

Inquinanti e i loro effetti

Le polveri atmosferiche

Con il termine polveri atmosferiche si indica una miscela di particelle solide e liquide sospese in atmosfera, che variano per composizione, provenienza e dimensione. Le polveri possono essere rimosse dall'atmosfera per deposizione secca o umida e ricadere al suolo, sulla vegetazione o nei corsi d'acqua. Le polveri atmosferiche vengono classificate in base alla dimensione del diametro delle particelle (misurato in micrometri o μm . 1000 micrometri sono pari a 1 millimetro), che può variare da 0,005 a 100 μm . All'interno di questo intervallo si definiscono:

- **grossolane** le particelle con diametro compreso tra 2,5 e 30 μ ;
- **fini** le particelle con diametro inferiore a 2,5 μm .

Le polveri grossolane hanno origine dai processi di combustione, dai processi erosivi e dalla disgregazione dei suoli. Pollini e spore rientrano in questa categoria di polveri.

Le polveri fini derivano dalle emissioni del traffico veicolare, dalle attività industriali e dagli impianti di produzione di energia elettrica.

Particolare attenzione viene riservata alle polveri con diametro inferiore ai 10 μm e ai 2,5 μm , denominate rispettivamente PM10 e PM2,5 (PM= Particular Matter). Il PM2,5 è incluso nel PM10 e ne costituisce il 60%. Il PM10 è una polvere inalabile, in quanto riesce a penetrare nell'apparato respiratorio fino alla laringe e respirabile perché, attraverso la respirazione, riesce ad arrivare fino agli alveoli polmonari. Queste polveri presentano un interesse sanitario superiore alle altre perché sono associate a numerose malattie dell'apparato respiratorio e cardiovascolare. Le polveri possono avere sia origine naturale (emissioni vulcaniche, aerosol marini, spore, pollini, erosione del suolo,...) sia antropica (emissioni prodotte dal traffico veicolare, dalle industrie e dai processi di combustione).

Il benzene

Il benzene è una molecola a forma di anello composta da 6 atomi di carbonio e 6 atomi di idrogeno, che rientra nella famiglia di composti chiamati **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**. È una sostanza liquida, ma a temperatura ambiente volatilizza molto facilmente, ovvero passa dallo stato liquido a quello gassoso. Può avere origine sia **naturale**, ad esempio dalle emissioni vulcaniche, sia **antropica**. Nei centri urbani la sua presenza è dovuta quasi esclusivamente alle attività umane, quali il traffico veicolare, la raffinazione delle benzine e la distribuzione dei carburanti. In particolare, questo gas viene rilasciato principalmente dai gas di scarico e in misura minore dall'evaporazione della benzina in tutte le fasi di trasporto, stoccaggio e distribuzione della benzina. Il fumo di tabacco rappresenta un'importante fonte di benzene nei locali confinati, tanto che la concentrazione di questo gas nelle abitazioni dei fumatori risulta superiore del 35% rispetto quella nelle abitazioni dei non fumatori.

Il benzene è assorbito per inalazione, contatto cutaneo o ingestione e può avere effetti cronici e/o acuti. L'effetto più noto dell'esposizione cronica al benzene riguarda la sua potenziale cancerogenicità.

Le deposizioni acide

Con il termine deposizioni acide si indica il processo di ricaduta dall'atmosfera di particelle, gas e precipitazioni acide. Se questa deposizione acida avviene sotto forma di precipitazioni (piogge, neve, nebbie, rugiade, ecc.) si parla di **deposizione umida**, in caso contrario il fenomeno consiste in una **deposizione secca**. Per descrivere questi fenomeni si può utilizzare anche l'espressione "piogge acide", con il quale, però, spesso si indica solo il fenomeno della deposizione acida umida.

Le sostanze che danno origine alle deposizioni acide sono gli ossidi di zolfo (SOx) e gli ossidi di azoto (NOx), la cui origine in atmosfera può essere sia antropica sia naturale. Se questi inquinanti non vengono in contatto con l'acqua atmosferica, si depositano al suolo, dando rapidamente origine a composti acidi. Nel caso in cui, invece, questi inquinanti entrino in contatto con l'acqua atmosferica, allora i composti acidi si formano prima della deposizione al suolo. Partendo

dagli ossidi di zolfo e dagli ossidi di azoto, si formano rispettivamente l'acido solforico e l'acido nitrico, che abbassano il normale pH dell'acqua da 5,5 a valori compresi tra 2 e 5, acidificando le precipitazioni.

Le deposizioni acide modificano l'acidità delle acque dei laghi e dei fiumi (rendendo impossibile la vita a pesci e altri organismi acquatici) e quella dei suoli (alterando la disponibilità degli elementi nutritivi, con conseguente riduzione della loro fertilità e produttività). Le deposizioni acide possono inoltre danneggiare direttamente la vegetazione (ad esempio, sciogliendo le cere di protezione delle foglie, le rendono più vulnerabili all'attacco dei parassiti), gli edifici, i monumenti. L'uomo e gli animali possono subire dei danni alla salute qualora si nutrano di alimenti provenienti da acque o suoli acidificati.

Il problema delle piogge acide si può risolvere riducendo le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto e di ossidi di zolfo. Per ridurre tali emissioni è necessario contenere l'impiego di combustibili fossili ricchi di zolfo (come il carbone) e ridurre l'uso delle automobili e le situazioni di traffico nelle nostre città. Esistono diverse tecnologie in grado di ridurre fortemente il contenuto in zolfo nelle materie prime impiegate per la produzione di energia elettrica da fonti fossili (bonifica dei carboni, sistemi di desolforazione, ed altri ancora). Inoltre, le ciminiere delle centrali elettriche e delle industrie sono state dotate di filtri che trattengono i composti solforati presenti nei fumi di scarico evitandone la dispersione nell'atmosfera. Le emissioni di ossidi di azoto, rilasciati principalmente dalle autovetture, possono invece essere ridotte mediante l'adozione di marmitte catalitiche. In particolare, è importante che il parco macchine di un paese (ovvero le automobili che vengono utilizzate dai suoi abitanti) sia giovane, poiché le auto di ultima generazione hanno dispositivi che consentono di contenere molto più efficacemente che in passato le emissioni di ossidi di azoto.

Prima che un ecosistema danneggiato dalle piogge acide, come un lago o un fiume o una foresta, possa ritornare allo stato di equilibrio originario, passano molti anni. L'uomo può però intervenire accelerando questo processo con alcuni interventi mirati: ad esempio, addizionando calce ai laghi o ai fiumi acidificati per riportare il loro pH alla neutralità (calcificazione). Tali tecniche sono però costose e hanno un effetto di durata limitata. In questi casi è sicuramente meglio prevenire il male piuttosto che intervenire per curare e attenuare il danno provocato.

L'ozono

Il buco dell'ozono

L'ozono (O₃) è un gas che allo stato libero si concentra tra i 15.000 e i 40.000 metri di altezza, in una fascia della stratosfera, detta ozonosfera, che funziona da schermo naturale nei confronti delle radiazioni solari ultraviolette, dannose per la vita degli esseri viventi. Da diversi anni la quantità di ozono nella stratosfera risulta diminuita per effetto di alcune sostanze di origine antropogenica, come i clorofluorocarburi (CFC), il bromuro di metile, i gas Halon e il metilcloroformio. Questi gas, raggiunta la stratosfera, liberano cloro e bromo, atomi in grado di interferire con le reazioni di formazione dell'ozono. A partire dagli anni ottanta si è registrata una lenta e graduale degradazione dell'ozono stratosferico, in modo particolarmente vistoso sopra l'Antartide. Le dimensioni e la rapidità di formazione del buco dell'ozono allarmarono la comunità scientifica internazionale: nel 1987 fu approvato il protocollo di Montreal, il primo documento internazionale che ha sancito l'obbligo di riduzione dell'utilizzo dei CFC. Ad oggi più di 190 paesi hanno aderito al protocollo di Montreal ([link a sostenibilità](#) dove si può approfondire questo discorso): nonostante sia stata registrata una diminuzione nell'impiego dei CFC a livello mondiale, ci vorranno anni prima che i CFC già presenti in atmosfera siano eliminati.

La conseguenza più diretta del buco nello strato d'ozono è l'aumento della quantità di radiazioni ultraviolette (UV - frequenza da 100 a 400 nm) che riescono a raggiungere la superficie terrestre. Queste radiazioni sono causa di:

- maggiore rischio di tumori cutanei e di malattie degli occhi;
- diminuzione delle difese immunitarie nell'uomo e negli animali;
- riduzione della fotosintesi e danneggiamento del DNA delle piante con effetti significativi sull'agricoltura;
- riduzione della produzione di fitoplacton nei mari, con danni rilevanti alla catena alimentare negli ecosistemi acquatici.

L'ozono a bassa quota

L'inquinamento da ozono fa riferimento ad un incremento della concentrazione di ozono nella troposfera, ovvero nello strato di atmosfera in cui si svolge la vita, e non va confuso con il buco dell'ozono. L'ozono troposferico si origina indirettamente, a partire da inquinanti primari, primo fra tutti il biossido di azoto, che interagiscono con la radiazione solare.

L'ozono è dannoso per l'uomo e per l'ambiente in quanto è un fortissimo ossidante e i suoi effetti dipendono dalla sua concentrazione nell'aria, dal tempo di esposizione e dal quantitativo di aria inspirata.

L'inquinamento radioattivo

L'improvvisa esplosione verificatasi nell'aprile del 1986 nella centrale di Chernobyl, nella ex Unione Sovietica, ha messo tutto il mondo di fronte alle tragiche conseguenze dell'inquinamento nucleare dell'aria, legate, in particolare, alla dimensione internazionale di questo rischio d'inquinamento. Infatti, la nube radioattiva sprigionata in seguito all'esplosione aveva immesso nell'atmosfera diversi **radionuclidi** (Bario 140, Iodio 131, ecc.) che, grazie ai venti, furono trasportati per lunghe distanze prima di ricadere al suolo attraverso le precipitazioni meteoriche. Si constatò, pertanto, che il danno arrecato dall'inquinamento nucleare non è circoscritto, ma può interessare vaste regioni anche molto lontane dalla zona di origine. Una volta al suolo, i radionuclidi, contaminando i vegetali ed entrando a far parte della catena alimentare, vengono assunti dall'uomo e si vanno a concentrare in determinati organi. L'esposizione alle radiazioni emesse dai radionuclidi aumenta, nell'uomo, il numero di casi di tumore e leucemie.

L'inquinamento fotochimico

Lo "**smog fotochimico**" è una forma di inquinamento tipica di tutte le principali aree urbane ed industriali del mondo. Si presenta, infatti, nelle zone ad alta densità di traffico o in prossimità delle stesse, quando sono presenti determinate condizioni climatiche (calma di vento o venti deboli, elevate temperature, ecc.) che provocano un aumento della concentrazione di gas inquinanti impedendo loro di disperdersi. In queste aree le concentrazioni di alcuni gas (ozono troposferico, monossido di carbonio, particolato, COV, ossidi di azoto, ecc.) superano molto spesso i valori limite, al di sopra dei quali vi sono rischi di danni alla salute umana, alle produzioni agricole e alla vegetazione naturale.