

3. MODULO ARIA

EcoTournament -Planet depends on us

Presentiamo, di seguito, il materiale didattico realizzato nell'ambito del progetto *Eco-Tournament - Planet depends on us*: qui potrai trovare tutte le informazioni utili in materia di tutela dell'ambiente e di lotta al cambiamento climatico, che ti permetteranno di rispondere correttamente a tutte le task che ti saranno assegnate. Buona lettura e in bocca al lupo!



Titolo di progetto:

EcoTournament -Planet depends on us

Reference number:

101052040

Programma:

Programma Erasmus+ - Azione Chiave 2 - Sviluppo
delle capacità nel settore della gioventù

Sommario

Introduzione	3
Risultati di apprendimento	6
La funzione principale dell'aria	6
L'inquinamento atmosferico	7
Le cause dell'inquinamento atmosferico	9
Le conseguenze dell'inquinamento atmosferico	12
L'inquinamento atmosferico affrontato dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile	21
Soluzioni possibili	23
Fonti	28

Introduzione

Definizione di aria

L'aria è una miscela di gas che circonda la Terra, creando una specie di “scudo protettivo” per tutto l'ambiente terrestre. Le sostanze principali che compongono l'aria sono le seguenti: azoto, ossigeno ed anidride carbonica.

L'aria non è solo gas:

Sebbene l'aria sia principalmente gassosa, contiene anche minuscole particelle chiamate aerosol, costituite, ad esempio, da polvere e polline. Ma l'aria può anche trasportare fuliggine, fumo ed altre particelle provenienti, ad esempio, dagli scarichi delle auto e dalle centrali elettriche.

L'aria diventa "più rarefatta" man mano che si sale di altitudine. Proprietà dell'aria: l'aria non ha né volume né forma propria, ma occupa tutto lo spazio che ha a disposizione.

L'aria ha una massa propria:

Non tutti sanno che l'aria ha un peso (pressione atmosferica).

L'aria esercita una pressione:

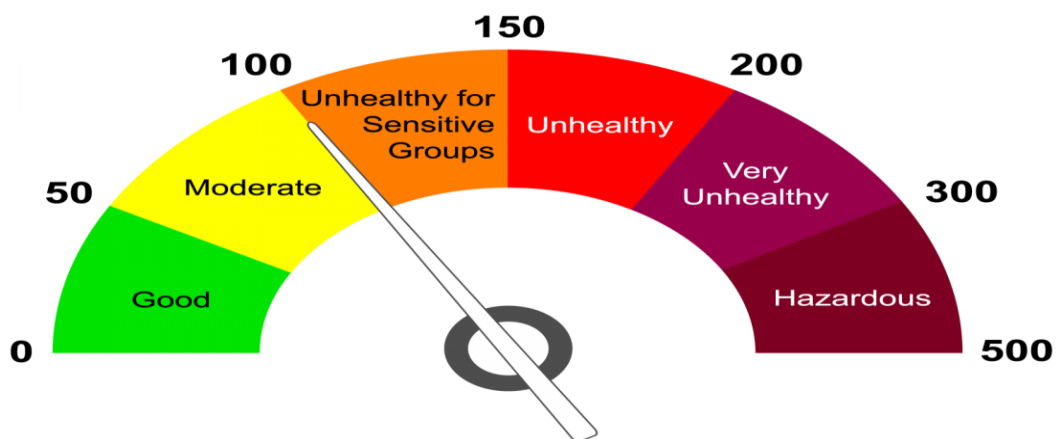
In meteorologia la pressione atmosferica è un concetto molto importante: è la forza esercitata sull'unità di superficie al suolo, o anche in quota, dovuta al peso dell'aria sovrastante. Essendo attirata verso il basso dal proprio peso, l'aria esercita sulla superficie terrestre una certa pressione: con l'aumentare della quota rispetto al livello del mare la pressione atmosferica decresce in quanto diminuisce lo spessore di atmosfera sovrastante. Questo

fenomeno lo possiamo sperimentare, ad esempio, quando prendiamo quota in aereo: a causa del variare della pressione le nostre orecchie si tappano.

L'aria è il primo alimento essenziale della vita ed è fondamentale prendersene cura. Circa la totalità del volume totale dell'atmosfera è composto da azoto, un gas che entra nella composizione degli organismi viventi, e precisamente nelle proteine, che sono le molecole base della vita. La parte restante del volume rimanente è costituita dall'ossigeno, gas necessario agli organismi viventi per consentire il processo di respirazione. Sono poi presenti, in quantità minore, anidride carbonica, vapore acqueo e tracce di altri gas, come ad esempio elio, argon, ozono e idrogeno.

Per misurare la qualità dell'aria è possibile utilizzare l'indice di qualità dell'aria (IQA), che si misura in una scala che va da 0 a +500 ed identifica sei categorie di pericolosità, in modo tale che, quanto maggiore sarà l'indice, tanto peggiore sarà la qualità dell'aria. Ne consegue che un valore AQI pari a 50 (o inferiore) è indice di una buona qualità dell'aria, mentre un valore superiore a 300 è da considerarsi indice di inquinamento atmosferico.

Esempio:



Composizione dell'aria

L'aria è composta dai seguenti elementi:

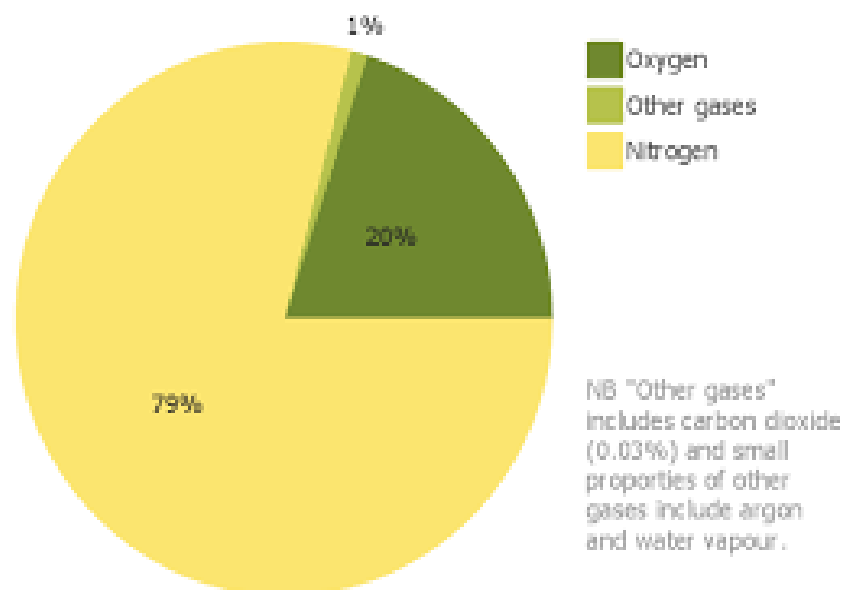
Vapore acqueo: durante l'estate sappiamo che l'acqua presente negli oceani e nei fiumi evapora e si disperde nell'aria, trasformandosi in vapore acqueo. Il vapore acqueo è il più abbondante gas serra naturale presente in atmosfera.

Ossigeno: per massa è il secondo elemento più abbondante in atmosfera dopo l'azoto (la percentuale di ossigeno nell'aria è pari al 21%).

Azoto: l'azoto è un gas biatomico che costituisce circa il 78% dell'atmosfera terrestre. Oltre che nell'aria, l'azoto si trova nelle proteine che costituiscono tutte le forme di vita, in alcuni depositi di idrocarburo naturale e in molti composti organici e inorganici.

Anidride carbonica: si tratta di un gas inerte, inodore ed incolore, naturalmente presente in atmosfera in concentrazioni limitate, pari allo 0,038%. L'anidride carbonica fa parte dei cicli biogeochimici naturali, quale risultato del processo di ossidazione delle molecole organiche (cioè le molecole della vita), definite "carboniose" proprio perché strutturate intorno all'atomo di carbonio.

Infine, nell'atmosfera, sono presenti anche particelle di polvere che è possibile osservare, ad esempio, quando, all'interno di una stanza buia, un raggio di sole entra da una feritoia: il luccichio che vediamo è prodotto dalle particelle di polvere sospese nell'aria che altrimenti non riusciremmo a vedere ad occhio nudo. Le particelle di polvere costituiscono meno dell'1% dell'atmosfera terrestre.



Risultati di apprendimento

Al termine di questo modulo sarà possibile conseguire i seguenti risultati di apprendimento:

Conoscenze

- Imparerai qual è la composizione dell'aria; scoprirai le cause principali dell'inquinamento atmosferico, nonché gli strumenti per contrastarlo; imparerai quali sono gli obiettivi di sviluppo sostenibile connessi alla tematica dell'inquinamento atmosferico.

Competenze

- Al termine del modulo saprai quali misure adottare per contrastare l'inquinamento atmosferico;
- Acquisirai maggiore consapevolezza in merito alla necessità di contrastare e mitigare il cambiamento climatico;
- Imparerai quali soluzioni adottare e com'è possibile impegnarsi per cercare di invertire la rotta;
- Acquisirai maggiore pensiero critico;
- Acquisirai nuovo slancio e motivazione.

Condotta

- Grazie a questo modulo avrai modo di soddisfare la tua sete di curiosità e di trovare risposte concrete a svariate questioni etiche;
- Imparerai ad intraprendere azioni concrete e responsabili;
- Imparerai ad agire in un'ottica di proattività e di lungimiranza.

La funzione principale dell'aria

L'aria è un elemento fondamentale per gli esseri viventi aerobici (uomo, animali e vegetali).

La respirazione consiste nell'assunzione di ossigeno e nell'eliminazione di anidride carbonica e avviene in due fasi: inspirazione ed espirazione. Nella prima l'aria, dopo aver attraversato le vie aeree superiori e i bronchi, penetra negli alveoli polmonari; nella seconda i polmoni espellono l'aria.

La fotosintesi clorofilliana è un processo chimico per mezzo del quale le piante verdi e altri organismi riescono a convertire molecole di anidride carbonica (CO_2) e d'acqua in una molecola di glucosio, zucchero fondamentale per la vita della pianta.

L'aria è in grado di trattenere l'acqua. Avrai infatti sentito parlare di "umidità". L'umidità è la misura della quantità di vapore acqueo presente nell'aria. Più alta è la temperatura, più alta è la percentuale di vapore acqueo che può essere trattenuta nell'aria. L'umidità relativa è ciò a cui fanno riferimento di solito le previsioni meteo al mattino.

L'aria inoltre ha un peso: anche se sembra sia qualcosa di effimero, essa ha un peso ed è in grado di esercitare una forza sulle superfici (pressione atmosferica).

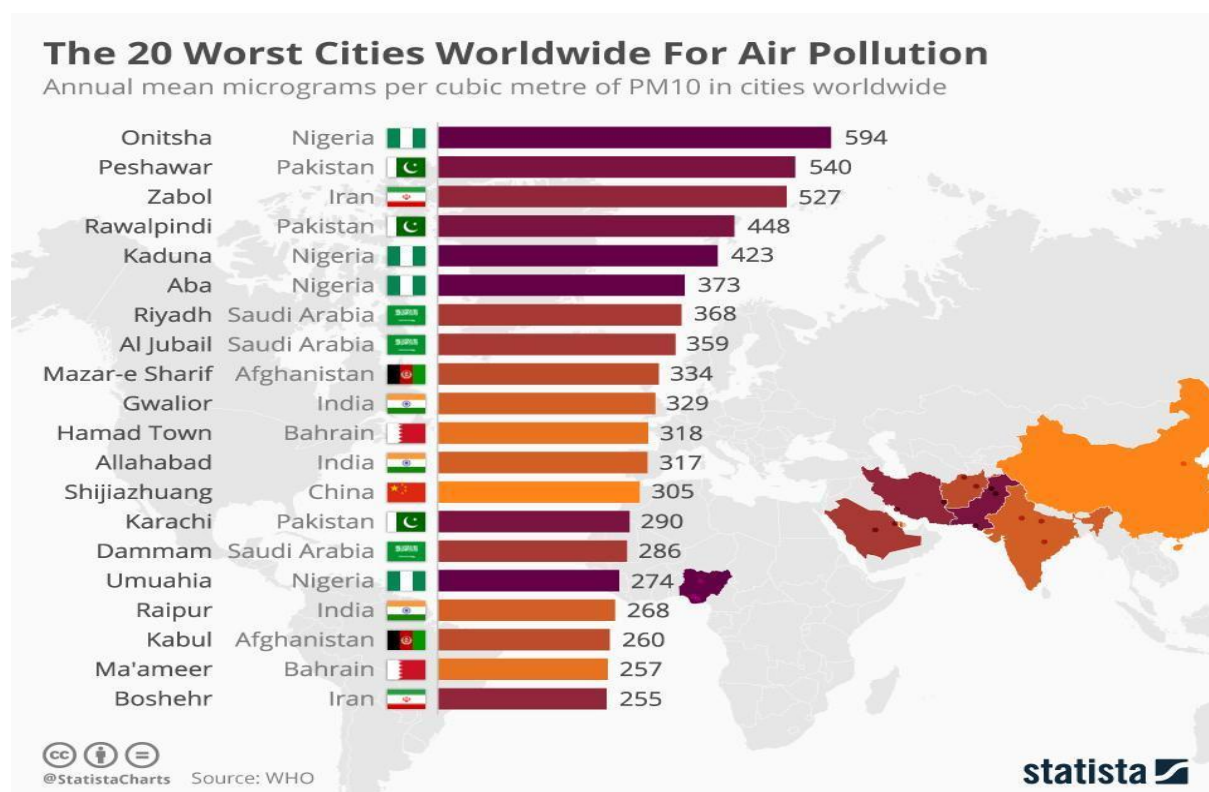
L'atmosfera, ossia lo strato di gas che circonda il nostro Pianeta, funge da scudo contro i raggi nocivi che provengono dal Sole e contro l'ingresso di asteroidi.

L'aria contiene piccole particelle chiamate aerosol atmosferico, particelle liquide o solide sospese in aria. Tali particelle svolgono un ruolo determinante sul piano del cambiamento climatico tramite la loro complessa interazione con la radiazione solare.

L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico è una forma di inquinamento che comprende l'insieme di tutti gli agenti fisici, chimici e biologici che modificano le caratteristiche naturali dell'atmosfera terrestre, causando un effetto dannoso su esseri viventi e ambiente. L'inquinamento atmosferico è dovuto principalmente ad attività antropiche che favoriscono la diffusione nell'atmosfera di gas e polveri sottilissime. In particolare, le principali fonti di inquinamento atmosferico sono le attività industriali, gli impianti per la produzione di energia, gli impianti di riscaldamento e il traffico stradale. Particolato atmosferico, monossido di carbonio, ozono e biossido di azoto sono gli inquinanti più critici. Si stima che circa 2,4 miliardi di persone siano solite cucinare e riscaldare le proprie abitazioni avvalendosi di combustibili inquinanti, utilizzando dunque combustibili fossili. Le attività di riscaldamento domestiche sono un'importante fonte di gas serra e di emissioni inquinanti. L'inquinamento atmosferico si ripercuote sulla salute dell'uomo, sugli ecosistemi, sugli edifici, sui materiali e sul clima. Gli inquinanti immessi nell'aria possono essere responsabili di diverse patologie: tra le più

comuni le affezioni alle vie respiratorie, all'apparato cardiocircolatorio e al sistema immunitario. Inoltre, l'inquinamento atmosferico provoca l'acidificazione e una concimazione eccessiva degli ecosistemi naturali. In particolare, l'ozono ha effetti cronici sulla vegetazione e causa perdite di raccolto. L'inquinamento atmosferico rappresenta inoltre una delle principali cause dello scioglimento dei ghiacciai: maggiori emissioni di CO₂ nell'atmosfera aumentano la temperatura terrestre, con conseguente innalzamento del livello dei mari associato al ghiaccio perso. L'inquinamento atmosferico si può misurare con un indice specifico, denominato "indice di qualità dell'aria" (AQI). Più basso è l'indice, più pulita risulta l'aria. Quando l'indice inizia a superare quota 100 non dovresti trascorrere troppo tempo all'aria aperta.



Le cause dell'inquinamento atmosferico

Combustibili fossili

Con il termine combustibili fossili intendiamo tutti quei combustibili che derivano dalla trasformazione di sostanza organica, secondo reazioni naturali sviluppatesi nel corso di milioni di anni. I principali combustibili fossili sono il petrolio, il carbone e il gas metano. L'utilizzo di combustibili fossili, oltre a causare nell'atmosfera un aumento di gas serra (soprattutto anidride carbonica), può innescare un aumento dei livelli di smog, nonché causare il fenomeno delle piogge acide. Lo sfruttamento di combustibili fossili da parte degli esseri umani è la più grande causa di emissione, in tutto il mondo, di biossido di carbonio e di CO₂. L'anidride carbonica è, infatti, uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra e, di conseguenza, del surriscaldamento globale. Secondo le stime del World Energy Outlook (2021) - Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), la domanda globale di combustibili fossili raggiungerà il picco entro il 2025.

Emissioni industriali

I processi industriali liberano nell'aria diversi inquinanti: ossidi di azoto e di zolfo, polvere, composti organici volatili (COV) ed altri inquinanti. Tali inquinanti, generati dalla combustione di petrolio, carbone e gas, possono arrecare effetti significativi alla salute umana quali: aumento di patologie respiratorie, aggravamento di patologie croniche cardiorespiratorie, tumore polmonare, aumento della mortalità, riduzione della speranza di vita.

Problemi di respirazione

I combustibili fossili sono anche i principali responsabili della formazione di malattie croniche (asma e bronchite). Nei bambini e negli adulti l'esposizione all'inquinamento atmosferico, sia a breve che a lungo termine, può portare ad una riduzione della funzionalità polmonare, ad infezioni respiratorie e ad asma.

L'esposizione materna all'inquinamento atmosferico è associata, invece, ad esiti avversi alla nascita. Dati recenti suggeriscono come l'inquinamento atmosferico possa influenzare la formazione di patologie, quali il diabete, nonché lo sviluppo neurologico nei bambini.

Inoltre, le attività antropiche sono spesso causa di incendi, che a loro volta portano ad un trasferimento nell'aria di circa 200 composti inquinanti (metano, idrocarburi, monossido e biossido di carbonio, ossidi di azoto e particolato). Tali sostanze derivano dai processi di combustione della cellulosa, della lignina, ma anche delle resine e degli olii presenti nella vegetazione e nel suolo. Quando gli incendi interessano superfici di territorio molto vaste, la

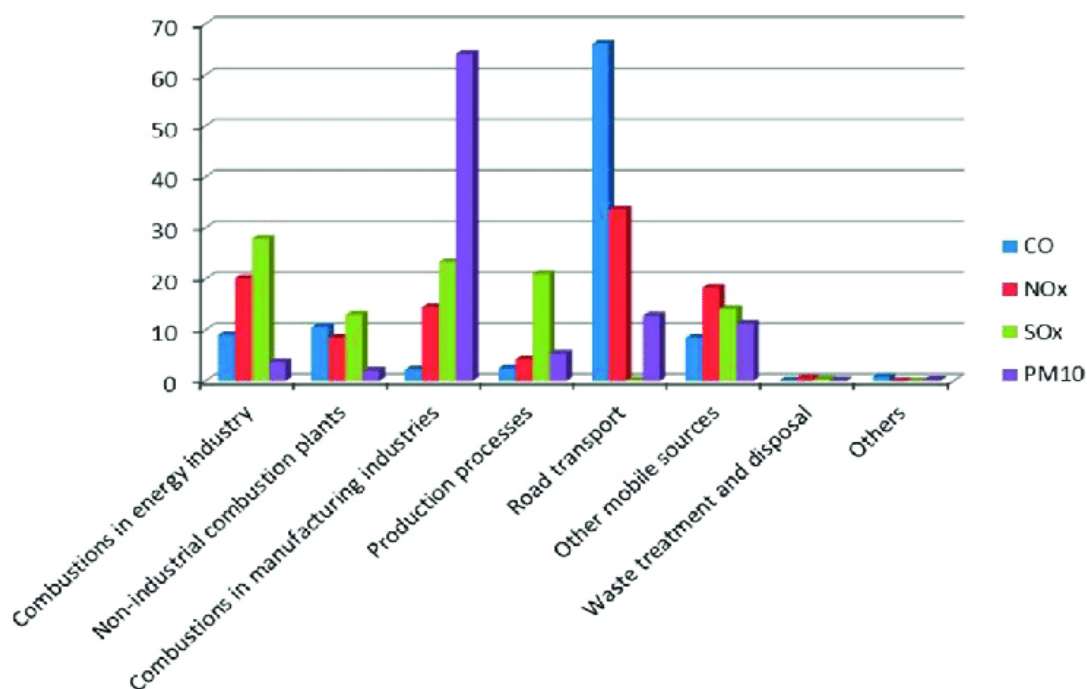
quantità di tali sostanze aumenta nell'aria più che proporzionalmente. Gli incendi sono anche causati dall'aumento di temperatura. Maggiore è la temperatura, maggiori sono i casi di incendi boschivi.

Processo di decadimento microbico

Le industrie manifatturiere, chimiche e tessili sono responsabili del rilascio in atmosfera di grosse quantità di anidride carbonica, idrocarburi, sostanze chimiche e composti organici, in grado di innescare nell'ambiente un processo di decadimento microbico, andando quindi ad alterare la quantità di batteri e di funghi che, in natura, svolgono un ruolo fondamentale all'interno dei cicli biogeochimici. Tale alterazione dei processi biogeochimici può generare un aumento in atmosfera delle percentuali di gas metano (gas altamente tossico).

Mezzi di trasporto

I mezzi di trasporto rappresentano una delle principali cause di inquinamento atmosferico. Sebbene l'introduzione di una normativa più inflessibile abbia permesso di migliorare sensibilmente, rispetto agli scorsi decenni, la qualità dell'aria, tuttavia le emissioni inquinanti più pericolose continuano ad essere ricondotte principalmente all'utilizzo dei mezzi di trasporto che, tramite i gas di scarico, generano la produzione di polveri sottili (Pm10 e Pm 2.5), estremamente dannose per l'ambiente. I gas di scarico delle auto contribuiscono ad aumentare sensibilmente le emissioni inquinanti di anidride carbonica, portando così ad accentuare il fenomeno dell'effetto serra, processo naturale che determina un aumento significativo delle temperature.



Combustione di rifiuti

La combustione incontrollata di rifiuti è una delle fonti principali di emissione di sostanze inquinanti. Stando alle stime fornite da Engage EPW, si tratta questa della fonte di inquinamento atmosferico più pericolosa che colpisce la città di Delhi (tale metropoli genera, infatti, ben 9500 tonnellate di rifiuti ogni giorno, smaltiti tramite combustione).

Costruzione e demolizione di edifici

La gestione dei materiali per la costruzione e demolizione degli edifici è responsabile della produzione di ben due terzi delle emissioni di gas serra globali.

Agricoltura

Il settore agricolo, contrariamente a quanto verrebbe da pensare, è inquinante. Pesticidi e fertilizzanti sono infatti le fonti principali di inquinamento. L'utilizzo di pesticidi spesso comporta l'accumulo nel suolo di nitrati, altamente inquinanti che innescano a loro volta un processo di acidificazione del suolo. Secondo la FAO (Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura) "circa il 40% delle emissioni globali è causata da allevamenti intensivi, il 16% dall'utilizzo di fertilizzanti, il 17% da processi di combustione di biomasse, l'8% dall'attività agricola". I rifiuti agricoli sono quelli derivanti da attività agricole e agro-industriali quali agricoltura, orticoltura, acquacoltura, caccia e pesca, silvicoltura. I rifiuti derivanti da attività

agricole e agro-industriali sono classificati come rifiuti speciali.

Le conseguenze dell'inquinamento atmosferico

La maggior parte degli effetti del cambiamento climatico persisterà per molti secoli, se non millenni, anche se riuscissimo a ridurre drasticamente le emissioni di CO₂. Per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 non basterà ridurre le emissioni di gas serra e sostituire le energie fossili con le rinnovabili. Si dovranno anche rimuovere miliardi di tonnellate di CO₂ dall'atmosfera.

Ne consegue che l'aumento della temperatura atmosferica generata dall'aumento delle concentrazioni di anidride carbonica non cesserà automaticamente al variare dei livelli di concentrazione di anidride carbonica. Ne deriva che gli effetti dei cambiamenti climatici risultano essenzialmente irreversibili (dove con irreversibili ci riferiamo ad una scala temporale compresa nell'arco di 1000-3000 anni); per lo stesso motivo si ritiene che i cambiamenti climatici fisici già presenti oggi nell'atmosfera causati dall'anidride carbonica antropogenica siano in gran parte irreversibili.

Il cambiamento climatico genererà dunque una serie di impatti dannosi in diverse regioni del nostro Pianeta. Gli effetti del climate change sono innumerevoli, alcuni dei quali potrebbero diventare irreversibili. Uno di questi è la forte riduzione dei ghiacciai, con l'Artide e l'Antartide sempre più minacciati dal surriscaldamento globale. Lo scioglimento dei ghiacciai delle regioni polari comporterà, inoltre, una serie di gravi problemi generando, ad esempio, un innalzamento esponenziale del livello del mare, lo scioglimento del permafrost, la perdita del manto nevoso, con conseguenti cambiamenti in termini di approvvigionamento idrico (aumento dell'intensità degli uragani, rilascio nell'atmosfera di grandi quantità di gas climalteranti racchiusi nei ghiacci perenni).

Le fonti inquinanti sono responsabili dell'emissione in atmosfera di elevate quantità di anidride carbonica (CO₂), il principale gas serra antropogenico (GHG). Ozono (O₃) e particolato (PM), andando ad interagire con le radiazioni, sono i principali responsabili del climate change. In particolare il PM si riscalda assorbendo luce solare (ad esempio carbone) e si raffredda diffondendo luce solare (ad esempio solfati), andando ad interagire con le nuvole; tali

interazioni radioattive e microfisiche possono indurre a violenti cambiamenti nelle precipitazioni e nei modelli di circolazione regionale.

Si prevede che il cambiamento climatico comporterà, in molte regioni del Pianeta, un'alterazione dei fenomeni meteorologici atmosferici (ventilazione e diluizione); la variazione delle precipitazioni porterà ad una modifica della composizione chimica atmosferica e delle fonti antropogeniche e naturali.

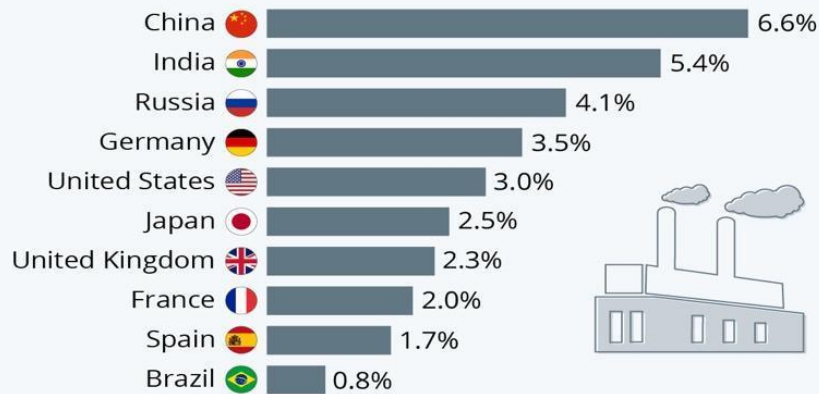
Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) l'inquinamento atmosferico è già il principale responsabile della morte di 7 milioni di persone all'anno (morti premature): tali decessi si verificano in gran parte a causa dell'aumento della mortalità per ictus, malattie cardiache, broncopneumopatia cronica ostruttiva, cancro ai polmoni e infezioni respiratorie acute.

I dati dell'OMS parlano chiaro: nove persone su dieci attualmente respirano in un ambiente che presenta livelli di inquinamento superiori ai valori limite. L'inquinamento atmosferico può aumentare il rischio di ammalarsi di cancro ai polmoni e causare malattie respiratorie e cardiovascolari come ad esempio asma, bronchite, BPCO e infarto.

La combustione di gas, carbone e petrolio provoca in tutto il mondo il triplo dei decessi rispetto agli incidenti stradali e si stima che l'inquinamento atmosferico abbia un costo economico di 2,9 trilioni di dollari, pari al 3,3% del PIL mondiale. I dati rilevati nel 2018 testimoniano come l'inquinamento atmosferico da PM 2,5 abbia provocato, in tutto il mondo, oltre 4,5 milioni di decessi, 1,8 miliardi di giorni di assenza dal lavoro, 4 milioni di nuovi casi di asma infantile e 2 milioni di parti prematuri. L'inquinamento atmosferico si può manifestare in tanti modi: in un aumento dei tassi di asma, diabete o di malattie respiratorie croniche che portano, a loro volta, ad una ridotta capacità occupazionale, con ripercussioni anche economiche sulla forza lavoro.

The Economic Burden Of Air Pollution

Economic costs of air pollution from fossil fuels as a share of GDP in 2018



Sources: Greenpeace, Center for Research on Energy and Clean Air



statista

Secondo il report, i bambini asmatici perdono il doppio dei giorni di scuola rispetto a quelli non asmatici e l'asma è un fattore determinante sia dell'assenza dal lavoro in molti Paesi e/o nella scelta di un lavoro rispetto a un altro. Sempre secondo il rapporto la disabilità generata da malattie croniche è costata all'economia mondiale oltre 200 miliardi di dollari (dati rilevati nel 2018), mentre le assenze per malattia e per nascite pretermine sono costate rispettivamente 100 e 90 miliardi di dollari.

Conseguenze dell'inquinamento atmosferico nelle grandi città

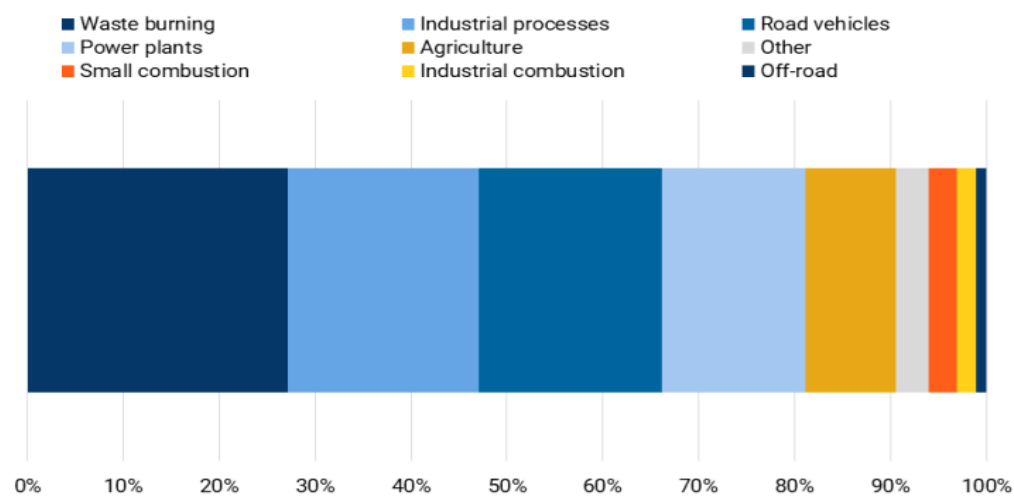
Secondo l'IQAir (World Air Quality Report), il Bangladesh e il Pakistan sono i due Paesi più inquinati al mondo. Entrambi i Paesi presentano, infatti, livelli di inquinamento atmosferico altamente al di sopra della soglia di tolleranza. La maggior parte dei Paesi che presentano alti livelli di inquinamento atmosferico si concentrano in Asia (6 dei 106 Paesi mappati). Da segnalare, invece, come Giappone e Singapore abbiano recentemente ricevuto la nomina di Paesi caratterizzati da una buona qualità dell'aria; le Filippine hanno mancato la nomina di solo 0,8 punti percentuali.

La situazione cambia se prendiamo in considerazione gli Stati Uniti, dove il numero di abitanti

esposti a rischio di inquinamento atmosferico è in costante aumento, registrando un balzo vertiginoso dal 2018 al 2020. I dati parlano chiaro: sono più di 63,2 milioni gli americani residenti in aree urbane in cui la qualità dell'aria non è conforme agli standard fissati dall'ALA (il loro numero è aumentato in quattro anni, mentre è diminuito il numero di americani esposti ad inquinamento da ozono).

Figure 1. Main sources of ambient air pollution in MENA

Contribution of national sources to population-weighted exposure of PM_{2.5} concentrations



Source: Adapted from Wagner et al. (2021) using the GAINS model.
Note: Transboundary sources are not considered.

BROOKINGS

La Regione MENA

Se il cambiamento climatico è un fenomeno globale, il suo impatto a livello regionale è vario e diseguale, e i paesi della regione MENA sono tra i più vulnerabili al mondo. La desertificazione dilagante, la siccità diffusa, gli alti tassi di crescita demografica, la rapida urbanizzazione e il caldo estremo accentuano, infatti, in questa particolare area geografica, gli effetti della scarsità idrica, amplificando le ripercussioni del cambiamento climatico.

All'interno della regione i principali responsabili dell'inquinamento atmosferico sono da individuare nei combustibili fossili e in una gestione inefficiente dei rifiuti solidi urbani. Troppo spesso i rifiuti finiscono in discariche a cielo aperto o in discariche informali, provocando paurosi incendi.

Il cambiamento climatico pone così una sfida esistenziale, minacciando la sostenibilità economica dei produttori di petrolio della regione MENA. La transizione energetica in corso

implica il rischio di una rapida svalutazione della principale fonte di reddito e di ricchezza dei Paesi petroliferi per effetto del crollo della domanda e dei prezzi. I combustibili fossili potrebbero diventare beni che non garantiscono un ritorno economico sicuro in caso di svalutazioni impreviste o premature.

Le nazioni GCC, e in particolare gli Emirati Arabi Uniti, stanno avviando cospicui investimenti in energia rinnovabile all'interno della regione, al fine di accrescere l'efficienza energetica da fonti rinnovabili. Esistono oggi un'enorme quantità di progetti nel settore delle rinnovabili. Il nuovo attivismo è stato sostenuto dalla crescente competitività di costo delle rinnovabili (oggi costruire nuovi impianti eolici e fotovoltaici è di fatto più economico che gestire quelli esistenti) e dall'abbattimento degli oneri di stoccaggio energetico.

Tuttavia, al fine di facilitare il processo di transizione ecologica, servirebbe avviare una nuova strategia, inclusiva dei governi nazionali della regione MENA, al fine di avviare investimenti coordinati volti al miglioramento dei settori energetici, delle reti di trasporto,... Risulta infatti prioritario sostituire le infrastrutture obsolete e inquinanti, proteggendo e ripristinando al tempo stesso il capitale naturale. Indispensabile risulta dunque il coinvolgimento dei decisori politici, che devono avere chiara la vision sulla quale intervenire al fine di raggiungere emissioni inquinanti nette pari a zero. A tal fine, il Fondo Monetario Internazionale (FMI), la Banca Mondiale ed un numero crescente di accademici, sia pubblici che privati, hanno chiesto a gran voce l'eliminazione dei sussidi ai combustibili fossili e l'introduzione di tasse sul carbonio al fine di ottenere entrate sostanziose, incrementare l'efficienza energetica e co-finanziare nuove strategie di decarbonizzazione.

I governi, in sinergia con il mercato, dovrebbero quindi: regolamentare il prezzo del petrolio con politiche settoriali specifiche (adottando nuovi regolamenti, standard di efficienza energetica, tariffe) ed eliminare gradualmente l'utilizzo dei combustibili fossili; promuovere investimenti pubblici in infrastrutture sostenibili e resilienti, finanziando al tempo stesso interventi di bonifica dei terreni inquinati e di conservazione degli ecosistemi esistenti, mitigando al contempo l'impatto del cambiamento climatico sulle fasce più fragili della popolazione; promuovere un uso sostenibile delle risorse naturali avviando nuovi interventi e misure concrete (regolamenti, riforma dei sussidi agricoli ed idrici, incentivi per avviare processi di economia circolare); attuare politiche industriali sostenibili, rispettose del clima.

Ma non basta. Dovrebbero inoltre: avviare una nuova campagna di comunicazione ed informazione, promuovendo il dibattito pubblico della società civile sul topic delle energie rinnovabili; educare la popolazione sui rischi effettivi del cambiamento climatico e sui sistemi di sicurezza da adottare in caso di calamità naturale (piani di evacuazione,...); avviare un nuovo piano di gestione del rischio al fine di facilitare il processo di transizione finanziaria verso forme di energia rinnovabili; elaborare nuovi strumenti assicurativi e nuove formule di ammortizzatori sociali al fine di mitigare l'impatto immediato generato dagli shock climatici; promuovere una transizione equa, mediante l'implementazione di investimenti green al fine di favorire la transizione verso forme di economia a basse emissioni di carbonio (un cambiamento troppo rapido potrebbe infatti comportare ad una dislocazione geografica, sia della produzione che del consumo); integrare la dimensione della "sostenibilità" nella gestione delle finanze pubbliche; guardare oltre al PIL quando si tratta di fissare le nuove priorità politiche sulle quali misurare il benessere delle comunità locali.

Mobilizzare i finanziamenti per il clima

Le nazioni più ricche del mondo si sono impegnate ad aiutare i Paesi in via di sviluppo ad affrontare la crisi climatica, ma questo obiettivo non è mai stato raggiunto. I contributi includono prestiti e sovvenzioni, più gli investimenti privati che gli enti pubblici hanno contribuito a mobilitare.

Lo scoppio della pandemia nel 2020 ha costretto i governi di tutto il mondo a dirottare i finanziamenti precedentemente stanziati al fine di sostenere le proprie economie nazionali. Ma, senza il sostegno delle nazioni ricche, i Paesi in via di sviluppo non sono in grado di sostenere gli enormi investimenti necessari per tagliare le emissioni e rafforzare le proprie difese contro i disastri ambientali (tempeste, inondazioni ed innalzamento del livello dei mari). Investimenti che, nel lungo periodo, potrebbero portare anche ad una crescita economica dei Paesi stessi (con previsioni di aumento del PIL fino al 10%).

La convenzione UNECE e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

Grazie alla Convenzione UNECE (Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza) le parti interessate si impegnano a collaborare al fine di limitare, prevenire e ridurre gradualmente le loro emissioni di inquinanti atmosferici e a lottare contro l'inquinamento atmosferico transfrontaliero che ne deriva. La Task Force appositamente creata è infatti chiamata a monitorare e a controllare i livelli di inquinamento, lavorando

concretamente per consentire un abbattimento degli inquinanti in atmosfera, sperimentando nuove tecnologie sia nell'industria che nel settore energetico. La Convenzione facilita quindi i Paesi a raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile (in particolare il 7 - energia pulita e accessibile - e il 9 - Costruire un'infrastruttura resiliente, promuovere l'industrializzazione inclusiva e sostenibile e sostenere l'innovazione).

Un quadro comune per la cooperazione transfrontaliera in materia di inquinamento atmosferico

Quando gli scienziati negli anni '60 iniziarono a studiare le cause delle "piogge acide", responsabili della distruzione di intere foreste e di una crescente perdita di biodiversità, scoprirono che una parte significativa degli inquinanti responsabili del fenomeno veniva emessa a migliaia di chilometri di distanza.

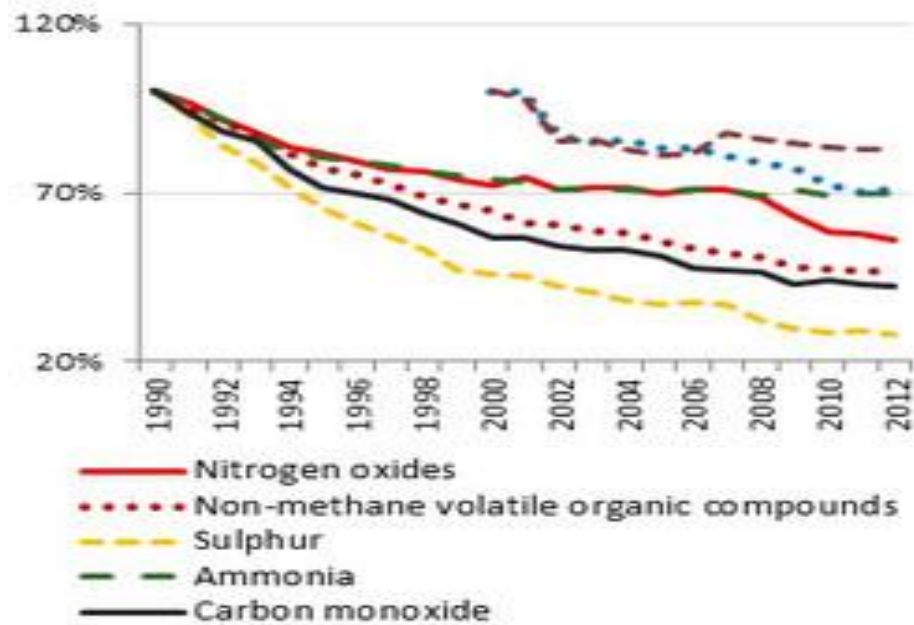
Per risolvere il problema dell'inquinamento atmosferico, causa delle cosiddette "piogge acide", ben 32 Paesi della regione paneuropea decisero di cooperare al fine di ridurre i livelli di inquinamento atmosferico siglando, nel 1979, la Convenzione UNECE, trattato internazionale che per la prima volta ha cercato di affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico secondo un approccio transregionale. La Convenzione, entrata in vigore nel 1983, ha consentito di regolamentare nuovi processi di cooperazione internazionale in vista dell'abbattimento dei livelli di inquinamento atmosferico, istituendo al tempo stesso un quadro istituzionale che fin dagli albori ha favorito un dialogo tra l'ambito accademico e politico. Dal 1979 il numero di sostanze contemplate dalla Convenzione e dai relativi protocolli si è esteso gradualmente, includendo, in particolare, "nuovi" inquinanti quali ozono troposferico, metalli pesanti e particolato.

La Convenzione ha contribuito, in modo sostanziale, allo sviluppo del diritto ambientale internazionale, agevolando la creazione di un quadro normativo che ha consentito di controllare e di ridurre i danni ambientali sulla salute pubblica causati dall'inquinamento atmosferico transfrontaliero. Possiamo dunque affermare che si tratta di una buona pratica di cooperazione intergovernativa, che ha portato a risultati misurabili e concreti in una dimensione di larga scala.

Riduzione delle emissioni

Nel 2020 le emissioni di gas a effetto serra all'interno dell'Unione Europea sono diminuite del 31% rispetto ai livelli del 1990 (in particolare le emissioni di zolfo). Ciò ha comportato una riduzione

degli effetti dei depositi acidi dovuti alle emissioni di anidride solforosa, ossidi di azoto e ammoniaca nelle acque dolci, oltre ad un parziale recupero della fauna invertebrata in molte aree forestali e ad una riduzione dell'inquinamento da piombo di quasi l'80% nell'arco temporale compreso tra il 1990 e il 2012. I tassi di riduzione più elevati si sono verificati all'inizio degli anni '90, raggiungendo tassi pari al 15-18% annui in diversi Paesi europei (Finlandia, Danimarca, Germania, Spagna, Norvegia ecc.).



Come si evince dal grafico sopra riportato, che scatta una fotografia relativa ai livelli di inquinamento atmosferico registrati nella regione UNECE tra il 1990 e il 2012 (esclusi Canada e Stati Uniti d'America), le emissioni di anidride solforosa sono quelle che hanno registrato un declino più marcato (Fonte: EMEP-Centre for Emission Inventories and Projections).

Questo cambio di marcia si deve, soprattutto, all'applicazione della Convenzione UNECE, che si è dotata negli anni di una task force costituita dai migliori ricercatori ed accademici, che si sono occupati di sviluppare nuove tecnologie di abbattimento degli inquinanti atmosferici. Come abbiamo visto la Convenzione, primo esempio di trattato internazionale che abbia posto limiti legalmente vincolanti sulle emissioni atmosferiche, si è occupata concretamente della riduzione degli inquinanti atmosferici con l'obiettivo ultimo di ridurre il loro impatto sulla salute umana e sull'ambiente.

Nonostante fino ad oggi la Convenzione abbia giocato un ruolo fondamentale per la riduzione dei tassi di inquinamento atmosferico, rimangono ancora da affrontare importanti sfide. Una delle sfide più grandi è quella di rendere più efficace la partecipazione delle varie parti, nonché aumentare il numero degli Stati aderenti. La priorità principale degli ultimi anni è stata quella di rafforzare l'attuazione della Convenzione e dei relativi protocolli, con il coinvolgimento di nuovi Paesi localizzati geograficamente nell'Europa orientale, sudorientale, del Caucaso e dell'Asia centrale. A questo proposito, si sta avviando un programma di assistenza per migliorare il profilo politico della Convenzione nella regione e per incoraggiare la ratifica dei protocolli.

Inquinamento atmosferico, ecosistemi e biodiversità

L'aumento dei livelli di ozono troposferico in atmosfera è causa di impatti rilevanti anche sulla flora. Una conseguenza dovuta all'esposizione ad ozono troposferico è, ad esempio, una massiccia riduzione dell'attività di fotosintesi clorofilliana, che può portare alla comparsa di sintomi fogliari, come ad esempio clorosi, meno frequentemente necrosi, con conseguenze rilevanti sulla capacità depurativa dell'aria.

Un'altra conseguenza si può ricercare nel fenomeno dell'eutrofizzazione: si tratta di un processo degenerativo delle acque indotto da eccessivi apporti di sostanze ad effetto fertilizzante (azoto, fosforo ed altre sostanze fitostimolanti), trasportate a mare dai fiumi e dagli insediamenti costieri. Le principali fonti di generazione sono costituite dal settore agro-zootecnico e da quello civile (insediamenti urbani). Il fenomeno si manifesta con un'alterazione del colore e della trasparenza delle acque a causa delle alte concentrazioni di microalghe (il cosiddetto fitoplancton) in sospensione. Tale processo può avere ricadute molto negative sull'ambiente; nel periodo estivo-autunnale, quando le acque sono calde e calme e si hanno pertanto marcate stratificazioni, si possono generare diffuse e persistenti carenze di ossigeno nelle acque di fondo, che generano, a loro volta, stati di sofferenza rilevanti per le comunità bentoniche (pesci di fondo, molluschi, crostacei, ecc.).

L'inquinamento atmosferico affrontato dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

Nel programma di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, gli obiettivi ambientali affrontano

temi fondamentali per il futuro del Pianeta (UN, 2015). L'OSS 3.9 mira, infatti, a "ridurre sostanzialmente, entro il 2030, il numero di decessi e di malattie da sostanze chimiche pericolose e da inquinamento e contaminazione di aria, acqua e suolo". Anche altri obiettivi si possono ricondurre alla problematica dell'inquinamento, tra cui l'OSS 2.4 (miglioramento della qualità del suolo), l'OSS 7 (energia pulita), l'OSS 9.4 (tecnologie pulite e processi industriali), l'OSS 11 (città e comunità sostenibili), l'OSS 12 (consumo e produzione responsabili) e, infine, gli OSS 14 e 15 (conservazione dell'acqua e del suolo).

Si tratta di obiettivi orientati alla tutela della natura e degli ecosistemi, che affrontano in particolare temi cruciali come il contenimento dei fenomeni legati al cambiamento climatico, la difesa della diversità biologica, l'equo accesso alle risorse naturali, una maggiore diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, come di seguito sintetizzato:

- OSS 3: Salute e benessere
- OSS 7: Energia pulita ed accessibile
- OSS 11: Città e comunità sostenibili
- OSS 13: Azione per il clima
- OSS 14: Vita sott'acqua
- OSS 15: Vita sulla Terra

Tuttavia, la tematica della riduzione dell'inquinamento è trasversale ed è collegata, direttamente o indirettamente, anche a questi altri obiettivi:

- Obiettivo 1: la riduzione dell'inquinamento atmosferico può generare impatti diretti sulle famiglie, che potranno così risparmiare sulle spese mediche, migliorando il proprio stato di salute.
- Obiettivo 2: l'inquinamento atmosferico è causa di ingenti danni alle colture; può seriamente compromettere la qualità e la sicurezza alimentare.
- Obiettivo 3: l'inquinamento atmosferico rappresenta una grave minaccia per la salute umana, essendo causa di infezioni respiratorie e di malattie cardiovascolari, nonché il

principale responsabile di alti tassi di mortalità della popolazione.

- Obiettivo 6: alcune fonti inquinanti come ad esempio l'anidride solforosa (SO₂) e gli ossidi di azoto (NO₂) provenienti dai combustibili fossili sono la causa principale delle cosiddette “piogge acide”, fenomeno estremamente dannoso che può compromettere la qualità dell'acqua.
- Obiettivo 7: la transizione ecologica dal fossile all'energia rinnovabile può generare una concreta riduzione dell'inquinamento atmosferico, apportando benefici significativi per la salute pubblica.
- Obiettivo 8: l'inquinamento atmosferico genera impatti significativi non solo sulla salute umana, ma anche sulla produzione agricola, sugli ecosistemi, sul clima e sull'ambiente antropizzato, con conseguenze dirette in termini di produttività e di crescita economica.
- Obiettivo 9: alcuni settori produttivi altamente energivori come ad esempio il comparto industriale e quello dei trasporti sono i principali imputati di alti livelli di inquinamento atmosferico.
- Obiettivo 11: le aree urbane contribuiscono in modo significativo ad aumentare i livelli di inquinamento atmosferico. Rendere le città più sostenibili significa apportare ad un miglioramento progressivo dei livelli di qualità dell'aria.
- Obiettivo 12: le sostanze chimiche rilasciate nell'aria sono la causa principale dell'inquinamento atmosferico e possono apportare effetti nocivi sulla salute umana. Una conversione sia in termini di produzione che di consumo potrebbe apportare una riduzione significativa delle sostanze chimiche nocive attualmente presenti in atmosfera.
- Obiettivo 13: l'uso di combustibili fossili provoca il rilascio in atmosfera di inquinanti nocivi sia per l'ambiente che per la salute umana.

- Obiettivo 14: quando gli inquinanti atmosferici si depositano sulla superficie dei bacini idrici, innescano un processo di degradazione della qualità dell'acqua (possono infatti portare al fenomeno dell'eutrofizzazione, oltre a generare un accumulo della concentrazione di metalli tossici e di inquinanti organici persistenti - POP - sia nelle acque dolci che marine).
- Obiettivo 15: le emissioni da combustibili fossili sono la causa principale delle "piogge acide", una grave minaccia sia per le foreste che per gli ecosistemi.

Soluzioni possibili

1. Energia rinnovabile e pulita

La soluzione più semplice per abbassare i livelli di inquinamento atmosferico è quella di abbandonare l'utilizzo dei combustibili fossili, sostituendoli con energie alternative come ad esempio l'energia solare, eolica e geotermica.

2. Risparmio ed efficienza energetica

La produzione di energia pulita è ormai una necessità, ma altrettanto importante è cercare di ridurre il nostro consumo di energia adottando comportamenti e stili di vita più responsabili ed utilizzando dispositivi elettronici più efficienti.

3. Trasporto ecologico

Il passaggio a veicoli elettrici e ad idrogeno, unitamente ad una promozione di sistemi di mobilità condivisa (carpooling e trasporto pubblico) potrebbero essere soluzioni concrete per cercare di ridurre l'inquinamento atmosferico.

4. Bioedilizia

La bioedilizia mira a creare, dalla fase di progettazione a quella di demolizione, strutture responsabili ed efficienti dal punto di vista energetico, capaci di contenere la propria impronta di carbonio.

Fuori casa

1. Vai a piedi o utilizza la bicicletta quando ti sarà possibile.
2. Cerca di utilizzare i mezzi pubblici.

3. Organizza e condensa tutte le commissioni fuori casa in un unico spostamento.
4. Durante la guida mantieni una velocità costante, rispettando i limiti di velocità.
5. Cerca di non utilizzare l'auto in caso di elevati livelli di inquinamento atmosferico.
6. Prenditi cura della tua auto e controlla sempre gli pneumatici.
7. Sostieni il programma Smog Check.
8. Segnala i veicoli inquinanti al 1-800-END-SMOG.
9. Viaggia leggero e cerca di rimuovere tutti gli oggetti non necessari dal bagagliaio, che potrebbero appesantire il tuo veicolo.
10. Quando sosti non tenere acceso il motore del tuo veicolo per più di 30 secondi.
11. Quando sei in procinto di acquistare una nuova auto, cerca il veicolo più efficiente e meno inquinante (preferibilmente un'auto elettrica a zero emissioni).

A casa

12. Esistono molti modi per migliorare la qualità dell'aria all'interno della propria casa, riducendo ad esempio il consumo di energia, scegliendo prodotti sostenibili ed eliminando l'utilizzo di sostanze chimiche.
13. La riduzione del consumo di energia porta ad una riduzione dell'inquinamento atmosferico. Se cerchiamo di utilizzare meno gas naturale ed elettricità, non solo avremo più benefici in bolletta, ma contribuiremo a diminuire le emissioni di sostanze inquinanti.
14. Esistono diversi prodotti d'uso comune responsabili dell'emissione di inquinanti. I composti organici volatili (COV) e il particolato (PM) contenuti in tali prodotti riescono a penetrare in profondità nei polmoni scatenando attacchi di asma o addirittura peggiorando le malattie respiratorie, se preesistenti.
15. Spegni le luci quando esci dalle stanze.
16. Sostituisci le lampade ad incandescenza altamente energivore con lampadine fluorescenti compatte.
17. Chiedi al tuo fornitore di energia un controllo dei consumi domestici e cerca di informarti su soluzioni energetiche alternative come il solare e l'eolico.
18. Utilizza ventilatori invece dell'aria condizionata.
19. Imposta il termostato a 24°C in estate e a 18°C in inverno.
20. Installa docce a basso consumo idrico.
21. Ricicla carta, plastica, metalli e materiali organici.
22. Utilizza stufe a legna approvate dall'EPA.
23. Cerca di non utilizzare la stufa a legna quando nella tua città si riscontrano livelli elevati di

inquinamento atmosferico.

24. Cerca di non riscaldare la tua casa con stufe a gas.
25. Spegni gli elettrodomestici quando non li utilizzi.
26. Isola la tua abitazione.
27. Lava il bucato con acqua fredda ed asciugalo al sole.
28. Quando dovrai sostituire gli elettrodomestici prediligi quelli a risparmio energetico.
29. Utilizza barbecue a propano e a gas naturale piuttosto che a carbone.
30. Utilizza il forno a microonde per piccoli spuntini.
31. Controlla regolarmente la tua stufa.
32. Utilizza piatti, stoviglie e posate lavabili, invece che usa e getta.
33. Prediligi prodotti realizzati con materiali riciclati.
34. Cerca di mangiare a chilometro zero e di acquistare da contadini locali (meglio se prodotti biologici).
35. Cerca di acquistare prodotti realizzati con fonti sostenibili come ad esempio bambù e canapa.
36. Utilizza sacchetti della spesa in stoffa o biodegradabili.
37. Dipingi con pennelli invece che con bottigliette spray.
38. Conserva i solventi in contenitori ermetici.
39. Utilizza tosaerba elettrici o a spinta.
40. Utilizza un rastrello o una scopa invece di soffiatori per foglie.
41. Utilizza prodotti per la pulizia a base d'acqua etichettati "zero VOC".
42. Isola il tuo scaldabagno e tutti i tubi dell'acqua calda.
43. Cerca di eliminare l'utilizzo di sostanze chimiche tossiche dal tuo ambiente domestico, sostituendole con sostanze naturali.
44. Pianta un albero!
45. Fai sapere ai decisori politici che ti sta a cuore la tematica dell'inquinamento atmosferico.

Al lavoro

46. Esistono diversi modi per ridurre i consumi energetici sul posto di lavoro.
47. Considerando che trascorriamo buona parte della nostra settimana in ufficio, cerca di utilizzare questi suggerimenti green:
48. Prediligi il carpooling.
49. Opta per il telelavoro.
50. Avvia una campagna di riciclaggio.

51. Stampa o fotocopia su entrambi i lati del foglio.
52. Portati il pranzo da casa, per evitare di utilizzare l'auto durante le pause.
53. Spegni tutti i dispositivi quando non li utilizzi (computer, stampanti, fax).
54. Sfrutta l'energia solare in orario diurno.
55. Vestiti a seconda del meteo e pensa se sei vestito abbastanza prima di alzare il termostato.

Soluzioni economiche per combattere l'inquinamento atmosferico

I membri dell'Alliance for Clean Air si impegnano a:

- Controllare annualmente i livelli di inquinamento atmosferico (in particolare i livelli di ossido di azoto, zolfo e particolato).
- Individuare le fonti di emissione degli inquinanti e di esposizione antropica.
- Stabilire obiettivi e target chiari volti alla riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici, elaborando chiari piani d'azione.
- Utilizzare dispositivi innovativi, meno energivori e più rispettosi dell'ambiente.

Fonti

1. https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1
<https://byjus.com/chemistry/components-of-air/>
2. https://files.nc.gov/ncdeq/Air%20Quality/airaware/itsourair/pdf/IOA_1-1_Act_Air_100115.pdf
3. <https://climatekids.nasa.gov/10-things-air/#:~:text=Air%20is%20important%20for%20living,and%20gives%20out%20carbon%20dioxide.>
4. <https://www.legit.ng/ask-legit/guides/1143858-15-uses-of-air-in-our-daily-lif/>
5. <https://education.nationalgeographic.org/resource/air-pollution>
6. <https://www.codewars.com/trainer/python>
7. [https://edition.cnn.com/2021/01/26/health/air-pollution-sight-intl-scli-gbr-wellness/index.html#:~:text=Air%20pollution%20is%20linked%20to,irreversible%20sight%20loss%2C%20study%20finds&text=Researchers%20from%20UCL%20found%](https://edition.cnn.com/2021/01/26/health/air-pollution-sight-intl-scli-gbr-wellness/index.html#:~:text=Air%20pollution%20is%20linked%20to,irreversible%20sight%20loss%2C%20study%20finds&text=Researchers%20from%20UCL%20found%20)

20that,linked%20to%20irreversible%20sight%20loss.&text=Increases%20in%20air
%20polluti on%20are,according%20to%20a%20new%20study

8. <https://medium.com/climatewed/cleanairforall-air-pollution-and-impacts-on-sustainable-development-goals-79a90e1473f9#:~:text=the%20UN%20sustainable%20development%20goals,pollut ion%20and%20contamination%E2%80%9D%20by%202030>.
9. <https://unece.org/air-pollution-ecosystems-and-biodiversity>
10. <https://www.weforum.org/impact/accelerating-solutions-to-air-pollution/>