

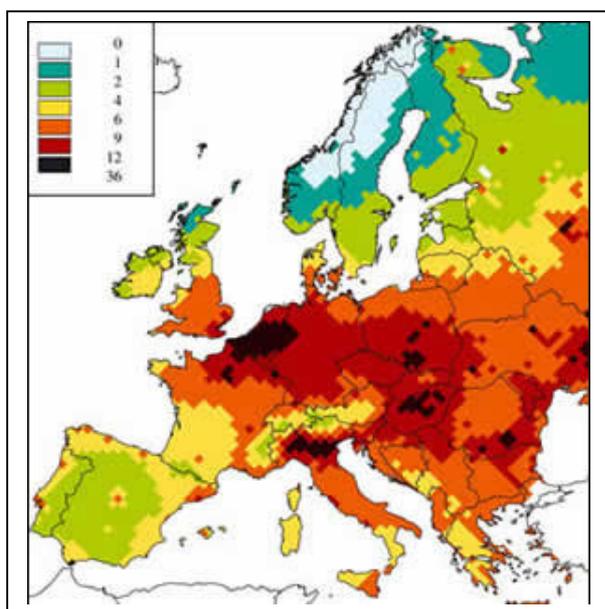


**AZIENDA OSPEDALIERA "G. SALVINI"
VIALE FORLANINI, 121
20024 – GARBAGNATE MILANESE**

**Dipartimento di Medicina Generale e Specialistica
U.O. PNEUMOLOGIA P.O. Garbagnate**

**INQUINAMENTO, che cosa è e quali sono gli effetti sulla nostra salute.
a cura di Adriano Vaghi
Direttore U.O. Pneumologia**

Che cos'è l'inquinamento



L'inquinamento atmosferico può essere definito come la contaminazione dell'aria causata dall'immissione di sostanze gassose, liquide o solide che ne alterano la naturale composizione e che possono avere effetti nocivi per la salute.

Gli effetti negativi dell'inquinamento non si limitano all'uomo ma coinvolgono tutti gli esseri viventi, basti pensare alle piogge acide che provocano gravi danni ai boschi, alle acque, ed ai monumenti.

Ogni anno nei paesi industrializzati sono prodotti e rilasciati nell'atmosfera miliardi di tonnellate di sostanze inquinanti, ne sono state individuate più di 3.000, le più importanti sono: gli ossidi di zolfo (SO₂), il biossido di Azoto (NO₂), l'ozono (O₃),

l'ossido di carbonio (CO) ed il microparticolato (PM₁₀). Provengono in gran parte da diversi processi di combustione; gli ossidi di zolfo dalla combustione del carbone, il biossido d'azoto e l'ozono e l'ossido di carbonio dagli autoveicoli, dai processi di combustione industriali e dal riscaldamento abitativo.

Ovviamente l'impatto sull'ambiente è direttamente proporzionale alle concentrazioni nell'aria che vengono attualmente misurate in diverso modo.

La concentrazione dei composti gassosi come l'ozono e l'ossido di carbonio vengono misurati come parti per milione di molecole di aria (ppm) mentre le sostanze liquide o solide come il microparticolato, di cui sentiamo spesso parlare come causa di blocco del traffico automobilistico, sono misurate in microgrammi (mcg) per metro cubo. Per il microparticolato il limite soglia di concentrazione media annuale consentito è stato stabilito in 40 mcg per metro cubo di aria e nel 2010 è prevista una diminuzione a 20 mcg per metro cubo, mentre il valore soglia che non dovrebbe essere superato giornalmente è di 50 mcg per metro cubo.

Ovviamente non esiste una quota di microparticolato che non fa male ed il superamento della soglia giornaliera ha un significato esclusivamente statistico, infatti per le norme europee sono consentiti fino a 35 superamenti per anno.

Di fatto a Milano solo nel 2005 se ne sono verificati 135 e la media delle concentrazioni del PM₁₀ nei primi giorni del 2006 è stata di circa 120 mcg per metro cubo, un valore enormemente superiore a quello consentito.

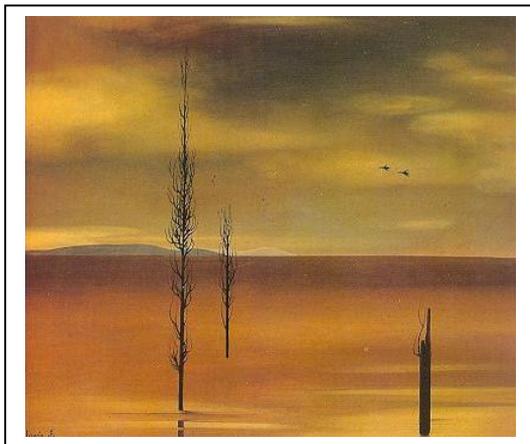
Per PM10 si intende l'insieme delle particelle sospese nell'aria (una sorta di aerosol) con un diametro aerodinamico inferiore a 10 micron, circa quelle di una cellula mentre il diametro di un capello è di circa 60 micron.

La quota più pericolosa, perché una volta inalata può raggiungere il polmone profondo, è il PM 2.5, cioè le particelle con un diametro inferiore a 2.5 micron.

Infatti solo le particelle più piccole, quelle con diametro inferiore a 5 micron, raggiungono le vie aeree mentre quelle di maggior dimensione si fermano per impatto nelle prime vie aeree (naso).

Dato che ogni giorno respiriamo circa 15 metri cubi di aria, il polmone, che ha una superficie di scambio con l'ambiente di circa 70 metri quadri può raccogliere, con le attuali concentrazione di PM10 nell'aria, circa 2 mg di polveri il giorno.

Clima e inquinamento



Gli inquinanti una volta prodotti si "diluiscano" nell'atmosfera, quindi i fattori meteorologici giocano un ruolo importante nel condizionare il livello della loro concentrazione ambientale, ovviamente la pioggia determina la precipitazione del microparticolato, il vento può provocarne la dispersione, al contrario la cosiddetta "inversione termica", fenomeno caratterizzato dal ristagno di aria fredda vicino al suolo che non può risalire negli strati più alti perché è più pesante di quella calda che la sovrasta, consente un progressivo accumulo atmosferico di inquinanti fino a raggiungere

picchi pericolosissimi per la salute.

Solitamente si distingue un cosiddetto inquinamento ossidante provocato dagli ossidi di zolfo (SO₂) ed uno riducente provocato dall'ossido di azoto.

Gli ossidi di zolfo (inquinanti primari) sono prodotti in gran parte dalla combustione del carbone che contiene zolfo e nell'atmosfera possono essere trasformati in anidride solforosa e acido solforico (inquinanti secondari).

Le particelle di carbone presenti nell'aria dopo la combustione (fuliggine), gli ossidi di zolfo ed il vapore acqueo costituivano i principali componenti del cosiddetto "smog" o "fumo di Londra", quando l'utilizzo del carbone era ancora assai diffuso, e sono stati i responsabili dei picchi di inquinamento che si sono verificati negli anni 50 e 60. Questi fumi, contenenti acidi solforici rilasciati a circa 50-100 metri dal suolo dalle ciminiere potevano essere trasportati dal vento anche a centinaia o migliaia di chilometri dall'Inghilterra e dare origine alle cosiddette piogge acide (acide perché contengono acidi solforici) in Svezia o Norvegia, determinando la distruzione di intere foreste e della vita animale nei laghi causata dall'abbassamento del PH.

Le piogge "acide" sono anche responsabili della distruzione dei monumenti perché trasformano il calcare della pietra o dei marmi in gesso che progressivamente si sfarina, sotto l'effetto degli agenti meteorologici (pioggia, vento, escursioni termiche).

L'inquinamento ossidante costituisce ancora in Cina e nei paesi dell'Est, che utilizzano il carbon fossile per produrre energia elettrica e per il riscaldamento, il tipo di inquinamento più comune, al contrario, a Londra lo smog è diventato un fenomeno molto meno diffuso grazie alle nuove norme anti inquinamento.

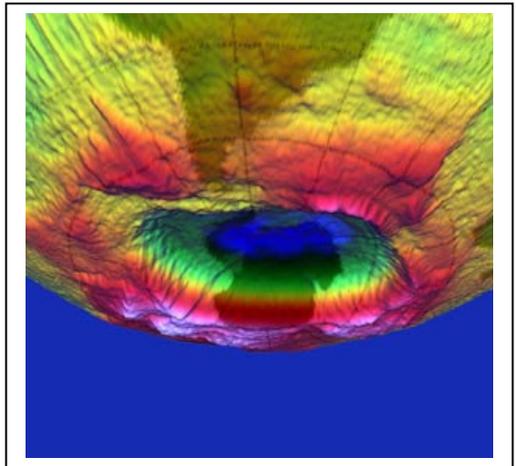
Il cosiddetto inquinamento "riducente" è invece tipico dei climi caldi-temperati ed è prodotto dal traffico, picchi di inquinamento si possono quindi verificare anche nei mesi estivi in presenza di alta pressione e assenza di vento.

La combustione dei motori libera nell'aria NO₂ (biossido d'azoto), oltre a CO (ossido di carbonio, in particolare nei motori a benzina), idrocarburi e microparticolato (in particolare i motori a diesel). L'NO₂ nell'atmosfera in presenza di ossigeno (O₂) e dei raggi ultravioletti provoca la sintesi di ozono (O₃) che è un gas con un potente effetto irritante sulle vie aeree, anche se paradossalmente è lo stesso gas che, presente negli strati più alti dell'atmosfera, è quello che ci protegge dall'effetto dei raggi ultravioletti, bloccandoli. Altre sostanze inquinanti prodotte dall'uomo i CFC (cloro-fluoro-carboni), gas presenti nelle bombolette spray come propellenti o negli impianti di refrigerazione, hanno come effetto, dopo essere stati rilasciati nell'aria, quello di distruggere le molecole di ozono.

I raggi ultravioletti sono particolarmente pericolosi per la pelle e possono provocare tumori cutanei. In Australia dove è stato segnalato il "buco dell'ozono" si è infatti osservato un netto aumento di questi pericolosi tumori.

Da ultimo sottolineiamo una particolare fonte inquinante che è provocata dal massiccio impiego di combustibili fossili e che di per sé non è immediatamente nociva per la salute ma che ha un notevole impatto ambientale "l'anidride carbonica". L'anidride carbonica presente nell'atmosfera lascia passare i raggi del sole ma impedisce che le radiazioni infrarosse (quelle associate al calore) riflesse possano lasciare l'atmosfera, si comporta quindi come il vetro di una serra determinando un progressivo riscaldamento dell'atmosfera terrestre.

Visti i pericoli connessi all'inquinamento diversi Governi hanno recentemente intrapreso dei programmi comuni finalizzati a contenerne l'impatto le cui norme sono state siglate negli accordi di Montreal, per ridurre l'emissione dei CFC, e di Kyoto, per ridurre l'emissione dell'anidride carbonica.



Effetti sulla salute



I "picchi di inquinamento" (inquinamento acuto) che si verificano in occasione dei fenomeni di prolungata "inversione termica" provocano effetti purtroppo drammatici che hanno una notevole risonanza sulla stampa e tra il pubblico, mentre gli effetti dell'esposizione prolungata a basse concentrazioni di inquinanti, che rappresenta l'evenienza più comune ed il destino di tutti quelli che abitano in città, rappresenta un fenomeno meno eclatante ma non meno pericoloso

per la salute.

Per quanto riguarda l'inquinamento acuto ricordiamo gli episodi verificatesi a Londra nel 1952 e nel 1962 (inquinamento ossidante prodotto dall'impiego del carbone) dove nel giro di pochi giorni si sono registrate rispettivamente 4000 e

1000 morti. Le persone più colpite sono solitamente i bambini, gli anziani ed i soggetti affetti da malattie polmonari croniche, asma e BPCO (Bronco Pneumopatia Cronica Ostruttiva sinonimo del complesso bronchite cronica-enfisema) e dai cardiopatici.

Per quanto riguarda l'esposizione "cronica" ma prolungata nel tempo agli inquinanti recenti studi effettuati in Italia (Viegi 2000) hanno messo in evidenza come gli abitanti delle città inquinate hanno una maggior frequenza di sintomi respiratori (tosse, difficoltà respiratoria) rispetto a quelli che vivono in campagna, inoltre il declino della funzione respiratoria (perdita di capacità polmonare annua valutata in millilitri) è decisamente superiore nei soggetti che abitano in città inquinate rispetto a chi abita in luoghi non inquinati.

I dati epidemiologici che correlano inquinamento e malattie respiratorie sono ormai numerosissimi ed assolutamente incontestabili.

Tra gli abitanti di Austria, Francia, Svizzera, all'inquinamento sono attribuibili annualmente 25.000 nuovi casi di bronchite cronica, 290.000 episodi di bronchite acuta nei bambini e 500.000 casi di asma.

L'inquinamento è direttamente responsabile o corresponsabile di tutte le più importanti patologie dell'apparato respiratorio, dalla tosse alle infezioni polmonari (bronchiti, polmoniti), alle patologie broncoostruttive (asma e BPCO) ai tumori polmonari ed inoltre causa un significativo aumento di mortalità per tali patologie.

L'inverno si sa è associato ad un netto aumento delle infezioni polmonari, virali e batteriche, ebbene una delle cause di questo fenomeno è anche l'inquinamento che riduce le difese delle vie aeree (inibisce la cosiddetta fagocitosi dei batteri da parte delle cellule del sistema immunitario)

Recentemente è stato dimostrato che per un aumento di 10 mcg metro cubo di PM10 si verifica un aumento del 27% della tosse nella popolazione, si tratta di un sintomo apparentemente innocuo ma in realtà è invalidante e provoca un significativo peggioramento della qualità della vita del paziente, oltre ad avere un notevole impatto farmaco-economico dato che è il sintomo più comune per cui ricorriamo al medico di famiglia.

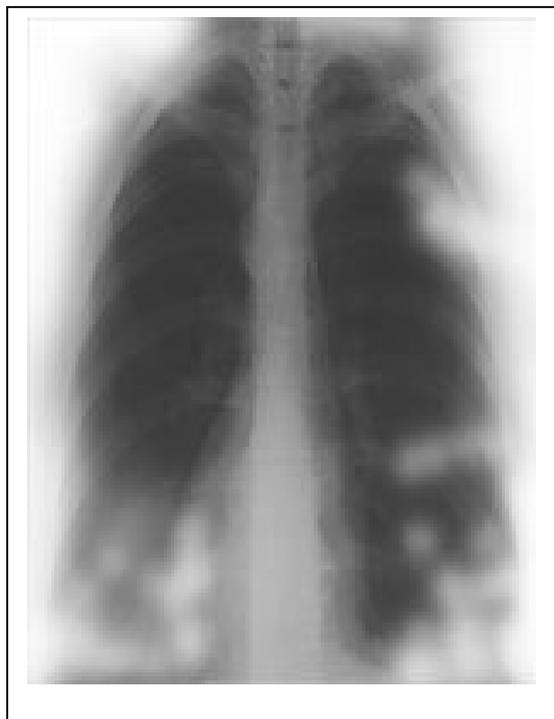
Il microparticolato prodotto dai motori diesel è stato anche ritenuto uno dei responsabili nell'aumento delle malattie allergiche (asma e rinite) in particolare nella popolazione infantile. Frammenti di polline infatti potrebbero aderire al microparticolato ed essere inalati, raggiunto il polmone profondo il complesso polline-microparticolato stimolerebbe la risposta immunitaria accelerando il fenomeno dell'immunizzazione e quindi della comparsa dell'allergia.

Ma la principale causa dell'attuale allarme inquinamento è rappresentata dall'aumento della mortalità osservata in chi soffre di malattie respiratorie e cardiache croniche.

Infatti per un aumento di 10 microgrammi metro cubo di PM10 oltre il valore soglia è stato dimostrato che si verifica un aumento di circa il 4% delle morti per malattie respiratorie del 1.5% per malattie cardiache e del 2% dei ricoveri per bronchite cronica (BPCO) e asma.

In uno studio condotto dall'ANPA (Agenzia Nazionale Protezione Ambiente) nel 1998 in 8 città italiane, per un totale di 8 milioni di abitanti, è stato dimostrato che circa il 4.7% delle morti verificatesi in quell'anno (3.500 soggetti) furono dovute all'inquinamento, cioè all'aumento di 30 microgrammi di PM10 oltre al valore soglia.

Meccanismo attraverso cui l'inquinamento provoca un effetto nocivo sulla salute



La domanda a cui dobbiamo rispondere adesso è qual è il meccanismo attraverso cui le diverse fonti di inquinamento provocano un danno alla salute.

Alcuni inquinanti hanno prevalentemente un effetto irritativo sull'apparato respiratorio come l'ozono o gli ossidi dello zolfo.

A livello delle vie aeree ci sono dei cosiddetti recettori della tosse che hanno la funzione di scatenare un accesso tussigeno quando sono stimolati ad esempio dalla inalazione di un corpo estraneo per espellerlo, le particelle inquinanti possono stimolarli e provocano quindi tosse; ma il meccanismo più importante è rappresentato dall'infiammazione.

Il microparticolato quando raggiunge il polmone innesca un processo infiammatorio ed è l'infiammazione che a sua volta aggrava la bronchite cronica o l'asma fino a

determinarne un peggioramento tale da mettere a rischio la vita del paziente.

Si tratta di un particolare tipo di processo infiammatorio che viene definito come "stress ossidativo" infatti il microparticolato contiene degli atomi di metalli di transizione che possono mediare delle reazioni chimiche che hanno come risultato finale la sintesi di sostanze ossidanti e radicali liberi.

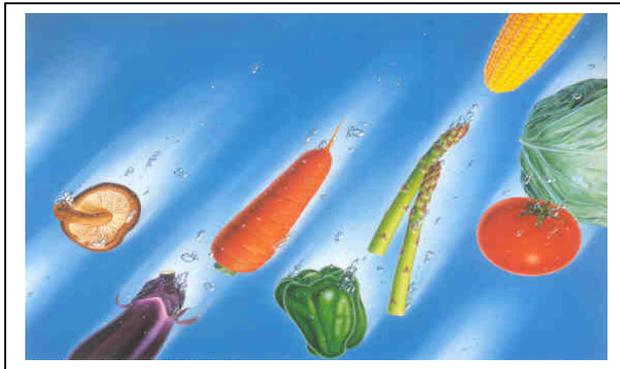
Il nostro organismo ed il polmone dispongono di difese antiossidanti come la vitamina C la vitamina A ed E ed inoltre il glutathione, ma se il danno provocato dall'inquinamento è eccessivo, cioè è eccessiva l'esposizione e la quota di inquinanti che giunge nel polmone, si verifica un abbattimento delle difese antiossidanti ed una netta prevalenza di radicali liberi che possono danneggiare le normali cellule polmonari e dell'organismo.

I radicali liberi e lo stress ossidativo sono più noti come mediatori dei processi di invecchiamento e morte cellulare ma si tratta dello stesso fenomeno.

Recentemente è stato dimostrato che i radicali liberi possono diffondere dal polmone nel circolo sanguigno, ricordiamo che il polmone serve per ossigenare il sangue e tutto il sangue dell'organismo passa attraverso il polmone.

I radicali liberi in circolo possono danneggiare altri organi come i vasi peggiorando il processi di aterosclerosi ed il cuore e questo fenomeno spiega perché durante i picchi di inquinamento si verifica un aumento, oltre alle morti dovute alle malattie dell'apparato respiratorio, delle morti per malattie cardiache e per infarto miocardio.

Come possiamo difenderci?



Ovviamente riducendo le fonti di inquinamento, mettendo a punto nuove tecniche per produrre energia con un minimo impatto ambientale, producendo automobili con sistemi che possano abbattere il microparticolato. Secondo lo studio dell'ANPA basterebbe una riduzione di 30 microgrammi di PM10 per metro cubo di aria per evitare 3.500 morti per anno nelle 8 città Italiane del campione.

Dato che gran parte del danno mediato dagli inquinanti è dovuto all'aumento dello stress ossidativo potrebbe essere utile migliorare le nostre difese antiossidanti consumando più frutta e verdura fresca, ma non ci sono studi, se non su modelli cellulari, sulla possibilità di usare le vitamine antiossidanti presenti in questi cibi freschi (Vit A, E e C) così come altre sostanze antiossidanti (tipo N-acetilcisteina) per difenderci dall'inquinamento; con l'avvertenza che l'assunzione di vitamine liposolubili che si possono accumulare nell'organismo, come quella A ed E, deve avvenire con il controllo medico.