andare in bicicletta aiuta a mantenersi in forma;
- usare i mezzi pubblici.

Guidare meglio

Guidare meglio aiuta a ridurre l'inquinamento atmosferico:

- accelerare gradualmente;
- rispettare i limiti di velocità;
- domandarsi se si ha la reale necessità di spostarsi in auto;
- programmare gli spostamenti;
- mantenere l'efficienza dell'auto anche sottoponendola a verifiche periodiche come il bollino blu;
- mantenere i pneumatici alla corretta pressione;
- cambiare e / o acquistare automobili scegliendo modelli meno inquinanti o a metano;

Risparmiare energia

Risparmiare energia aiuta a ridurre l'inquinamento atmosferico. Quando si bruciano combustibili fossili, si inquina l'aria. Usare meno benzina, gas e elettricità (le centrali elettriche bruciano combustibili fossili per generare elettricità):

- spegnere la luce quando si lascia la stanza;
- sostituire le lampadine con quelle a risparmio energetico;
- spegnere il riscaldamento o l'aria condizionata in caso di non necessità;
- usare il ventilatore e non l'aria condizionata;

- installare miscelatori di aria sui rubinetti di casa.

Misure di prevenzione e di tutela della salute

- Utilizzare il meno possibile il mezzo di trasporto privato, perché è dimostrato che questo tipo di inquinante è presente all'interno dell'abitacolo dei veicoli in concentrazioni superiori a quelle esterne;
- Evitare gli esercizi e gli sforzi fisici all'aria aperta nelle zone urbanizzate (jogging, footing, ecc.), nelle quali è maggiore la concentrazione del pm10;
- Le persone appartenenti ai gruppi a rischio devono evitare di rimanere a lungo all'aperto nelle giornate di maggior inquinamento;
- Ricambiare l'aria degli ambienti confinati solo nelle prime ore della giornata, in quanto la concentrazione del PM10 è più bassa;
- Utilizzare quando le concentrazioni sono elevate, maschere del tipo Filtro Facciale Protezione 3 (FFP3), in quanto protegge da polveri tossiche, è dotata di valvola che favorisce l'espirazione e aderisce con facilità alla forma del viso.