


Fattori ambientali e salute

Dott.ssa Daniela D'Alò



Fattori in grado di esercitare effetti positivi o negativi sulla salute

- Genetici
- Ambientali
- Comportamentali



Ambiente fisico

- Aria
- Acqua
- Suolo
- Clima
- Radiazioni ionizzanti



Ambiente biologico

- Alimenti
- Microrganismi



Ambiente sociale

- Dinamica demografica
- Urbanizzazione
- Abitazioni e ambienti di vita confinati



Effetti dell'aria sulla salute

- **Inquinamento atmosferico**: qualsiasi alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'aria, determinata sia da variazioni di concentrazione dei suoi normali costituenti sia dalla presenza di sostanze estranee alla sua composizione normale, in grado di determinare effetti di danno all'uomo.



Sorgenti di inquinamento

- Naturali
- Artificiali



Sorgenti naturali

- Eruzioni vulcaniche
- Movimentazione di sabbia e sostanze erose dal vento
- Trasporto di sali marini dalle superfici acquatiche
- Pollini
- Detriti vegetali
- Sostanze derivate da processi di combustione di foreste



Sorgenti artificiali

- Impianti termici per uso domestico, pubblico e privato
- Impianti termo-elettrici per la produzione di energia
- Impianti di produzione industriale (siderurgia, meccanica, chimica, del legno, alimentare)
- Traffico autoveicolare
- Impianti di smaltimento dei rifiuti
- Altre lavorazioni: agricole, pavimentazioni stradali ecc.



Classificazione delle sostanze inquinanti

- In funzione di due proprietà:
 - Natura chimica
 - Stato fisico

Natura chimica delle sostanze inquinanti

- Sostanze inorganiche:
 - Sali metallici (Pb, Zn, Cd, Mg, Al, Fe)
 - Composti a base di S, N, Cl
 - Sostanze inerti (a base di silicati, fibre di amianto)
- Sostanze organiche:
 - Composti alifatici saturi e insaturi
 - Composti aromatici mononucleari
 - Aldeidi
 - Chetoni
 - Composti alogenati, solforati ed azotati alifatici
 - Composti aromatici polinucleari: PCDD (policloro dibenzodiossine), PCDF (policlorodibenzofurani)



Stato fisico delle sostanze inquinanti

- Aerosoli
- Gas e vapori



Stato fisico delle sostanze inquinanti

Aerosoli: dispersioni di sostanze liquide o solide in forma finemente suddivisa. In funzione del diametro delle sostanze che li costituiscono e del loro stato di aggregazione, possono suddividersi in:

- Fumi
- Polveri
- Nebbie
- Smog

Aerosoli

- *Fumi*: prodotti derivanti da processi di combustione incompleta, contenenti una fase liquida ed una solida.

Il loro diametro varia da 0,01 a 50 μ .

- *Polveri*: prodotti di origine sia naturale che artificiale derivanti da processi di frantumazione. Le particelle hanno un diametro variabile da 0,01 μ a 400 μ .

Aerosoli

- *Nebbie*: sospensioni di particelle finemente suddivise in aria, di solito costituite da idrocarburi, solventi, pesticidi ecc. Il loro diametro varia da $0,1 \mu$ a 50μ .
- *Smog*: potenziale stato fisico costituito dall'associazione fra polveri sospese e nebbia.



Gas e vapori

- *Gas*: sostanze naturalmente allo stato gassoso.
- *Vapori*: stato temporaneamente gassoso di sostanze che normalmente si trovano allo stato liquido.

Comportamento delle sostanze inquinanti

- ***Emissione***: ingresso nell'atmosfera delle sostanze inquinanti prodotte dalle diverse sorgenti, che possono mantenere immodificata la loro composizione originaria (*inquinanti primari*) o interagire con altre sostanze presenti nell'aria, dando luogo a reazioni chimiche, con formazione finale di prodotti diversi da quelli originali (*inquinanti secondari*) (ossidanti fotochimici generati per reazione fra gli ossidi di azoto e gli idrocarburi).

Comportamento delle sostanze inquinanti

- **Immissione:** ricaduta degli inquinanti al suolo, dopo l'esaurimento della loro capacità di diffusione.
- La quantità di sostanze inquinanti in immissione si determina in campioni d'aria prelevati ad una altezza del suolo simile a quella del corpo umano (1,50 metri circa); ciò per valutare con la maggiore esattezza possibile il grado di esposizione del nostro organismo alle sostanze introdotte per inalazione.



Meccanismi che regolano la diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

- Caratteristiche delle sostanze emesse
- Caratteristiche delle sorgenti di emissione
- Condizioni meteo-climatiche presenti nella zona



Meccanismi che regolano la diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

- Caratteristiche delle sostanze emesse
 - Stato fisico (aerosoli o gas e vapori)
 - Granulometria
 - Proprietà fisico-chimiche (igroscopicità, condensabilità, adsorbimento)



Meccanismi che regolano la diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

- Caratteristiche delle sorgenti di emissione
 - Altezza
 - Velocità di efflusso dell'aria
 - Temperatura dei fumi



Meccanismi che regolano la diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

- Condizioni meteo-climatiche presenti nella zona
 - Movimenti dell'aria (venti)
 - Temperatura



Meccanismi che regolano la diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

- 1. Conversione termica:** gradiente termico regolare (la temperatura decresce progressivamente con l'altezza favorendo i movimenti ascensionali dell'aria).
- 2. Neutralità termica:** la temperatura fra i diversi strati dell'aria varia in modo irregolare e non consente un rimescolamento regolare e costante.
- 3. Inversione termica:** temperatura più bassa a livello del suolo che non permette i movimenti ascensionali dell'aria.



Inquinanti prevalenti

- Sostanze presenti nell'aria allo stato gassoso
 - Ossidi di zolfo (SO_x)
 - Ossidi di Azoto (NO_x)
 - Ossido di Carbonio (CO)

Ossidi di zolfo

- Anidride solforosa (SO₂)
- Anidride solforica (SO₃)

Inquinanti molto diffusi derivanti da combustione di prodotti contenenti zolfo.

Effetti di danno a carico dell'apparato respiratorio.

Ossidi Azoto

- Ossido di Azoto (NO)
- Biossido di Azoto (NO₂)

Derivano dagli impianti di combustione e dal traffico autoveicolare.

Effetti gravi di danno sull'apparato respiratorio, soprattutto a carico dei suoi settori più distali (bronchioli e alveoli).

Ossido di Carbonio (CO)

- Gas inodore, incolore ed insapore, deriva da processi di combustione incompleta.
- La fonte principale è rappresentata dalle emissioni dei motori a scoppio.
- Effetti di danno riferibili alla sua capacità di interferire nel trasporto dell'ossigeno (grande affinità di combinazione con l'emoglobina e bassa capacità di dissociazione), con conseguenti fenomeni di ipossia a carico di diversi organi e tessuti.

Particolato atmosferico

- Complesso costituito da polveri usualmente miscelate a liquidi, in diverse proporzioni e di differente costituzione ed origine.
- La componente essenziale è rappresentata dalle polveri, le quali possono assorbire attraverso la loro superficie interna ed esterna diverse sostanze chimiche. Possono, inoltre, fungere da nuclei di condensazione del vapore acqueo con formazione di piccole goccioline, nelle quali possono disciogliersi numerose sostanze allo stato gassoso (SO₂, acidi ed alcuni metalli quali Cadmio, Nichel, Mercurio, Manganese ecc.).



Particolato atmosferico

- Le polveri aerodisperse originano da sorgenti naturali, ma in massima parte da processi di combustione di sostanze carboniose, dal traffico autoveicolare, da processi di produzione industriale (fonderie, cementifici ecc.).



Polveri fini o sottili

- Le polveri fini vengono classificate secondo la loro **dimensione**, che può determinare un diverso livello di nocività. Infatti, più queste particelle sono piccole più hanno la capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

Polveri fini o sottili

- **PM₁₀** (diametro inferiore a 10 μm): possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, dal naso alla laringe.
- **PM_{2,5}** (diametro inferiore a 2,5 μm): possono essere respirate e spingersi nella parte più profonda dell'apparato respiratorio, fino a raggiungere i bronchi.

Polveri ultrafini

- **Polveri ultrafini** (UFP, diametro inferiore ad $0.1 \mu\text{m}$) potrebbero essere addirittura in grado di filtrare fino agli alveoli e ancora più in profondità nell'organismo e, si sospetta, possano entrare nel circolo sanguigno e poi nelle cellule.
- **($1 \mu\text{m} = 1$ millesimo di mm)**



Impatto sulla salute

- Quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione.

Effetti di tipo acuto

- Gli **effetti di tipo acuto**, sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) ad elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o influire negativamente sul funzionamento del sistema cardiocircolatorio.

Effetti di tipo cronico

- Gli **effetti di tipo cronico** dipendono, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica.



Soggetti affetti da patologie polmonari e cardiache

- Per **soggetti sensibili**, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache, può verificarsi un peggioramento della malattia.
- Studi condotti in materia hanno anche registrato un aumento dei ricoveri ospedalieri e della mortalità per patologie respiratorie e cardiache direttamente riferibili all'inquinamento da polveri.

INQUINAMENTO INDOOR

DOTT.SSA DANIELA D'ALO'

DEFINIZIONE

- Aria confinata: aria all'interno delle abitazioni e degli altri edifici di vita e di lavoro.
- Dipende da:
 - Qualità dell'aria esterna
 - Numero e tipologia delle sorgenti di inquinanti interne.

Sorgenti di emissione

- Materiali da costruzioni delle strutture murarie
- Rivestimenti (rivestimenti e pitture delle pareti, vernici, pavimenti)
- Fornelli per la cottura dei cibi
- Impianti di climatizzazione
- Arredi
- Prodotti per la pulizia
- Specifiche attività svolte all'interno

Inquinanti

- Formaldeide
 - Contenuta in schiume isolanti e resine impiegate per la produzione di truciolati, laminati e compensati di legno (mobili, infissi)
 - Fumo di tabacco
- Effetti
 - Irritazione oculare
 - Irritazione vie aeree
 - Bruciore pungente al naso e agli occhi
- Limite da non superare: $60 \mu\text{g}/\text{mc}$ (OMS 1987)

Biossido d'azoto (NO₂)

- Bruciatori a gas (cucine a gas, riscaldamenti)
- Bruciatori a combustibili (cucine a gs, riscaldamenti)

• Ossido di carbonio (CO)

- Fumi di combustione derivanti da cucine e stufe a gas
- Fumo di tabacco
- Limite da non superare: 10 µg/mc

Solidi sospesi totali

- Provenienti dall'esterno
 - Usura di superfici e di materiali
 - Fumo di tabacco
-
- Limiti da non superare
 - Brevi esposizioni: 125 $\mu\text{g}/\text{mc}$
 - Prolungate esposizioni: 50 $\mu\text{g}/\text{mc}$

Composti organici volatili (COV)

- Serie di sostanze che hanno in comune la caratteristica di evaporare a temperatura ambiente e, quindi , di diffondere allo stato volatile nell'aria, pur appartenendo a gruppi chimici diversi:
- Idrocarburi alifatici
- Idrocarburi aromatici
- Idrocarburi clorurati
- Esteri
- Chetoni
- Aldeidi

Composti organici volatili (COV)

- Derivano da materiali da costruzione, arredi, prodotti vari (deodoranti, detersivi, disinfettanti ecc.)
- L'inalazione può causare:
- Irritazione delle prime vie aeree (bruciore, secchezza delle fauci, tosse)
- Irritazione delle congiuntive (bruciore, lacrimazione)
- Disturbi neurologici (cefalea, vertigini, nausea, difficoltà di concentrazione, senso di affaticamento)
- A contatto con la pelle: manifestazioni allergiche.

Sindrome dell'edificio malato (Sick building syndrome)

- Tutti o la maggior parte di coloro che vivono o lavorano in un edificio manifestano tutti o parte dei sintomi.
- Ambiente di lavoro: i sintomi scompaiono o si attenuano all'uscita e si ripresentano poco dopo l'ingresso.
- Sinergismo di azione fra i COV.

Radon

- Gas radioattivo che si forma dalla disintegrazione del radio-226 e, che a sua volta, si disintegra generando una serie di radionuclidi instabili.
- Viene emesso dal suolo e dalle rocce, soprattutto vulcaniche.
- All'interno degli edifici si accumulano maggiormente negli scantinati e nei locali a piano terra, specialmente se non sono sufficientemente ventilati.
- L'esposizione cronica, anche a basse dosi, sarebbe responsabile del 5-10% di tumore polmonare.

AMBIENTE FISICO ACQUA

DOTT.SSA DANIELA D'ALO'

ACQUA

- Fonti di approvvigionamento
 1. Acque profonde (sottosuolo: vene e falde idriche)
 2. Acque superficiali (fiumi, laghi, bacini)
 3. Acque meteoriche
 4. Acque di mare

Studio idrogeologico del bacino imbrifero per individuare cause di inquinamento: insediamenti produttivi, allevamenti di bestiame, colture intensive, scarichi di acque reflue disposti irrazionalmente, depositi di rifiuti.

Decreto Legislativo 2 Febbraio 2001, n. 31, attuazione della direttiva 98/83/CE

- E' stata ridefinita la disciplina della qualità delle acque destinate al consumo umano, modificando sostanzialmente le misure di controllo e i parametri di conformità. Su tali basi è proseguito il lavoro dei sottogruppi (ISS) che ha portato alla ridefinizione dei metodi analitici di riferimento per i parametri organolettici, fisici, chimico-fisici, chimici e microbiologici ai sensi del DL 31/2001 con l'emanazione dei due volumi:

"Metodi analitici di riferimento per le acque destinate al consumo umano ai sensi del DL.vo 31/2001. Metodi chimici." (Rapporti ISTISAN 07/31).

"Metodi analitici di riferimento per le acque destinate al consumo umano ai sensi del DL.vo 31/2001. Metodi microbiologici." (Rapporti ISTISAN 07/5).

ALLEGATO I

PARAMETRI E VALORI DI PARAMETRO*

PARTE A

- Parametri microbiologici
- Parametro Valore di parametro (numero/100 ml)

Escherichia coli (E. coli)	0
----------------------------	---

Enterococchi	0
--------------	---

ALLEGATO I

PARAMETRI E VALORI DI PARAMETRO*

- PARTE B
 - Parametri chimici (in rapporto con le caratteristiche del terreno da cui proviene l'acqua)
 - Parametri chimici relativi a sostanze indesiderabili
 - Parametri chimici relativi a sostanze tossiche e nocive
- PARTE C
 - Radioattività

Infezioni enteriche veicolate dall'acqua

- Infezioni diarroiche causate da:
 - Virus (rotavirus, norovirus, enterovirus)
 - Batteri (salmonelle, shigelle, vibrioni, Escherichia coli patogene, Campylobacter)
 - Protozoi (Giardia lamblia, Cryptosporidium parvum, Entamoeba histolytica)
- Febbre tifoide, causata da Salmonella Typhi
- Epatiti virali A e B.

Legionellosi

- Legionella pneumophila
- Immunodepressi
- Condotture dell'acqua
- Impianti di climatizzazione

Sistemi di potabilizzazione

- Grigliatura: per trattenere ed eliminare materiali grossolani in sospensione
- Preclorazione: per inattivare i microrganismi saprofiti e gli eventuali patogeni, per ossidare le sostanze organiche ed inorganiche e per abbattere l'ammoniaca
- Chiariflocculazione: per rimuovere la torbidezza dovuta a sostanze in sospensione (Sali di alluminio)
- Chiarificazione per sedimentazione
- Filtrazione attraverso letti di paglia
- Postclorazione: per inattivare i microrganismi sfuggiti alle fasi precedenti

REFLUI LIQUIDI

DOTT.SSA DANIELA D'ALO'

DEFINIZIONE

- Acqua che, dopo essere stata utilizzata in diversi processi e/o attività (industriali, civili, agricole ecc.), ha perduto le caratteristiche qualitative originarie, divenendo inidonea ad un utilizzo diretto.
 - In base alle sorgenti dalle quali derivano, i reflui liquidi contengono numerose sostanze in grado di esercitare effetti di danno alla salute umana. Per tale motivo richiedono di essere raccolti, convogliati ed allontanati dai centri abitati e successivamente smaltiti attraverso idonei processi di trattamento.
-

TIPI DI REFLUI LIQUIDI

Reflui civili

- Comprendono le acque di rifiuto domestiche e quelle derivanti da usi collettivi e/o sociali (lavaggio delle strade, fontane, uffici, caserme, scuole ecc.).
 - Sono costituiti da sostanze derivanti dal metabolismo umano (feci ed urine), alla quali si aggiungono i reflui liquidi di cucina e le acque di lavaggio della persona delle stoviglie e della casa.
-

Reflui civili

Forza o carico inquinante dipende da:

- Sostanze sedimentabili
 - B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand)
 - C.O.D. (Chemical Oxygen Demand)
-

Sostanze sedimentabili

- Materiali di natura organica o inorganica di densità maggiore di quella del fluido che li contiene, che per gravità si separano attraverso il processo di sedimentazione.
 - Sono rappresentate da particelle di dimensione variabile.
 - La quantità di sostanze sedimentabili presenti in un litro di refluo si determina con appositi bicchieri (*coni di Imhoff*) della capacità di un litro, la cui parte inferiore è suddivisa in centimetri cubici.
-

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

- Quantità di ossigeno espressa in p.p.m. o mg/ml utilizzata dai batteri per ossidare il materiale organico biodegradabile contenuto in un liquame. Il tempo per ossidare oltre 2/3 della sostanza organica è uguale a 5 giorni.
 - Sostanza organica + O₂ → CO₂ + H₂O + energia
 - Si misura attraverso il metodo per diluizione o con il metodo manometrico.
-

COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND))

- Misura l'ossigeno equivalente (mg/l) richiesto per l'ossidazione delle sostanze organiche ed eventualmente inorganiche (solfuri, solfiti, nitriti, ioni ferrosi ecc.) presenti in un campione di acqua.
 - L'ossidazione avviene a caldo (140°C) in ambiente acido (H_2SO_4) con l'impiego di un reagente chimico (dicromato di potassio) e di un catalizzatore (AgSO_4) per 2 ore.
 - L'ossigeno consumato si ricava titolando la quantità di dicromato rimasta. La differenza tra la quantità iniziale e quella che rimane dopo l'ossidazione è detta COD.
-

REFLUI LIQUIDI

- **Reflui agricoli**: derivano da residui nel terreno di fertilizzanti e fitofarmaci, per cui le acque che scorrono su tali terreni assumono le caratteristiche di reflui a diverso potere inquinante e a volte ad elevato grado di pericolosità.
 - **Reflui industriali**: le caratteristiche sono molto variabili in funzione del tipo di attività, dei principi attivi che entrano nelle diverse produzioni e dei fenomeni di trasformazione che possono verificarsi durante il processo produttivo.
-

SMALTIMENTO DEI REFLUI LIQUIDI

- **Definizione**

Insieme delle azioni e dei processi naturali e/o artificiali in grado di rimuovere o trasformare rendendo innocue tutte le sostanze presenti nei reflui, che possano provocare danni all'uomo e all'ambiente.

SMALTIMENTO DEI REFLUI LIQUIDI

- Allontanamento dal nucleo abitativo: rete fognaria.
 - Tipi di processo:
 - naturale (autodepurazione)
 - artificiale
-

SMALTIMENTO DEI REFLUI LIQUIDI

- Fasi dei processi naturali:
 - Diluizione
 - Frantumazione
 - Dispersione
 - Sedimentazione
 - Adsorbimento
 - Biodegradazione: fanghi attivi
 - Abbattimento dell'azoto
 - Rimozione del fosforo
 - Clorazione
-