

# HELTY

Sai cosa respiri?



## Guida informativa agli inquinanti domestici

Sempre più frequentemente, purtroppo, si sente parlare dell'inquinamento ambientale e di come questo influisca negativamente nella nostra vita. Si tratta di un fenomeno che coinvolge in modo trasversale e ai vari livelli, tutte le funzioni dei diversi ecosistemi naturali. L'inquinamento dell'acqua, dell'atmosfera, dei mari e del pianeta terra in generale, rappresenta ad oggi la principale minaccia

per la sopravvivenza dell'intera civiltà umana. Numerose sostanze presenti nell'ambiente, sia naturali che artificiali, sono dannose per la salute delle persone ed esercitano sugli organismi i loro effetti nocivi in maniera molto complessa e diversificata, dipendente da vari fattori che interagiscono fra di loro con modalità spesso poco chiare o addirittura sconosciute.



*Gli inquinanti, per definizione, sono quelle sostanze che causano un danno, sia in maniera diretta che indiretta, alla salute umana e più in generale agli ecosistemi e agli ambienti dove le persone vivono e lavorano.*

I fattori che sono in grado di alterare i normali processi naturali e conseguentemente la qualità dell'ambiente, si possono suddividere per semplicità in tre categorie: gli **agenti**

**chimici, fisici e biologici.** Ciascuna di queste categorie annovera al loro interno una grande varietà di sostanze o di elementi che causano danni di diversa natura agli organismi.

## Sai cosa respiri?

In alcuni casi gli effetti tossici sono reversibili mentre in altri casi non lo sono, ad esempio numerose sostanze inquinanti provocano delle patologie molto gravi, ad evoluzione progressiva o addirittura mortali. Respirare una sostanza irritante, come ad esempio l'ammoniaca, può causare un momentaneo malessere nell'individuo, ma dopo un tempo più o meno lungo, salvo rarissime complicazioni o casi limite, l'irritazione regredisce spontaneamente e l'effetto dell'inquinante non si avverte più. Respirare invece polveri di amianto o di silicio, comporta un danno permanente all'organismo umano che può dar luogo

all'insorgenza di tumori molto difficili da curare, anche dopo tanti anni dall'esposizione all'inquinante. **Esistono poi gli effetti sinergici dovuti alla combinazione di più inquinanti presenti contemporaneamente.**

Ad esempio, le polveri delle sostanze carboniose dovute alla combustione incompleta di combustibili fossili o naturali, chiamate anche fuliggine, di per sé sono degli inquinanti fisici. Molto spesso queste polveri sono letteralmente impregnate di sostanze chimiche dannose e i due inquinanti che agiscono in combinazione esercitano degli effetti tossici superiori alla somma di ciascun inquinante preso singolarmente.



Uno studio condotto nel 2015 a livello europeo dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) in collaborazione con l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), **stima in circa 88 miliardi di € all'anno il costo sanitario dell'inquinamento in Italia sia indoor che**

**outdoor, con oltre 32.000 morti premature all'anno.** L'inquinamento è inoltre responsabile della riduzione della qualità di vita dovuta all'alterazione dei normali processi fisiologici e all'invecchiamento precoce dell'intero organismo.

## Sai cosa respiri?

Un gruppo di ricerca cinese composto da Xin Zhang (School of Statistics, Beijing Normal University), Xi Chen (Department of Health Policy and Management, Yale School of Public Health) e Xiaobo Zhang (National School of Development, Peking University) ha esaminato oltre 20.000 persone fra il 2010 ed il 2014 misurando le loro capacità cognitive in relazione alla presenza nell'aria respirata di **anidride solforosa SO<sub>2</sub> e di biossido di azoto NO<sub>2</sub>**. Questi due gas sono sempre presenti nei prodotti di combustione dei combustibili fossili, in particolare carbone e petrolio e rappresentano un indice abbastanza significativo dell'inquinamento dovuto ad attività antropiche di tipo industriale. Il risultato sorprendente è che **l'inquinamento**

### Definizione di inquinamento dell'aria

Il Ministero dell'Ambiente nel 1991 definì il significato di inquinamento con la seguente espressione che ormai è stata universalmente adottata nella letteratura scientifica: "Qualsiasi alterazione delle caratteristiche chimico fisiche e biologiche

**dell'aria provoca la riduzione dell'intelligenza cognitiva, in misura maggiore negli uomini rispetto alle donne, con tendenza a peggiorare nei soggetti anziani.** È emerso che la funzione cerebrale più colpita fra i soggetti analizzati è quella del linguaggio e che l'inquinamento agisce attraverso dei meccanismi di stress ossidativo, di neuroinfiammazione e neurodegenerazione. In questa nostra breve analisi verranno presi in considerazione soprattutto gli inquinanti dell'aria e più in particolare quelli che direttamente o indirettamente interagiscono con gli ambienti abitativi, tralasciando invece quelli che interessano le acque ed i terreni se non sono in relazione con l'edificio e con i suoi occupanti.

dell'aria, determinata sia da variazioni di concentrazione dei suoi normali costituenti sia e soprattutto, dalla presenza di sostanze estranee alla sua composizione normale in grado di determinare effetti di molestia e/o danno all'uomo"



Perciò è possibile affermare che l'aria non inquinata è quella più pura, cioè quella che non contiene elementi o sostanze diversi

rispetto a quelli che ne definiscono la sua composizione naturale.

## Sai cosa respiri?

L'aria naturale è una miscela di azoto, ossigeno, argon, altri gas compresa l'anidride carbonica e di vapore acqueo. Nell'aria naturale sono sempre presenti degli inquinanti, anch'essi naturali, come le polveri dovute all'erosione dei minerali terrestri, l'anidride solforosa derivante da emissioni sotterranee e vulcaniche, il gas Radon anch'esso proveniente dal sottosuolo,

le sostanze emesse dalla decomposizione dei vegetali e delle biomasse ed altri agenti biologici come virus e batteri che fanno naturalmente parte degli ecosistemi. La presenza degli inquinanti appena descritti è quantitativamente molto modesta e non esercita alcun effetto nocivo, diretto o indiretto, sulla salute umana.

Quasi tutti gli inquinanti esplicano le loro azioni di danno sull'organismo a partire da un valore minimo di quantità o di concentrazione, detto "valore soglia".

Al di sotto di tale limite si può ritenere che l'inquinante non sia nocivo, perciò pur essendo l'elemento o la sostanza in esame un inquinante noto e riconosciuto, nelle quantità o alle concentrazioni inferiori a quelle di soglia, i suoi effetti non sono tossici.

**Il veleno lo fa la dose**, come affermò a suo tempo Paracelso e come è stato accettato anche in medicina e nella tossicologia.

Tuttavia, esistono alcuni agenti inquinanti, per fortuna rari, che non hanno un valore soglia, cioè sono dannosi anche in dosi minime e in concentrazioni estremamente ridotte. Ad esempio, il **gas Radon** è cancerogeno anche a concentrazioni molto basse e l'**amianto** potenzialmente diventa cancerogeno anche se respirato in piccole quantità.

**I rischi diventano maggiori con l'aumentare dell'esposizione, sia in termini di tempo che di quantità dell'inquinante** e il rischio diventa nullo solo in sua assenza.

Una buona parte degli **inquinanti atmosferici deriva dalle attività umane** come ad esempio:

- La combustione del carbone e del petrolio;
- il traffico veicolare;
- la produzione industriale di metalli, gomma, plastica, prodotti chimici e cement;
- la generazione di energia elettrica;
- l'incenerimento dei rifiuti;
- l'uso indiscriminato di pesticidi e fertilizzanti nell'agricoltura;
- l'emissione di sostanze contaminanti generate dalle attività agricole e zootecniche.

Ad esempio, l'anidride solforosa, l'idrogeno solforato, l'ammoniaca e altre sostanze che vengono emesse in enormi quantità nelle produzioni agricole e zootecniche, pur essendo naturalmente presenti negli ecosistemi, raggiungono soltanto in tali siti delle concentrazioni molto elevate e tali da generare effetti che in natura normalmente non si verificano.

## 1. I principali agenti di inquinamento indoor

Gli edifici sono situati nei vari territori geografici, perciò si trovano letteralmente immersi nei rispettivi ambienti ed ecosistemi e ovviamente ne subiscono le vicende. Se un edificio è collocato in un ambiente inquinato, è verosimile ritenere che il livello di inquinamento presente al suo interno sia collegato a quello dell'ambiente circostante e che in qualche modo ne dipenda.

Praticamente **si può affermare che una buona parte degli inquinanti presenti nell'edificio derivano da quelli che si trovano al suo esterno.**

Se l'edificio si trova in città, avrà al suo interno gli inquinanti degli ambienti urbani mentre se è situato in campagna ci saranno gli inquinanti tipici degli ambienti rurali e delle zone caratterizzate dalla presenza di vegetazione. Proviamo a immaginare di mettere una bottiglia o un qualsiasi altro contenitore aperto, all'interno di una vasca d'acqua e ci sarà chiaro che la composizione dell'acqua all'interno del contenitore dovrà essere se non uguale almeno molto simile a

quella dell'acqua della vasca. Se nella vasca anziché acqua si trova dell'inchiostro, il nostro contenitore anziché riempirsi d'acqua si riempirà di inchiostro.

Fin qui è tutto chiaro e logico. Gli edifici però non sono soltanto dei contenitori assimilabili a bottiglie, nel senso che non sono delle scatole vuote che raccolgono e contengono in maniera passiva gli inquinanti esterni. Oltre a contenere l'aria che è la stessa presente all'esterno, **le costruzioni a loro volta emettono inquinanti sia in relazione a come sono stati costruiti che a come vengono utilizzati** cioè in conseguenza delle varie attività umane presenti al loro interno. Si parla in questi casi di "ambiente confinato" per definire quella condizione degli edifici che pur essendo situati in un particolare territorio geografico, si trovano rispetto a questo delimitati dai rispettivi involucri che ne caratterizzano i comportamenti sia dal punto di vista termoisolometrico che da quello della presenza di inquinanti.

*Gli ambienti confinati sono solitamente più inquinati rispetto all'ambiente circostante, perché agli inquinanti esterni si sommano quelli emessi dall'edificio e quelli generati direttamente e indirettamente dai suoi occupanti.*

Per esempio, è noto che elevati valori di umidità all'interno dei locali provocano lo sviluppo di attività biologiche dannose come muffe, formazioni batteriche e acari. **Una gestione inadeguata dell'edificio** come il mantenere al suo interno dei valori elevati di umidità per tempi abbastanza lunghi, **provoca lo sviluppo di attività biologiche dannose che a loro volta causano allergie, asma, irritazioni e nei casi più gravi infezioni**

**e patologie respiratorie più serie.**

Facilmente si osserva che il carico di inquinanti presenti nei locali confinati, dovuti a cause dirette e indirette, supera anche abbondantemente i valori considerati limite per questa categoria di sostanze. Inoltre, la gestione inadeguata dell'edificio comporta sempre un peggioramento drastico della qualità dell'aria presente al suo interno.

## Sai cosa respiri?

### Tabella - Principali agenti indoor e potenziali fonti interne

(Fonte: Ministero della Salute)

Fonti	Inquinanti
Processi di combustione a gas o carbone per riscaldare e/o cucinare, camini e stufe a legna, gas di scarico veicoli	Prodotti di combustione (CO, NOx, SO <sub>2</sub> , particolato)
Materiali da costruzione e isolanti	Amianto, fibre vetrose artificiali, Particolato, Radon; Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Materiali di rivestimento e moquette	Formaldeide, acrilati, COV e Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Arredi	Formaldeide, COV e Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Liquidi e prodotti per la pulizia	Alcoli, fenoli, COV
Fotocopiatrici	Ozono (O <sub>3</sub> ), polvere di toner, idrocarburi volatili (COV)
Fumo di sigaretta	Idrocarburi policiclici, COV formaldeide, CO, particolato fine
Impianti di condizionamento	CO <sub>2</sub> e COV (per scarso numero di ricambi orari o eccesso di riciclo); Agenti biologici (per mancanza di pulizia/manutenzione)
Polvere	Agenti biologici (allergeni indoor: acari)
Individui	CO <sub>2</sub> e Agenti biologici (batteri, virus ecc.)
Animali	Allergeni indoor (peli ecc)
Sorgenti naturali (lave, tufi, graniti, ecc.)	Radon

Gli inquinanti che più frequentemente sono presenti negli ambienti confinati di tipo residenziale abitativo sono i seguenti.

- Sostanze volatili, dette anche **VOC** oppure COV
- **Particolato**, cioè polveri anche di natura biologica
- Composti derivanti dalla **combustione**



Generalmente si osserva che la composizione degli inquinanti presenti nell'aria interna è diversa rispetto a quella dell'aria esterna, anche se, come è stato già precisato quest'ultima influenza sensibilmente la prima a causa della normale aerazione dei locali. In linea di massima, nell'aria esterna vi è una maggiore quantità di polveri e queste sono solitamente di dimensioni maggiori e di natura diversa rispetto a quelle contenute nell'aria interna.

Ciò è dovuto al fatto che le polveri grosse vengono prodotte prevalentemente nell'ambiente esterno e che restano in sospensione nell'aria per tempi piuttosto brevi. Quando queste polveri entrano in casa, tendono naturalmente a depositarsi al suolo

se l'aria non è in movimento. Quindi entrano in casa per effetto dell'aerazione ma appena sono entrate cadono sul pavimento e la loro presenza in aria si riduce.

Le **polveri fini** invece sono meno sensibili a questo fenomeno e tendono a restare in sospensione per tempi lunghi anche in aria calma. Inoltre, all'interno degli edifici si ha una certa generazione di polveri dovute alle fibre dei tessuti che si liberano naturalmente nell'aria come la lana e le fibre sintetiche. Oltre a queste ci sono le **particelle di natura biologica come le spore delle muffe** e l'aerosol costituito dalle minuscole goccioline d'acqua che si liberano con la doccia e durante la **cottura dei cibi**.

*Solitamente l'aria interna contiene più polveri fini rispetto a quella esterna. Le sostanze volatili presenti nell'aria interna sono di gran lunga maggiori sia come quantità che come varietà rispetto a quelle che si trovano all'esterno perché l'edificio ne emette di proprie e dentro casa si utilizzano numerosissimi prodotti che complessivamente liberano grandi quantità di VOCs.*



## Sai cosa respiri?

Un altro elemento che differenzia la composizione dell'aria interna da quella esterna è la presenza di **bioeffluenti**, cioè di tutte quelle sostanze dovute alla presenza umana che rendono l'aria "pesante" o "viziata", che spesso vengono descritte più brevemente come "puzza di chiuso". Si tratta di sostanze e composti derivanti dal metabolismo umano come la respirazione, la sudorazione, la traspirazione della pelle e da tutte le emissioni di odori corporali comprese quelle di eventuali animali domestici. Non sono classificabili come inquinanti perché la loro tossicità è praticamente nulla,

ma sono **causa di discomfort** e rendono molto sgradevole anche solo entrare in casa. Quando capita di entrare in una abitazione dove l'aerazione dei locali non viene effettuata frequentemente, l'odore di chiuso ci indica subito che la quantità dei bioeffluenti è elevata, ma spesso gli inquinanti più pericolosi non siamo in grado di percepirla.

Il **gas Radon** che è l'inquinante più pericoloso, viene anche chiamato "**il killer silenzioso**" proprio perché non ha nessun odore e non si può individuare senza apparecchiature specifiche.

## 2. Le emissioni prodotte all'interno dell'edificio

Oltre agli inquinanti apportati dall'esterno, nell'edificio si verificano sostanzialmente due tipologie di emissioni: quelle relative all'edificio e quelle causate dagli occupanti.

Le **emissioni di inquinanti relative all'edificio** sono solitamente dovute alla cessione di sostanze che sono state impiegate nella fase di costruzione o eventualmente in quelle successive di ristrutturazione. Quando si

realizza un edificio o qualsiasi altra opera edile, vengono impiegati numerosi prodotti e materiali che contengono svariate quantità di sostanze inquinanti.

A costruzione ultimata molte di queste sostanze, che restano all'interno dei materiali e dei componenti edili, tendono a liberarsi lentamente in ambiente passando dai supporti porosi all'aria e **accumulandosi nei locali se la ventilazione non è sufficiente.**

**I tempi necessari per evacuare completamente le sostanze inquinanti dai materiali edili sono generalmente molto lunghi, nell'ordine di anni o di decenni.**

Alcune sostanze inquinanti come ad esempio la **formaldeide** vengono emesse dai materiali per tempi lunghissimi che sono nell'ordine della vita utile dell'edificio.

**In alcune nazioni estere la normativa nazionale sulla salute pubblica, raccomanda che negli edifici nuovi appena ultimati, si incrementino sia la ventilazione degli ambienti che il riscaldamento appunto per favorire il rilascio degli inquinanti e la loro relativa evacuazione.** Tutto ciò che è nuovo, soprattutto se deriva da una produzione industriale, solitamente contiene delle

quantità significative di sostanze inquinanti. Quando entriamo in un'auto nuova sentiamo subito "l'odore di nuovo" il quale non è altro che una variegata miscela di sostanze volatili (VOCs) inquinanti contenute nelle **plastiche** e nei tessuti che sono dannose per l'organismo umano. **Anche un giocattolo nuovo o un paio di scarpe nuove hanno il loro rispettivo "odore di nuovo" che ne caratterizza la presenza di sostanze volatili** (ftalati nel caso del giocattolo, adesivi e solventi per le scarpe), ovvero la loro rispettiva quantità di VOCs inquinanti e dannosi per la salute umana.

## Sai cosa respiri?

### Emissioni relative all'edificio

I materiali utilizzati nell'edilizia che più frequentemente contengono svariate sostanze inquinanti sono i seguenti:

- **Adesivi**

La produzione di adesivi impiega numerose sostanze volatili che a loro volta possono essere rilasciate in ambiente i tempi più o meno lunghi. Un aspetto da non sottovalutare è che questi materiali **vengono solitamente utilizzati in grosse quantità nella costruzione degli edifici**, all'incirca nell'ordine dei quintali per ciascuna unità abitativa, da cui derivano rispettivamente delle rilevanti quantità di inquinanti. La formaldeide è una fra le sostanze che può essere presente negli adesivi anche se la tendenza attuale da parte dei produttori è quella di sviluppare e di commercializzare prodotti denominati "VOC free" cioè senza VOCs.

- **Vernici**

Nella fabbricazione delle vernici si utilizzano spesso come solventi dei composti come lo **xilene** ed il **toluene** che derivano dal **benzene** e che hanno una **marcata tossicità acuta**. Fortunatamente sono anche molto volatili e poco persistenti perciò vengono quasi completamente rilasciati prima che l'edificio venga occupato. Negli ultimi anni si stanno diffondendo sempre più frequentemente le vernici ad acqua, in sostituzione di quelle a solvente, che impiegano ridotte quantità di sostanze inquinanti.

- **Isolanti**

Numerosi isolanti ottenuti attraverso dei processi industriali contengono delle sostanze volatili al loro interno che necessitano di tempi piuttosto lunghi perché vengano completamente evacuati.

- **Plastiche**

Solitamente le plastiche contengono delle sostanze, dette appunto plastificanti, relativamente poco persistenti, che sono dannose per la salute e perciò inquinanti, fra queste le più utilizzate sono gli **ftalati** ed il bisfenolo. Recenti evidenze scientifiche hanno rilevato che queste sostanze **sono in grado di alterare l'equilibrio ormonale degli organismi viventi anche a dosi molto basse** e vengono perciò classificate come IE cioè "interferenti endocrini"

- **Solventi**

Oltre a quelli contenuti nelle vernici e negli adesivi, spesso nelle costruzioni vengono utilizzati dei **solventi per la pulizia delle superfici come l'acetone, la trielina ed altri** prodotti inquinanti che liberano rilevanti quantità di VOCs.

- **Cemento**

L'industria del cemento utilizza per i suoi processi produttivi numerosi materiali che possono contenere importanti quantità di sostanze inquinanti, le quali vengono poi rilasciate lentamente dall'edificio e che inevitabilmente entrano in contatto con i suoi occupanti.

- **Malte**

Numerose malte impiegate negli edifici, come gli intonaci, i massetti e altri prodotti complementari contengono del cemento e altri composti come il gesso che spesso includono in massa delle **impurità inquinanti**.



### Emissioni causate dagli occupanti

Le normali attività umane che si svolgono all'interno dell'edificio, anche in funzione delle singole e specifiche abitudini, generano importanti quantità di sostanze inquinanti perciò dannose per la salute umana.

Le fonti di inquinamento più significative sono le seguenti:

- **Processi di combustione**

La combustione di qualsiasi sostanza, solida, liquida o gassosa, produce sempre e comunque delle sostanze inquinanti dannose. I sottoprodotti della combustione sono sempre l'**anidride carbonica CO<sub>2</sub>** e l'acqua H<sub>2</sub>O, che a loro volta derivano dall'ossidazione rispettivamente del carbonio e dell'idrogeno. A questi si sommano molto frequentemente anche il CO, ossido di carbonio dovuto alla combustione incompleta o difettosa che spesso è anche la causa di formazione di fuliggine cioè di **particolato incombusto** anch'esso inquinante. La combustione del gas naturale è fra tutte quella meno inquinante ma produce sempre degli **ossidi di azoto NOx** che si generano spontaneamente alle alte temperature.

Lo stesso concetto è applicabile oltre che al gas naturale anche al GPL, all'etanolo, e alla combustione di prodotti puri. Spesse volte però i combustibili contengono quantità variabili di impurezze come ad esempio lo zolfo che nella combustione generano **SO<sub>2</sub> anidride solforosa**, **particolarmente aggressiva e irritante per le vie respiratorie, gli occhi e le mucose in generale.**

**La combustione delle sigarette complessivamente produce circa 3000 sostanze tossiche** e dà luogo a una categoria di inquinanti classificata come ETS Environmental Tobacco Smoke (**fumo passivo**) che si riferisce alla presenza negli ambienti del fumo di tabacco. **Particolarmente dannose e inquinanti sono inoltre le candele, le bacchette di incenso profumate, gli zampironi** e più in generale tutte le fonti di combustione. I **caminetti** e tutte le altre fonti di combustione di legna, comprese le **stufe a pellet** sono una rilevante fonte di sostanze tossiche, sia sotto forma di inquinanti gassosi che di particolato oltre che di **IPA (idrocarburi policiclici aromatici)**, alcuni dei quali hanno evidenziato effetti cancerogeni e teratogeni nell'uomo e negli animali.



• **Utilizzo di prodotti chimici**

Nelle normali attività domestiche vengono utilizzate numerose sostanze che complessivamente emettono **quantità rilevanti di sostanze volatili di diversa natura, composizione e tossicità.**

Le più comuni sono le seguenti:

- Detergenti
- Solventi
- Profumi
- Insetticidi
- Cere per pavimenti
- Lucidi per scarpe
- Adesivi e solventi nei lavori di hobbistica
- Fotocopiatrici e stampanti
- Cottura dei cibi (fritti, arrostiti)
- Impiego di inchiostri, colori, pennarelli contenenti solventi
- Prodotti per la lucidatura dei metalli
- Antimuffa e sanizzanti delle superfici



## Sai cosa respiri?

- **Impianti termici e di condizionamento non correttamente gestiti**

Molto spesso sugli impianti di condizionamento e di ventilazione non vengono effettuate le necessarie manutenzioni oppure non vengono effettuate le pulizie dei filtri e delle tubazioni con la necessaria frequenza.

Ciò comporta una drastica riduzione della qualità dell'aria, **l'accumulo di polveri e di altre sostanze inquinanti che a loro volta possono diventare un valido substrato per la proliferazione di microrganismi dannosi, anch'essi inquinanti.**

Un altro fattore di rischio è costituito dalla possibile proliferazione del **batterio Legionella** che si sviluppa in presenza di acqua ferma o stagnante a temperature che vanno dai 25° ai 42°C, compatibili con quelli della maggior parte degli impianti domestici.

La presenza di serbatoi, vasche, ambienti acquatici, fontane e situazioni dove si verificano spruzzi d'acqua o gorgogliamenti favorisce lo sviluppo di questa insidiosa attività biologica capace di causare **gravi polmoniti batteriche** dall'esito spesso infausto.



## Sai cosa respiri?

- **Attività biologiche favorite dall'umidità eccessiva**

**L'umidità eccessiva all'interno dei locali abitativi è una delle cause più frequenti di disagio e di altri danni derivanti dalle formazioni batteriche, di muffe e di acari a questa conseguenti.** L'umidità può essere a tutti gli effetti considerata un inquinante fisico che agisce in maniera indiretta, rendendo possibile e favorendo la proliferazione di svariate attività biologiche. Lo sviluppo di tali attività biologiche a sua volta genera delle sostanze inquinanti che possono creare non pochi problemi di salute agli occupanti.

Le situazioni più frequenti sono le seguenti:

- Elevata presenza di **spore fungine** nell'aria interna che creano diversi problemi di salute anche gravi, comprese allergie, irritazioni, infiammazioni ed infezioni. Le muffe inoltre rilasciano delle

sostanze tossiche chiamate "micotossine" che sono particolarmente dannose per l'organismo umano. **L'esposizione alle muffe per tempi lunghi sottopone l'organismo ad elevati livelli di stress e debilita le sue difese naturali, rendendolo meno resistente alle malattie.**

- Proliferazione di acari nei tessuti e in tutti i supporti costituiti da materiali tessili compresi quelli sintetici come: materassi, cuscini, coperte, poltrone e altri arredi. Gli acari sono dei **potenti agenti allergizzanti** perché rilasciano delle particelle costituite da frammenti del loro esoscheletro (acari morti), dalla loro feci e da altre particelle che causano delle reazioni allergiche anche violente negli individui predisposti. Oltre a quelle appena citate **si riportano molto spesso delle frequenti irritazioni e infezioni a carico della pelle, degli occhi e delle mucose, soprattutto nei soggetti più deboli come bambini, anziani, persone debilitate o immunodepresse.**



### 3. Gli inquinanti provenienti dall'esterno



Come è stato accennato precedentemente, agli inquinanti emessi dall'edificio e a quelli generati dalle attività umane presenti al suo interno, si aggiungono quelli che provengono dall'esterno.

Se l'esterno è molto inquinato è normale che vi siano degli apporti significativi di sostanze nocive o indesiderate verso gli ambienti confinati. Oltre alle **sostanze dannose presenti nell'aria esterna, che penetrano nell'edificio in occasione dell'apertura delle finestre** e attraverso le infiltrazioni naturali

d'aria che avvengono tramite gli spifferi, vi sono anche quelle che vengono veicolate dagli indumenti e dai capi di abbigliamento. Quando facciamo una passeggiata in città, soprattutto nei centri urbani caratterizzati da forte inquinamento dell'aria e da ventilazione scarsa o assente come spesso avviene **nelle grandi città del Nord Italia nei mesi invernali, i cappotti, le sciarpe, i guanti e i vestiti si impregnano letteralmente di sostanze inquinanti come particolati, sostanze volatili e altri composti indesiderati.**

## Sai cosa respiri?

Gli stessi indumenti diventeranno poi una rilevante fonte di emissione nel momento in cui vengono portati all'interno dell'edificio, poiché tenderanno a cedere e a liberare gli inquinanti in eccesso portandosi in equilibrio con l'aria interna. In misura minore questo avviene anche con i capelli e con la pelle che superficialmente tendono a trattenere e accumulare le sostanze inquinanti, soprattutto polveri cariche di sostanze volatili, presenti all'esterno.

*Un fenomeno molto frequente causato dall'inquinamento riguarda lo smog fotochimico che si forma per la reazione delle sostanze inquinanti sospese nell'aria in condizioni meteorologiche caratterizzate da tempo stabile, temperature elevate e forte insolazione.*

In questi casi i raggi ultravioletti della luce solare inducono la reazione fotochimica di sostanze inquinanti come gli ossidi di azoto NOx e i VOCs contenuti nell'aria **dando luogo a composti ancora più pericolosi**. Per questo motivo nei mesi estivi soprattutto nelle città molto inquinate si sconsiglia di uscire alle persone più deboli come bambini e anziani in pieno giorno o in assenza di vento, cioè quando i fenomeni fotochimici sono particolarmente intensi.

Queste condizioni climatiche favoriscono anche la formazione dell'ozono che è un potente irritante delle vie respiratorie, pericoloso soprattutto per le persone che soffrono di problemi cronici a carico dell'apparato respiratorio.

Un'altra fonte di inquinanti che provengono dall'esterno è costituita dagli incendi di varia natura che liberano nell'aria enormi quantità di inquinanti e a seconda del vento possono veicolare fumi e sostanze tossiche anche molto pericolose come la diossina, all'interno degli edifici. Sempre più spesso si sviluppano degli incendi più o meno vasti nelle discariche di rifiuti, nei boschi oppure nelle città quando a prendere fuoco sono gli appartamenti o delle auto in sosta.

I principali inquinanti presenti nell'aria esterna sono i seguenti:

- Particolato totale disperso
- Sostanze volatili VOCs
- Monossido di carbonio
- Ossidi di azoto
- Anidride solforosa
- Metalli pesanti
- Ozono
- Idrocarburi \*\*
- Benzene \*\*
- Amianto \*
- Polveri silicee \*

\* pur rientrando fra i particolati totali queste sostanze danno luogo a patologie specifiche e necessitano di essere classificate diversamente  
\*\* si tratta di sostanze volatili ma vengono classificati separatamente perché hanno origine e tossicità diversa





#### 4. Fattori che influiscono su accumulo, concentrazione e diluizione

Nelle condizioni descritte, cioè quelle dove l'edificio già si trova in un ambiente di per sé inquinato con ulteriori apporti di inquinanti sia dovuti all'edificio stesso che a come è stato costruito e a come questo viene utilizzato, **occorre il più possibile allontanare ed evacuare gli inquinanti evitando il loro accumulo all'interno degli spazi confinati.**

I fattori determinanti utili per evitare l'accumulo delle sostanze inquinanti all'interno degli edifici sono:

- Ridurre degli apporti
- Favorire l'evacuazione

La riduzione degli apporti si può ottenere **limitando al massimo tutte le fonti di inquinamento indoor** e prestando particolare attenzione ai prodotti e alle sostanze utilizzate in casa.



*L'evacuazione degli inquinanti si può vantaggiosamente favorire per mezzo di un'adeguata ventilazione degli ambienti, preferibilmente di tipo continuo e automatico.*

La **ventilazione meccanica controllata** è il sistema più efficace per la corretta evacuazione degli inquinanti dagli edifici. **Attraverso l'ingresso di aria fresca e filtrata, gli inquinanti presenti in casa verranno conseguentemente diluiti ed allontanati dall'abitazione impedendone l'accumulo e la concentrazione.** Oltre alla ventilazione meccanica controllata, è utile anche l'aerazione ottenuta aprendo le finestre e la ventilazione naturale che si instaura

spontaneamente attraverso gli spifferi che consentono le infiltrazioni e le esfiltrazioni dell'aria. L'aerazione e la ventilazione naturale però non consentono né la filtrazione dell'aria immessa e neppure il **recupero energetico del calore contenuto nell'aria in uscita.**

Per questo motivo l'aerazione e la ventilazione naturale sono sempre meno utilizzate sia in Italia che all'estero.

## 5. Effetti correlati e sinergici

Come è stato accennato in precedenza, in determinate situazioni gli inquinanti svolgono un'azione sinergica, cioè determinano degli **effetti superiori alla somma di ciascun inquinante preso singolarmente**.

Se ci troviamo in un ambiente con elevate concentrazioni di più sostanze inquinanti, è logico pensare che ciascuna di queste possa agire contro l'organismo andando a sollecitare uno o più organi detti "bersaglio" che possono essere il fegato, i reni, i polmoni o altri organi. In una situazione dove numerose sostanze inquinanti sono presenti contemporaneamente gli organi colpiti saranno anch'essi più numerosi e l'azione tossica esercitata sarà anch'essa maggiore. Perciò è sempre preferibile ridurre il più possibile sia la concentrazione degli inquinanti che il loro numero complessivo per salvaguardare al massimo la salute degli occupanti negli ambienti confinati. La situazione più frequente che mostra gli effetti sinergici degli inquinanti riguarda

l'accumulo dell'umidità dovuto alla scarsa ventilazione dei locali. **In assenza di un corretto ricambio dell'aria interna, oltre all'accumulo degli inquinanti prodotti in casa e a quelli dovuti alle emissioni spontanee dei materiali edili, si verifica inesorabilmente anche l'aumento dell'umidità ambientale.**

Quando questa supera un determinato valore per tempi sufficientemente lunghi, crea le condizioni ideali per la proliferazione e lo sviluppo di microrganismi dannosi come le formazioni batteriche, le muffe e gli acari. Questi a loro volta emettono degli altri inquinanti come il particolato biologico, le micotossine ed altre sostanze nocive per la salute umana.

La cosiddetta **"puzza di muffa"** è una ricca miscela di composti tossici costituita da circa 200 sostanze diverse fra i quali si trovano vari alcoli, esteri, ammine, terpeni, aldeidi, chetoni, composti aromatici e solforati che nel loro insieme prende il nome di **mVOCs**, cioè microbial Volatile Organic Compounds.



## 6. Effetti degli inquinanti sulla salute umana



Gli effetti degli inquinanti sulla salute umana in relazione all'ambiente sono molto vari ed estesi e riguardano una branca della scienza che prende il nome di **"tossicologia ambientale"**.

Lo studio di un'enorme quantità di sostanze chimiche e di come queste, in concentrazione variabile anche interagendo fra di loro possano nel tempo provocare stati patologici diretti e indiretti sugli organismi, è senza dubbio un'attività di grande impegno e di continua ricerca. Trattandosi di un tema particolarmente ampio e di lunga e difficile classificazione, si daranno solo alcuni brevi accenni all'argomento in analisi.

Gli effetti più significativi degli inquinanti sulla salute umana sono i seguenti:

- **Bioaccumulo**

In presenza di specifici inquinanti, come ad esempio il DDT, i furani, le diossine ecc. l'organismo tende ad accumularli in alcuni organi bersaglio, raggiungendo localmente delle concentrazioni superiori a quelle presenti nell'ambiente. Questo fenomeno può comportare danni molto gravi agli organi colpiti dai vari composti nocivi.

## Sai cosa respiri?

### • Effetti tossici

Riguardano i danni che la sostanza può causare all'intero organismo o a specifici organi e apparati, si tratta di patologie molto varie che frequentemente agiscono in forma combinata. Ad esempio, **molte sostanze volatili sono tossiche per l'apparato respiratorio** e contemporaneamente hanno anche degli effetti neurotossici che agiscono sul **sistema nervoso centrale**.

Altri composti invece non sono tossici in quanto tali ma lo sono i loro metaboliti, perciò vengono assorbiti dall'organismo e degradati diventando altre sostanze che invece sono dannose o addirittura cancerogene a causano disturbi o tumori negli organi escretori come la vescica. Numerose sostanze inquinanti, fra le quali i metalli pesanti, causano la modificazione di determinati equilibri dell'organismo a livello enzimatico con gravi conseguenze a livello della **corretta funzionalità di organi e apparati**. Il traffico veicolare, oltre alle note emissioni dei motori a combustione interna, genera quantità non indifferenti di inquinanti che non provengono dal motore come ad esempio le polveri dovute all'usura degli pneumatici e alle polveri metalliche (ferro e rame) causate dall'usura dei freni (sia delle pastiglie che dei dischi).

### • Effetti irritativi

Molto spesso le sostanze nocive presenti nell'aria danno luogo ad effetti irritativi sulle mucose, sui bulbi oculari, sulla pelle, sull'apparato respiratorio e più in generale su tutti i tessuti esposti al contatto con l'inquinante con la comparsa di infiammazioni a diversi livelli di intensità e gravità. Le conseguenze sono un aumento dei casi di **raffreddore, bronchiti, polmoniti, riniti** e varie forme di irritazione cutanea come le dermatiti da contatto.

### • Effetti infettivi

Nei casi più gravi e quando l'organismo è particolarmente debilitato, anche a causa dell'esposizione agli inquinanti, possono insorgere delle **infezioni causate da batteri, virus e più raramente dalle muffe**. Un caso limite è l'aspergillosi, si tratta di un'infezione molto severa causata dall'inalazione di spore delle muffe *Aspergillus* (molto comuni nelle abitazioni) che nelle sue forme più gravi si manifesta con la crescita del microrganismo all'interno del tessuto polmonare del soggetto colpito.

### • Effetti allergici

In linea generale gli inquinanti presenti nell'aria causano sempre un peggioramento delle condizioni di salute delle persone. **Nel caso delle allergie queste sono spesso aggravate quando aumenta la quantità o la concentrazione delle sostanze inquinanti.**

I disturbi più comuni sono le riniti allergiche e l'asma che peggiorano anche sensibilmente quando l'aria è inquinata da gas di scarico o da particolato biologico come spore di muffe o pollini.