

APPENDICE

In appendice sono stati riportati alcune notizie riguardanti gli inquinanti oggetto di studio nel lavoro proposto.

Differenza tra concentrazioni ed emissioni

Come definito all'art.2 del DPR 203/88, per **inquinamento atmosferico** si intende ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati. Nel quantificare il "grado di inquinamento" atmosferico è importante distinguere le emissioni dalle concentrazioni di sostanze inquinanti.

Per **emissione** si intende la quantità di sostanza inquinante introdotta in atmosfera, da una certa fonte inquinante e in un determinato arco di tempo; generalmente essa viene espressa in tonnellate/anno.(flusso di massa)

Per **concentrazione** si intende invece la quantità di sostanza inquinante presente in atmosfera per unità di volume; generalmente essa viene espressa in g mc^{-1} e viene utilizzata per esprimere valori di qualità dell'aria.

Gli inquinanti

Le sostanze inquinanti emesse in atmosfera dalle attività umane sono responsabili di diversi problemi ambientali, alcuni già evidenti altri ritenuti potenzialmente molto pericolosi. Sono ormai generalmente discusse le problematiche relative alle **piogge acide**, all'**effetto serra**, all'impoverimento dell'ozono stratosferico, agli episodi di degrado della qualità dell'aria che hanno avuto in diverse occasioni riflessi diretti sulla vita quotidiana di milioni di persone. Gli inventari delle emissioni considerano generalmente i seguenti inquinanti atmosferici:ossidi di zolfo (**SO₂**);ossidi di azoto (**NO_x**);composti organici volatili non metanici (**COVNM**);metano (**CH₄**);monossido di carbonio (**CO**);anidride carbonica (**CO₂**);ammoniaca (**NH₃**);protossido d'azoto (**N₂O**);polveri totali sospese (**PTS**) o polveri con diametro inferiore ai 10 μ (**PM10**); **metalli pesanti** (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se e Zn);composti organoclorurati (**diossine**, PCB, ecc.).che possono essere suddivisi in:*inquinanti primari*, che vengono cioè emessi direttamente in atmosfera da fenomeni naturali o da fonti antropiche, come ad esempio SO₂, NO, NH₃, CO, CO₂; *inquinanti secondari*, che si formano nell'atmosfera attraverso reazioni chimiche o fisiche di inquinanti primari, come ad esempio NO₂, SO₃, O₃, acidi vari, aldeidi, chetoni.

Inquinanti e loro effetti

SO₂ - biossido di zolfo

Caratteristiche fisico chimiche: è un gas incolore, non infiammabile dall'odore pungente, molto solubile in acqua. Deriva dall'ossidazione dello zolfo presente nei combustibili fossili, carbone e petrolio.

Origine: piccole quantità derivano, in natura da emissioni vulcaniche e da processi biochimici microbici. Le fonti principali sono antropiche: centrali termoelettriche, impianti industriali (fonderie e raffinerie di petrolio), impianti di riscaldamento domestico non alimentati a gas naturale, traffico veicolare, in particolare motori diesel.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: a basse concentrazioni è un gas irritante per la pelle, gli occhi e le mucose dell'apparato respiratorio, mentre a concentrazioni più elevate può provocare patologie respiratorie come asma e bronchiti. In atmosfera l'SO₂ si ossida ad anidride solforica e, in presenza di umidità, si trasforma in acido solforico, responsabile del fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni sugli ecosistemi acquatici e sulla vegetazione.

NO_x - ossido di azoto

Caratteristiche fisico chimiche: in atmosfera sono presenti sia il monossido di azoto (NO) sia il biossido di azoto (NO₂), quindi si considera come parametro rappresentativo la somma pesata dei due, definita ossidi di azoto (NO_x). Il biossido di azoto è un gas di colore rosso bruno, dall'odore pungente ed altamente tossico e corrosivo. È un inquinante secondario che si produce per ossidazione del monossido di azoto, di limitata tossicità.

Origine:

Via termico: le emissioni di ossido di azoto da fonti antropiche derivano da processi di combustione in presenza d'aria e ad elevata temperatura (centrali termoelettriche, impianti di riscaldamento, traffico).

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: l'inalazione del biossido di azoto determina una forte irritazione delle vie aeree. L'esposizione continua a concentrazioni elevate può causare bronchiti, edema polmonare, enfisema. L'NO₂ contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, in quanto precursore dell'ozono troposferico, e concorre al fenomeno delle piogge acide, reagendo con l'acqua e originando acido nitrico.

COVNM - composti organici volatili non metanici

Caratteristiche fisico chimiche: sono una classe di composti organici molto vari: idrocarburi alifatici, aromatici (benzene, toluene, xileni), ossigenati (aldeidi, chetoni), ecc. Lo stato di aggregazione (solido, liquido e gassoso) in cui possono presentarsi e la loro reattività dipendono dalla diversa struttura molecolare. Come gli NO_x sono i precursori dell'ozono troposferico.

Origine: si originano da evaporazione dei carburanti durante le operazioni di rifornimento nelle stazioni di servizio, dai serbatoi e dagli stoccaggi, e dalle emissioni di prodotti incombusti dagli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. Fonti secondarie, ma non

trascurabili, sono le emissioni di solventi da attività di grassaggio, lavaggio a secco e tinteggiatura.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: gli effetti sull'uomo e sull'ambiente sono molto differenziati in funzione del composto. Tra gli idrocarburi aromatici volatili il benzene è il più pericoloso perché risulta essere cancerogeno per l'uomo.

CO - monossido di carbonio

Caratteristiche fisico chimiche: è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili.

Origine: inquinante tipico delle aree urbane, proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli e aumenta in relazione a condizione di traffico intenso e rallentato. E' inoltre emesso dagli impianti di riscaldamento e da processi industriali come la raffinazione del petrolio, la produzione di acciaio e ghisa, l'industria del legno e della carta. In natura è prodotto dalle attività vulcaniche e dalle scariche elettriche nei temporali.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: l'elevata pericolosità e tossicità di questo gas è dovuta alla sua affinità con l'emoglobina, che risulta essere circa 200-300 volte maggiore di quella dell'ossigeno. Questa caratteristica gli consente di legarsi facilmente con l'emoglobina del sangue e di ostacolare così l'ossigenazione dei tessuti, dei muscoli e del cervello, con conseguenti effetti acuti (senso di affaticamento, sonnolenza, mal di testa) e alla lunga effetti cronici (diminuzione delle prestazioni fisiche ed intellettuali, aumento di cardiopatie e di disturbi circolatori).

CO₂ - anidride carbonica

Caratteristiche fisico chimiche: detto anche biossido di carbonio, in natura è presente sotto forma di gas che può essere liquefatto sotto pressione. A temperature inferiori a -78°C (temperatura di sublimazione) si trova sotto forma di solido, noto come ghiaccio secco.

Origine: è un tipico prodotto della combustione dei composti organici e la sua concentrazione nell'atmosfera è ora tenuta sotto costante controllo, per il suo possibile ruolo nel cosiddetto effetto serra. E' un sottoprodotto di numerosi processi industriali, ma viene recuperata soprattutto dai processi di produzione dell'ammoniaca e dell'idrogeno. Viene utilizzata tra l'altro come fluido refrigerante, negli estintori, come agente schiumogeno e nelle bibite gassate.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: innocuo per l'uomo, ma responsabile, anche se non unico, del cosiddetto "effetto serra", costituisce il prodotto finale di ogni ossidazione di sostanza organica; inoltre è un costituente naturale dell'aria che, per la sua capacità di assorbire i raggi infrarossi, gioca un ruolo importante per il bilancio termico dell'atmosfera terrestre.

Dagli inizi del secolo si è osservato un costante aumento del tasso di CO₂ nell'atmosfera, nonostante l'enorme effetto tamponante degli oceani, in seguito all'aumento dei gas di combustione e di scarico, per cui si è attribuita la generale tendenza all'aumento della temperatura media, riscontrato dalla fine dell'800 sino al 1940, all'accresciuto effetto serra esercitato dalla CO₂.

L'organismo umano nella sua funzione respiratoria è largamente indipendente dalle variazioni rilevate del livello di CO₂ in atmosfera e quindi generalmente per questo motivo non viene analizzata in modo sistematico. Al contrario il suo accumulo in ambienti chiusi determina fenomeni di soffocamento progressivo e a concentrazioni superiori al 6% provoca danni acuti.

NH₃ - ammoniaca

Caratteristiche fisico chimiche: gas incolore, di odore irritante e pungente, poco infiammabile, tossico.

Origine: deriva principalmente dalla degradazione della sostanza organica: le quantità prodotte dai cicli industriali sono molto inferiori a quelle dell'allevamento di animali.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: non subisce reazioni in atmosfera che portano alla formazione di acidi di azoto, e dunque non contribuisce all'acidificazione delle piogge come invece gli ossidi di azoto; tuttavia può portare (per ricaduta sui suoli e trasformazioni ad opera di particolari batteri) all'acidificazione dei suoli e, di conseguenza, delle acque di falda, in forti concentrazioni provoca gravi danni alla vegetazione.

E' un importante precursore di aerosol secondari.

N₂O - protossido di azoto

Caratteristiche fisico chimiche: è un gas incolore, inodore, dolciastro, non infiammabile, chimicamente stabile, non tossico.

Origine: deriva dai fertilizzanti azotati, dalla deforestazione e dalla combustione di biomasse.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: non essendo nè tossico nè infiammabile, l'unico pericolo deriva dalla possibilità di effetti asfissianti in quanto un eccesso di concentrazione nell'aria porta ad una riduzione del tenore di ossigeno necessario alla respirazione: a tale proposito è opportuno ricordare che il protossido di azoto è più pesante dell'aria e pertanto tende a depositarsi nelle zone basse dei locali e resta entro i serbatoi se non vengono opportunamente areati.

PTS polveri totali sospese PM10 - polveri con diametro inferiore ai 10 µm

Caratteristiche fisico chimiche: Chimicamente il particolato risulta composto da carbonio elementare ed inorganico, metalli di varia natura (Pb, Cd, Zn, Ni, Cu), nitriti e solfati (responsabili della componente acida del particolato), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), polveri di carbone e di cemento, fibre di amianto, sabbie, ceneri.

Origine: In natura derivano dall'attività vulcanica e dall'azione del vento su rocce e terreno. Le principali fonti antropiche sono gli impianti termici, i motori diesel e il risollevarimento causato dallo sfregamento dei pneumatici sull'asfalto.

Un veicolo infatti ha 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 "areosol 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.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: La tossicità del PTS è legata alla sua composizione chimica, al suo potere adsorbente e alla sua dimensione. La frazione più fine (PM10) risulta quella più pericolosa in quanto in grado di superare tutte le barriere naturali del nostro sistema respiratorio e di penetrare direttamente nei polmoni. L'inalazione di particelle metalliche può danneggiare il sistema nervoso e quello circolatorio. Sostanze organiche come gli IPA o le fibre d'amianto possono avere azione carcinogenica, mentre quelle inorganiche possono fungere da vettori per virus e batteri.

L'azione fisiopatologica del particolato, che non contenga sostanze di per sé tossiche, si estrinseca sui meccanismi di clearance alveolare e mucociliare; per elevate esposizioni il meccanismo meno efficiente (alveolare) viene superato per primo con conseguente penetrazione di particelle nelle cellule alveolari, nel tessuto interstiziale, nei vasi e nei gangli linfatici ilari. Tutto ciò è in grado di potenziare l'azione tossica di altri contaminanti (es. ossidi di zolfo), contemporaneamente o successivamente inalati e di determinare effetti a breve e a lungo termine.

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 su scala continentale.

Diossine

Caratteristiche fisico chimiche: Con il termine "diossine" si considera un'ampia classe di microinquinanti, comprendente 75 composti congeneri di policlodibenzodiossine (indicati come PCDDs o CDDs) e 135 composti congeneri di policlorodibenzofurani (PCDFs o CDFs). Si tratta di composti organici aromatici alogenati, indicati con il termine PCDD/Fs, con proprietà fisico - chimiche simili e variabili con il numero e la posizione degli atomi di alogeni sostituenti.

Origine: Le principali fonti di diossine sono: l'incenerimento rifiuti, i forni ad arco elettrico per la produzione di acciaio, le combustioni diesel e di benzina con piombo, la fusione secondaria di alluminio, le combustioni di legno residenziale e i forni per la produzione del cemento.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: La diossina più ampiamente studiata è la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina (2,3,7,8 TCDD), che rappresenta il congenere più tossico e costituisce il composto di riferimento per questa classe di inquinanti. Si ritiene che essa abbia attività teratogena e cancerogena e che possa provocare danni ai sistemi

immunitario, endocrino e riproduttivo (US-EPA, 1994; WHO, 1999; NIEHS, 2001); a causa della sua liposolubilità e della relativa resistenza alla degradazione metabolica, è un contaminante ambientale persistente ed è quindi in grado di accumularsi lungo la catena alimentare, costituendo una minaccia su grande scala ed a lungo termine per la salute pubblica e la qualità dell'ambiente. Le diossine sono presenti generalmente come miscele complesse di congeneri e per descrivere in modo aggregato la tossicità equivalente della miscela sono assegnati, ai singoli congeneri, Fattori di Tossicità Equivalente (TEF o I-TEF), che rappresentano una stima della tossicità delle varie diossine rispetto alla tossicità della 2,3,7,8 -TCDD, a cui è quindi assegnato un TEF pari a 1; i TEF dei diversi congeneri, variabili fra 0.5 a 0.001.