

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
I principali fenomeni dell'inquinamento atmosferico

SMOG

L'inquinamento atmosferico delle aree urbane è comunemente detto smog, parola derivante dall'accoppiamento di smoke (fumo) e fog (nebbia). Si possono tuttavia distinguere due tipi di smog con caratteristiche differenti:

a. smog tipo Londra (o classico)

b. smog tipo Los Angeles (o fotochimico) dal nome delle città in cui questi tipi di smog si sono presentati in maniera caratteristica.

Lo smog classico è dovuto all'azione di biossido di zolfo e particolato nelle ore prossime all'alba in condizioni di bassa insolazione, bassa velocità del vento, temperatura prossima a 0°C (stagione autunnale ed invernale).

Esso si forma per il ristagno nell'atmosfera delle particelle solide e dell'anidride solforosa prodotti dalla combustione, a seguito di condizioni meteorologiche favorevoli all'instaurarsi dei fenomeni di inversione termica.

Lo smog fotochimico è dovuto, invece, all'azione di ossidi di azoto, ossido di carbonio, ozono ed altri composti organici volatili sotto l'azione della radiazione solare.

Lo smog fotochimico si verifica in estate nelle ore centrali della giornata in presenza di alta insolazione, bassa velocità del vento, temperatura superiore a 18°C. Per l'innescò di un processo di smog fotochimico è necessaria la presenza di luce solare, ossidi di azoto e composti organici volatili, inoltre, il processo è favorito dalla temperatura atmosferica elevata. Poiché gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili sono fra i componenti principali delle emissioni nelle aree urbane, le città poste nelle aree geografiche caratterizzate da radiazione solare intensa e temperatura elevata (es. aree mediterranee) costituiscono dei candidati ideali allo sviluppo di episodi di inquinamento fotochimico intenso.

Rispetto allo smog classico, quello fotochimico è caratterizzato da un'attività chimica molto più intensa e presenta una complessa catena di reazioni che hanno luogo sotto l'effetto della luce.

In una regione quale è quella Mediterranea le alte intensità luminose e le elevate temperature favoriscono le reazioni che portano alla formazione dello smog fotochimico e in particolar modo dell'ozono.

Questo tipo di inquinamento rappresenta un problema per la salute dell'uomo, degli animali e delle piante. Infatti, queste ultime, avendo un organo come quello fogliare con un rapporto superficie/volume molto elevato, assorbono, attraverso le aperture stomatiche, una ingente quantità di inquinanti gassosi.

Purtroppo, dato che le reazioni che portano alla formazione di agenti fotochimici sono molto complesse, e la loro distribuzione è legata alle condizioni meteorologiche, risulta difficile prevederne l'evoluzione e la distribuzione spazio-temporale e prendere conseguentemente i dovuti provvedimenti.

Comunque, nonostante il gran numero di sostanze chimiche pericolose presenti, lo smog fotochimico non ha provocato effetti acuti così drammatici come lo smog classico che, durante gli episodi più gravi, ha causato migliaia di

morti in eccesso rispetto ai valori normali. I principali effetti dello smog fotochimico sono una forte irritazione agli occhi e difficoltà nella respirazione.

EFFETTO SERRA

Il fenomeno dell'effetto serra è causato da alcuni gas presenti nell'atmosfera che assorbono la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre irradiata dal sole rimandandola verso il basso. Uno tra i principali gas responsabili di tale fenomeno è l'anidride carbonica; assieme ad esso contribuiscono altri gas presenti in quantità minori nell'atmosfera come metano, ossidi di azoto, ozono e diversi clorofluorocarburi (composti che contengono cloro, fluoro carbonio e a volte idrogeno) tristemente noti anche per essere responsabili del buco dell'ozono.

PIOGGE ACIDE

Il fenomeno delle piogge acide è causato dalle trasformazioni chimiche subite dagli inquinanti atmosferici. Le due tipiche sostanze presenti nelle precipitazioni acide sono l'acido solforico e l'acido nitrico. L'unità di misura dell'acidità è il pH, collegato al contenuto di ioni idrogeno: il pH uguale a 7 rappresenta la perfetta neutralità, soluzioni a pH minore sono definite acide e soluzioni a pH maggiore si definiscono alcaline. Normalmente il pH naturale della pioggia è pari a 5,6; i ghiacciai ci forniscono una testimonianza su quale fosse il pH prima dell'era industriale: gli strati più antichi dimostrano che esso non era mai minore di 5. Questa situazione è stata notevolmente modificata dalle massicce emissioni di ossidi di zolfo e di azoto. Oggi si afferma sempre di più la tendenza ad aumentare l'altezza delle ciminiere delle industrie: questo provoca la diminuzione degli inquinanti nelle aree distanti pochi chilometri dalla sorgente, ma il tempo di permanenza nell'aria risulta molto più lungo e quindi c'è una possibilità maggiore che questi si trasformino in sostanze acide.

L'acidità delle precipitazioni è oggi da 5 a 40 volte quella caratteristica di una pioggia non inquinata; dagli anni '70 il fenomeno, che in precedenza interessava solo una limitata zona dell'Europa centrale, ha cominciato ad interessare l'Italia, in particolar modo la valle del Po. Questo avviene nonostante le correnti atmosferiche, normalmente dirette da Sud-Ovest a Nord-Est, tendano ad allontanare le emissioni dalle zone meridionali dell'Europa. Gli effetti delle piogge acide sono molteplici e interessano la vegetazione, gli ecosistemi idrici, le opere murarie - in particolare il patrimonio artistico - ed infine la salute.

Nei fiumi, nei laghi e nei mari un abbassamento del pH provoca notevoli alterazioni: lo sviluppo degli embrioni di alcune specie viene bloccato già a valori di pH minori di 6, mentre a valori inferiori a 5, cominciano via via a scomparire varie specie di pesci, a cominciare dai salmoni e dalle trote. Particolarmente rilevante è l'effetto sui monumenti: il marmo, che è costituito da carbonato di calcio, viene, per effetto dell'acido solforico, trasformato in

solfo di calcio. Il solfo è molto più solubile in acqua del carbonato e quindi le piogge successive sciolgono letteralmente il monumento strato dopo strato. Una sorte simile subiscono i metalli che sono sottoposti ad un processo di corrosione; nel caso del rame questo fenomeno si manifesta con la tipica patina verdastra.

BUCO NELL'OZONO

Recentemente sono state sollevate preoccupazioni sul rischio della possibile parziale distruzione dello strato di ozono presente nella stratosfera che ci protegge assorbendo le radiazioni ultraviolette ed impedendo a queste di arrivare a quote più basse. Misure eseguite con sonde spaziali hanno messo in evidenza una effettiva diminuzione di concentrazione in una zona di atmosfera sopra l'Antartide.

L'ozono presente nella stratosfera costituisce uno scudo protettivo contro la maggior parte della radiazione ultravioletta (raggi UV) proveniente dal sole impedendole di raggiungere la superficie terrestre. L'importanza dello strato di ozono deriva dal fatto che i raggi UV sono tanto energetici da scomporre importanti molecole come il DNA e, se non sufficientemente filtrati, possono far aumentare l'incidenza di tumori della pelle, delle cataratte e delle deficienze immunitarie, provocando inoltre danni alle comunità vegetali forestali di interesse agronomico e agli ecosistemi acquatici.

Negli ultimi decenni si è potuto evidenziare che in primavera lo strato di ozono nella zona al di sopra dell'Antartide è diminuito di circa il 40%: si è in sostanza formato un "buco" nello strato di ozono stratosferico. Tenendo in considerazione la gravità degli effetti conseguenti alla penetrazione dei raggi UV, molta attenzione si è rivolta per scoprire le cause dell'assottigliamento, che si sviluppa ogni primavera australe, all'interno del vortice in corrispondenza del Polo Sud. Purtroppo ancora una volta la causa è stata identificata nel fenomeno dell'inquinamento. Tra i maggiori responsabili dell'erosione dello strato di ozono sembrano esserci i clorofluorocarburi (CFC) commercialmente noti come "Freons".

Questi gas sono stati inventati negli anni '20 e da allora prodotti e utilizzati in grandi quantità come refrigeranti per impianti frigoriferi e condizionatori d'aria, propellenti per bombolette di aerosol e come agenti schiumogeni. Una grande quantità di questi è prodotta dai voli degli aerei supersonici; questo tipo di emissione è particolarmente rilevante perché il rilascio avviene direttamente a quote stratosferiche.

Un tempo i CFC erano considerati sostanze ideali per impieghi industriali perché economici, stabili ed inerti e pertanto non tossici; ma proprio questa loro mancanza di reattività li rende potenzialmente pericolosi per l'ozono stratosferico.

I gas inerti non si degradano facilmente nella troposfera (la fascia più bassa dell'atmosfera) e di conseguenza raggiungono la stratosfera posta a maggiore altezza. In questa regione per azione dei raggi UV le molecole vengono scisse in forme più reattive che sono in grado di interagire con l'ozono e determinare la sua distruzione.

Per porre rimedio a questo problema si è progressivamente vietato l'uso dei CFC in modo da eliminare l'ulteriore loro immissione in atmosfera (a tal scopo i rappresentanti delle nazioni industrializzate si sono riuniti a Montreal nel 1987); ciò non è comunque risolutivo considerando che tali gas persistono nell'atmosfera per decenni (essi hanno un tempo di permanenza che varia, a seconda dell'altezza, da 1 a 300 anni).

Gli studi in atto sono focalizzati sia a comprendere più approfonditamente il chimismo della stratosfera per trovare eventuali rimedi, sia a stabilire quanto il problema possa avere implicazioni su scala planetaria o se rimarrà legato alla stratosfera sopra la regione antartica dove vigono condizioni meteorologiche uniche.