



**NUOVE EVIDENZE A
SUPPORTO DEL DOCUMENTO
“INQUINAMENTO
ATMOSFERICO
E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Elementi per una strategia
nazionale di prevenzione”
Aggiornamento 2023**

SOMMARIO

PREMESSA	4
INTRODUZIONE	5
1. INQUINAMENTO ATMOSFERICO ESTERNO.....	6
2. INQUINAMENTO ATMOSFERICO INDOOR	13
“Carico” di malattia (<i>Burden of Disease</i>).....	13
Gli effetti sulla salute dell’inquinamento indoor	15
Gruppi a rischio	17
Cause dell’inquinamento Indoor	18
Cottura dei cibi e riscaldamento	20
Riscaldamento e cottura dei cibi in Europa.....	20
1. <i>Inquinamento interno dovuto alla cottura</i>	20
2. <i>Tipo di cibo, modo e luogo in cui viene preparato</i>	21
3. <i>Inquinamento interno dovuto al riscaldamento</i>	21
4. <i>Altre combustioni da attività domestiche</i>	21
5. <i>Inquinamento indoor originato dall'aria esterna</i>	22
6. <i>Radon</i>	22
3. VARIAZIONI CLIMATICHE E LORO INTERFERENZE SULLE PATOLOGIE RESPIRATORIE.	23
Variazioni climatiche, come si determinano?.....	23
La peculiarità dei pollini allergenici e dell’allergia da pollini.....	24
Effetti delle variazioni climatiche sull’inquinamento chimico atmosferico in Corso di CC.....	25
Climate change e suo impatto sulle malattie infettive respiratorie.....	26
4. STRATEGIE DI PREVENZIONE: MITIGAZIONE E ADATTAMENTO	28
Obiettivo Strategico 1: Promuovere un approccio integrato per affrontare le problematiche legate all’inquinamento atmosferico ed ai CC	28
Obiettivo Strategico 2: Integrare le politiche per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell’aria con le altre politiche e conferirgli priorità.....	31
Obiettivo strategico 3: Ridurre le emissioni di gas serra e raggiungere i co-benefici di salute previsti dall’applicazione dell’Accordo di Parigi del 2015	32
Obiettivo strategico 4: Garantire il rispetto degli standard fissati dalle direttive dell’Unione Europea in un processo di miglioramento continuo della qualità dell’aria.....	33
Obiettivo strategico 5: Potenziare il trasporto attivo, ampliare le zone di aria pulita nelle aree urbane nell’ambito di programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio	38
Obiettivo strategico 6: Migliorare il monitoraggio ed estendere la valutazione ambientale e sanitaria dell’inquinamento atmosferico, in particolare nei luoghi frequentati dalle fasce di popolazioni più vulnerabili.....	40

Obiettivo strategico 7: Promuovere politiche energetiche “low carbon”	42
Obiettivo strategico 8: Promuovere specifiche misure e linee guida per migliorare la qualità dell’aria indoor (IAQ).....	44
Obiettivo strategico 9: Sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la promozione della salute e la prevenzione per creare ambienti di vita e di lavoro sani e sicuri.....	46
Obiettivo strategico 10: Promuovere la sostenibilità ambientale e l’adattamento del sistema sanitario in relazione ai cambiamenti climatici ed all’inquinamento atmosferico	48
ALLEGATO 1	Errore. Il segnalibro non è definito.
Qualità dell’aria atmosferica – Inquadramento normativo	50
Le nuove Linee Guida sulla qualità dell’aria dell’OMS 2021.....	51
ALLEGATO 2.....	53
Quadro politico, istituzionale di riferimento	53
Contesto europeo e internazionale - Politiche sanitarie.....	54
Contesto nazionale	60
BIBLIOGRAFIA.....	65
RINGRAZIAMENTI.....	75

PREMESSA

Il presente documento aggiorna il precedente “INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI” - Elementi per una strategia nazionale di prevenzione” pubblicato nel 2019 e consultabile sul Sito del Ministero della Salute.

Il Comitato Esecutivo dell’Alleanza Globale contro le Malattie Croniche Respiratorie (GARD Italia) ha ritenuto opportuno aggiornare il documento, sebbene di recente pubblicazione, in seguito agli importanti avvenimenti successivi al 2019: la pandemia da COVID-19; la pubblicazione delle nuove linee guida per la qualità dell’aria emanate dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO); la serie di pubblicazioni *Lancet Countdown*; i nuovi documenti *dell’Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC); il programma *Next Generation EU*; il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR); la realizzazione di nuove ricerche scientifiche e la pubblicazione dei loro risultati.

Il sottogruppo di lavoro GARD-Italia che ha curato l’aggiornamento risulta così composto:

- **Fabrizio Anatra** - Ministero della Salute -Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria
- **Gennaro D’Amato** - AIPO-ITS
- **Francesca De Maio** - ISPRA -Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale
- **Daniela Galeone** - Ministero della Salute -Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria
- **Paolo Lauriola** - ISDE
- **Giovanni Viegi** - CNR e GARD Internazionale

INTRODUZIONE

L'Inquinamento atmosferico (IA) e i Cambiamenti climatici (CC) comportano gravi rischi per la salute pubblica. Politiche integrate volte a contrastare l'IA e a mitigare i CC possono ottenere vantaggi sostanzialmente maggiori rispetto ai costi sanitari per la cura delle patologie insorte in conseguenza dell'IA e dei CC.

La riduzione di inquinanti atmosferici di breve durata come il metano, l'ozono troposferico e il *black carbon* non solo protegge il clima, ma migliora anche la qualità dell'aria. Tale approccio integrato è raccomandato per proteggere la salute dei gruppi più vulnerabili della popolazione e ridurre i costi sanitari legati alle Malattie Croniche Non Trasmissibili (MCNT).

In questo documento l'attenzione verrà focalizzata principalmente sulle malattie cardio-respiratorie ed allergiche e sulle relazioni di queste patologie con i CC e l'IA.

1. INQUINAMENTO ATMOSFERICO ESTERNO

È necessario premettere alcuni dati epidemiologici sulle malattie respiratorie. Le malattie respiratorie, uno dei principali problemi sanitari mondiali, causano un sesto di tutte le morti.

Secondo lo studio *Global Burden of Disease*, pubblicato su *Lancet* nel 2020², l'inquinamento atmosferico rappresenta la quarta causa di morte per le donne nel 2019, il tabacco la sesta; negli uomini il tabacco è la prima, l'inquinamento atmosferico la quarta. Per quanto riguarda gli anni di vita aggiustati per disabilità (DALYs), nelle donne, nel 2019, l'inquinamento atmosferico era la terza causa, il tabacco la settima; negli uomini, il tabacco era la prima causa, l'inquinamento atmosferico la quarta. Ciò ha avuto un effetto sull'evoluzione delle malattie: dal 1990 al 2019 la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) è passata dall'11° alla 6° causa di DALYs ed il cancro al polmone è passato dalla 21^ alla 17^ causa.

Ormai è noto³ che l'inquinamento atmosferico non costituisce soltanto un problema per l'apparato respiratorio, ma anche per molti altri organi, influenzando sul sistema cardiovascolare, sul diabete, su problemi neurologici, nonché su basso peso alla nascita e nascite premature. Questa pubblicazione, frutto della collaborazione tra le principali società scientifiche pneumologiche (*European Respiratory Society – ERS – e American Thoracic Society – ATS*), riporta esempi di: effetti respiratori clinici associati all'inquinamento atmosferico, dalla mortalità per tumori, all'incidenza e prevalenza di sintomi e malattie diagnosticate; biomarcatori di effetti potenzialmente avversi sulla salute respiratoria.

Il CNR, in particolare l'Istituto di Fisiologia Clinica di Pisa, ha svolto le principali indagini epidemiologiche respiratorie analitiche su un campione di popolazione generale in Italia nell'area del delta del Po, prima e dopo la costruzione della centrale termoelettrica di Porto Tolle, e a Pisa, prima e dopo la costruzione della superstrada per Firenze. L'ultimo studio è stato condotto nel 2006-2011 partecipando a un progetto europeo finalizzato a studiare gli indicatori per il monitoraggio della BPCO e dell'asma.

Per quanto riguarda l'indagine epidemiologica di Pisa, si è valutata l'incidenza, cioè il numero dei nuovi casi che si sono verificati in un periodo di 18 anni rispetto al totale dei soggetti sani all'inizio dello studio, e si è analizzata anche la variazione avvenuta nell'esposizione ai fattori di rischio⁴. La malattia che ha riscontrato la maggior incidenza è stata la rinite allergica seguita dalla dispnea, i sintomi associati alla bronchite cronica e l'ostruzione delle vie aeree (circa il 12-13% di incidenza cumulativa). Tra i fattori di rischio, quello che ha mostrato una maggiore incidenza è stato il traffico veicolare. L'incidenza di questo fattore di rischio si è dimostrata significativamente associata con un rischio di 2,2 per gli attacchi di asma, di 1,8 per la rinite allergica e di 2,4 per la BPCO.

Dal 2017 al 2020, finanziato dall'INAIL, è stato realizzato lo studio BEEP (*Big data in Environmental and occupational Epidemiology*) che ha utilizzato una serie di dati provenienti da satellite e da simulazioni riconducibili a modelli di intelligenza artificiale. La ricerca è stata coordinata dal CNR e ha visto la partecipazione di vari altri Enti, tra cui strutture sanitarie regionali e ARPA. Questo progetto, tra l'altro, ha consentito di attribuire un'esposizione individuale ai partecipanti allo studio longitudinale pisano (in particolare 305 persone avevano vissuto sempre allo stesso indirizzo in 20 anni) e si è visto che, per $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ di incremento nel PM_{10} , vi era un rischio di 2,96 di sviluppare la

BPCO; per un incremento di $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ del $\text{PM}_{2,5}$, un rischio di 2,25 di sviluppare rinite e di 4,17 di produrre espettorato cronico.⁵ Inoltre, è stato osservato che, anche se l'inquinamento dovesse tendere a ridursi col tempo, il maggior rischio correlato all'inquinamento atmosferico è destinato a permanere. L'ultimo studio, recentemente pubblicato nell'ambito del progetto BEEP,⁶ per la prima volta ha fornito informazioni a livello nazionale sull'associazione tra particelle ed ospedalizzazioni per malattie respiratorie: nel periodo 2006-2015 ne sono state registrate oltre 4 milioni. Sono state utilizzate metodiche basate sui *big data* correlando l'esposizione a livello abitativo con i ricoveri. Si è visto che, per ogni $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ di incremento nel PM_{10} e nel $\text{PM}_{2,5}$, vi era un eccesso di rischio per malattie respiratorie rispettivamente di 1,20% e di 1,22%. Gli effetti di maggior impatto erano per asma e BPCO ed effetti significativi sono stati riscontrati anche per gli anziani e le zone meno urbanizzate. Il *graphical abstract* della pubblicazione mostra che, in Italia, chi vive in pianura padana e nei grandi agglomerati urbani è esposto a valori più alti di inquinamento atmosferico. In forma grafica sono dimostrate le associazioni citate e si nota che, anche in questo caso, la relazione dose-risposta non ha un effetto soglia e che quindi l'inquinamento dovrebbe essere ridotto quanto più possibile.

Successivamente, dal 2020 al 2023, il CNR ha coordinato un altro progetto finanziato da INAIL, denominato BIGEPI (“*Big Data per la valutazione degli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico nella popolazione italiana*”)⁷, nell'ambito del Bando BRiC 2019, con l'obiettivo principale di valutare i rischi sanitari dovuti all'esposizione di breve e lungo periodo all'inquinamento atmosferico ed alla temperatura dell'aria nella popolazione generale. Il progetto BIGEPI ha approfondito i legami tra gli aspetti ambientali e la salute, studiando gli effetti dell'esposizione ambientale a breve termine su mortalità e ricoveri ospedalieri, con un focus specifico sulle aree contaminate, quali i Siti di Interesse Nazionale ed altre aree ad elevata attività industriale. Sono stati valutati gli effetti cronici su sei tra i principali studi longitudinali italiani che utilizzano statistiche sanitarie di routine (ricoveri e mortalità per cause specifiche). Ulteriori approfondimenti sono stati possibili grazie a dati provenienti da indagini epidemiologiche analitiche che hanno consentito di valutare l'associazione tra esiti sanitari di tipo respiratorio ed esposizione ambientale, tenendo conto anche di informazioni sui fattori di rischio legati agli stili di vita e all'ambiente lavorativo, permettendo una valutazione più precisa dell'esposizione e degli effetti a livello individuale, anche attraverso valutazioni dei parametri fisiologici dei soggetti coinvolti. Infine, vi è stato un focus specifico sulla distinzione tra gli effetti cronici delle esposizioni ambientali e quelli delle esposizioni occupazionali su mortalità e incidenza di malattia causa-specifica.

Il primo articolo scientifico⁸ del Progetto BIGEPI ha stimato un'associazione positiva tra PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$ e la mortalità per cause naturali, cardiovascolari, cardiache, respiratorie e del sistema nervoso, ma non con cause di morte metaboliche o psichiatriche. In particolare, la mortalità per malattie neurologiche è aumentata del 4,55% (IC 95%: 2,51-6,63) e del 9,64% (IC 95%: 5,76-13,65) per incrementi di $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$ (lag 0-5 giorni), rispettivamente. L' NO_2 era positivamente associato alla mortalità respiratoria col 6,68% (IC 95%: 1,04-12,62) e metabolica col 7,30% (IC 95%: 1,03-13,95) per incrementi di $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (lag 0-5). Associazioni più elevate con la mortalità naturale sono state rilevate tra gli anziani. Effetti sulla salute sono stati riscontrati anche nelle aree suburbane e rurali. Il secondo articolo scientifico⁹ ha valutato la relazione dell'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico con la prevalenza di sintomi e malattie respiratori/allergici in uno studio multicentrico italiano. 14420 adulti residenti in 6 città italiane (Ancona, Pavia, Pisa, Sassari, Torino, Verona) sono stati indagati nel periodo 2005-2011, utilizzando, per il periodo 2013-

2015, le concentrazioni medie annuali di PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e le concentrazioni medie estive di O₃ (µg/m³) a livello residenziale (risoluzione di 1 km). Le associazioni tra i quattro inquinanti ed i sintomi/malattie respiratori/allergici sono state valutate utilizzando due approcci: a) modelli di regressione logistica (modelli a singolo inquinante), b) modelli di regressione logistica dei componenti principali (modelli multi-inquinante). Attraverso i modelli multi-inquinante sono emerse le seguenti associazioni: PM₁₀ e PM_{2,5} erano correlati al 14-25% in più di probabilità di rinite, 23-34% di asma e 30-33% di risvegli notturni; l'NO₂ era correlato ad un aumento del 6-9% delle probabilità di rinite, del 7-8% di asma e del 12% di risvegli notturni; O₃ è stato associato a un aumento del 37% di probabilità di attacchi di asma.

Durante l'*Annual Meeting* del 2019 dell'Alleanza globale GARD, a Pechino, è stata approvata una dichiarazione per promuovere azioni intersettoriali al fine di ridurre l'inquinamento atmosferico, utilizzare combustibili diversi da kerosene, biomassa e biofuel e diminuire le emissioni di CO₂.

Nel 2019 è stato pubblicato il documento "*Helsinki by nature: the nature step to respiratory health*"¹⁰ per focalizzare l'attenzione non solo sulla riduzione dell'inquinamento e del tabagismo, ma anche su una vita più sana a contatto con la natura. Partendo dai cosiddetti step naturali, si danno utili suggerimenti: affrontare il problema dell'inquinamento e dell'uso del tabacco, stimolare il consumo dell'acqua invece delle bibite gassose, ridurre il sovrappeso, mangiare più frutta fresca e verdura e far sì che le persone svolgano attività fisica in ambienti più naturali.

A seguito dell'emanazione, il 22 settembre 2021, delle *Air Quality Guidelines* (AQG) (nuove linee guida) dell'Organizzazione Mondiale di Sanità (OMS)¹¹ sulla qualità dell'aria, nel corso dell'Assemblea annuale tenutasi il 7-8 ottobre 2021, la GARD ha approvato una dichiarazione in supporto della loro applicazione.¹²

Le nuove linee guida OMS, per esempio, per le particelle PM_{2,5} indicano quale valore massimo 5 µg/m³ cioè 1/5 della direttiva europea e per l'NO₂ indicano 10 µg/m³, cioè 1/4 della direttiva europea.

Tabella 1. Confronto tra nuove Linee guida OMS, precedenti Linee guida OMS e limiti normativi

		OMS – Linee guida per la qualità dell'aria 2005	OMS – Linee guida per la qualità dell'aria 2021	Direttive europee per la qualità dell'aria – Valori limite
PM _{2,5}	Annuali	10 µg/m ³	5 µg/m ³	25 µg/m ³
PM _{2,5}	Giornaliere (24 ore)	25 µg/m ³	15 µg/m ³	-
PM ₁₀	Annuali	20 µg/m ³	15 µg/m ³	40 µg/m ³
PM ₁₀	Giornaliere (24 ore)	50 µg/m ³	45 µg/m ³	50 µg/m ³
NO ₂	Annuali	40 µg/m ³	10 µg/m ³	40 µg/m ³
NO ₂	Giornaliere (24 ore)	-	25 µg/m ³	50 µg/m ³

Oltre 100 società scientifiche hanno emanato un documento per supportare l'implementazione di queste linee guida.¹³

Il 6 dicembre 2021, l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha emesso un nuovo documento "*Health impacts of air pollution in Europe*" riguardante gli impatti sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Europa destinato a diventare un capitolo del rapporto della qualità dell'aria del 2021.¹⁴ Tale

documento riporta statistiche che si riferiscono alle morti premature attribuibili a PM_{2,5}, NO₂ e O₃. Per l'Italia le morti annuali attribuibili sono 49.900 per il PM_{2,5}, 10.640 per l'NO₂ e 3.170 per l'O₃.

Il 26 ottobre 2022, la Commissione europea ha pubblicato una proposta¹⁵ di revisione della direttiva AAQD¹. La Commissione ha inoltre pubblicato una valutazione d'impatto di accompagnamento, che quantifica le concentrazioni di inquinamento atmosferico previste e i conseguenti costi sanitari e di attuazione per varie opzioni politiche. Il Parlamento ed il Consiglio europeo stanno attualmente esaminando la proposta, che comprende passi importanti per ottenere un'aria più pulita.

I nuovi valori limite annuali proposti sono 10 µg/m³ per il PM_{2,5} e 20 µg/m³ per l'NO₂, da rispettare in tutta l'UE entro il 2030. Sebbene questi valori limite proposti siano più severi di quelli attuali, sono ancora due volte più alti di quelli proposti dall'AQG 2021 dell'OMS e pertanto insufficienti a garantire un'adeguata tutela della salute pubblica dai rischi connessi all'inquinamento atmosferico in Europa.

Studi più recenti¹⁶⁻¹⁸, condotti negli Stati Uniti, in Canada e in Europa, hanno esaminato gli effetti negativi sulla salute dell'esposizione a lungo termine a bassi livelli di inquinamento atmosferico. Tutti e tre gli studi hanno documentato associazioni tra la mortalità e le concentrazioni di PM_{2,5} al di sotto dei valori limite attuali e proposti dall'UE e dei *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) statunitensi. Inoltre, gli studi hanno documentato una funzione di risposta all'esposizione lineare (Stati Uniti) o sovra-lineare² (Canada ed Europa) tra l'esposizione a lungo termine al PM_{2,5} e la mortalità.

Di particolare interesse per l'Europa sono i risultati dello studio ELAPSE^{18,19} (*Effects of Low-Level Air Pollution: A Study in Europe*), una collaborazione a livello europeo nell'ambito di un progetto di ricerca sugli effetti a lungo termine sulla mortalità e morbilità dell'esposizione a lungo termine a basse concentrazioni di PM_{2,5}, *Black Carbon*, NO₂ and O₃. La Commissione Europea ha condotto ulteriori analisi utilizzando i risultati del progetto ELAPSE per stimare l'influenza della scelta della funzione di risposta all'esposizione sulla mortalità nella valutazione d'impatto. Le stime di mortalità attribuibili erano del 40% più alte per il PM_{2,5} e più del doppio per l'NO₂ utilizzando la funzione di risposta all'esposizione di ELAPSE, rispetto alle stime delle revisioni sistematiche dell'OMS, a parità di altre condizioni.

Tabella 2. Morti premature attribuibili ad esposizione a PM_{2,5}, NO₂ e ozono in Italia, 2019

PM _{2,5}		NO ₂		O ₃		
Popolazione (1.000)	Media annuale	Morti premature	Media annuale	Morti premature	SOMO35	Morti premature
59.817	14,5	49.900	20	10.640	6.657	3.170

In tale documento, inoltre, sono riportate statistiche che si riferiscono agli anni di vita persa attribuibili a PM_{2,5}, NO₂ e O₃. Per l'Italia, sono 504.000 per il PM_{2,5}, 107.600 per l'NO₂ e 33.200 per O₃ all'anno.

¹ Direttiva sulla qualità dell'aria ambiente.

² sovra-lineare: un effetto più elevato per esposizione aggiuntiva a basse concentrazioni di inquinanti, rispetto ad alte concentrazioni

Tabella 3. Anni di vita persi (YLL) attribuibili ad esposizione a PM_{2,5}, NO₂ e ozono in Italia, 2019

Paese	YLL	YLL/100.000 abitanti	YLL	YLL/100.000 abitanti	YLL	YLL/100.000 abitanti
Italia	504.500	843	107.600	180	33.200	55

Lo stesso documento illustra i benefici teorici sulla salute, in termini di riduzione delle morti premature, che sarebbero stati ottenuti nel 2019 se fossero stati rispettati i differenti valori limiti europei e, in particolare, i valori raccomandati dalle linee guida OMS. È da notare che, applicando appunto le linee guida OMS, si ridurrebbe il numero dei morti attribuibili anticipati del 72%: si scenderebbe appunto a 129.400 decessi prematuri attribuibili a PM_{2,5}.

Tabella 4. Benefici teorici sulla salute, in termini di riduzione delle morti premature, che sarebbero stati ottenuti nel 2019 nei 27 paesi europei se fossero stati soddisfatti i differenti valori limiti europei e le linee guida OMS per il PM_{2,5}.

	Morti premature dovute al PM _{2,5}	Riduzione delle morti premature in base ai livelli del 2019	% riduzione delle morti premature in base ai livelli del 2019	% riduzione delle morti premature in base ai livelli del 2005
Concentrazioni nel 2019	306.700	-	-	33%
Valori limite europei 25 µg/m³	306.500	200	0%	33%
Valori limite indicativi europei 20 µg/m³	303.500	3.200	1%	33%
Target intermedio 3 del 2021 OMS 15 µg/m³	289.200	17.500	6%	37%
Target intermedio 4 del 2021 OMS (linee guida sulla qualità dell'aria OMS 2005) 10 µg/m³	241.400	65.300	21%	47%
Linee guida sulla qualità dell'aria OMS 2021 5 µg/m³	129.400	177.300	58%	72%

NB: Il target intermedio e le linee guida OMS sono stati estrapolati dall'aggiornamento delle linee guida pubblicate nel 2021.

Per quanto riguarda l'Italia, si avrebbe una riduzione del 65% con un'attribuzione di morti di 17.700, invece di 49.900.

Tabella 5. Benefici teorici sulla salute, in termini di riduzione delle morti premature, che sarebbero stati ottenuti nel 2019 se fossero stati soddisfatti i differenti valori limiti europei e le linee guida OMS per il PM_{2,5} in Italia.

Livelli 2019		Valore limite europeo		Valore indicativo europeo		Target intermedio 3 OMS		Target intermedio 4 OMS (linee guida sulla qualità dell'aria OMS 2005)		Linee guida sulla qualità dell'aria OMS	
		25 µg/m ³		20 µg/m ³		15 µg/m ³		10 µg/m ³		5 µg/m ³	
Morti prematuro	Morti prematuro	% riduzione dei livelli 2019	Morti prematuro	% riduzione dei livelli 2019	Morti prematuro	% riduzione dei livelli 2019	Morti prematuro	% riduzione dei livelli 2019	Morti prematuro	% riduzione dei livelli 2019	
49.900	49.900	0	49.100	2	45.200	9	34.500	31	17.700	65	

Il 24 novembre 2022, l'Agenzia Europea per l'ambiente (*European Agency for Environment – EEA*) ha pubblicato un Web report sugli impatti sanitari dell'inquinamento in Europa (ultima modifica 13 marzo 2023)²⁰, dove si indica che l'inquinamento atmosferico rappresenta il più grande rischio ambientale per la salute in Europa. È una delle principali cause di effetti negativi sulla salute. L'inquinamento atmosferico, ad esempio, provoca e aggrava le malattie respiratorie e cardiovascolari. Le malattie cardiache e l'ictus sono le cause più comuni di morte prematura attribuibile all'inquinamento atmosferico, seguite da malattie polmonari e cancro ai polmoni. Il rapporto valuta, inoltre, i progressi verso l'obiettivo del Piano d'azione per l'inquinamento zero dell'UE (2021) per ridurre la mortalità attribuibile all'inquinamento atmosferico.

I messaggi chiave del rapporto sono:

- Nel 2020, l'inquinamento atmosferico ha provocato un numero significativo di morti premature nei 27 Stati membri dell'UE (UE-27). L'esposizione a concentrazioni di particolato fine superiori al livello di riferimento dell'OMS del 2021, ha provocato 238.000 morti premature; l'esposizione al biossido di azoto al di sopra del rispettivo livello di riferimento ha portato a 49.000 morti premature; l'esposizione acuta all'ozono ha causato 24.000 morti premature.
- Il piano d'azione per l'inquinamento zero mira a ridurre del 55% entro il 2030, rispetto al 2005, il numero di morti premature dovute all'esposizione al particolato fine. Nel 2020, il numero di morti premature attribuibili all'esposizione al particolato fine al di sopra del livello di riferimento dell'OMS è diminuito del 45% nell'UE-27 rispetto al 2005. Se questo tasso di declino viene mantenuto, l'UE raggiungerà il suddetto obiettivo del piano d'azione contro l'inquinamento zero prima del 2030.
- Saranno necessari ulteriori sforzi per aderire alla visione dell'inquinamento zero per il 2050 (ridurre l'inquinamento atmosferico a livelli non più considerati dannosi per la salute).
- Oltre alla morte prematura, l'inquinamento atmosferico provoca anche morbilità. Le persone convivono con malattie legate all'esposizione all'inquinamento atmosferico; questo è un carico in termini di sofferenza personale, oltre che di costi significativi per il settore sanitario. Nel 2019, l'esposizione al PM_{2,5} ha portato a 175.702 anni vissuti con disabilità (YLD) a causa di BPCO in 30 paesi europei. Nello stesso anno, 12.253 persone in 23 paesi europei sono state

ricoverate in ospedale con infezioni delle vie respiratorie inferiori derivanti dall'esposizione acuta all'ozono.

Per quanto riguarda l'Italia, il nostro Paese, con la cifra di 74,3, è al quinto posto nella classifica di YLD dovuti a BPCO per 100mila abitanti attribuibili a PM_{2,5} (adulti di età pari o superiore a 25 anni in 30 paesi europei), dopo Serbia (89,5), Lituania (84,6), Croazia (80,9) ed Ungheria (75,1); al settimo posto vi è la Germania (60,9); al dodicesimo posto vi è la Francia (55,6); agli ultimi posti, vi sono paesi nordici: Norvegia (5,9), Estonia (4), Finlandia (3,7), Svezia (3), e Islanda (1,2).

Un altro dato preoccupante per l'Italia è il terzo posto, con la cifra di 22, nella classifica dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie per 100mila abitanti attribuibili a O₃ (adulti di età pari o superiore a 65 anni in 23 paesi europei), dopo Austria (29) e Spagna (28); all'ottavo posto vi è la Francia (16); agli ultimi posti, vi sono Polonia (11), Serbia (9), Paesi Bassi (8), Lettonia (7) e Islanda (4).

Un altro aspetto importante è legato agli interventi basati su iniziative personali per ridurre l'esposizione al rischio quando le persone, spesso preoccupate per le conseguenze dovute all'inquinamento, si rivolgono al loro medico di fiducia. Il documento²¹ descrive anche quali azioni possano essere prese in considerazione dagli individui per ridurre le esposizioni personali, per esempio alternando i mezzi di trasporto, filtrando l'aria interna ed usando i respiratori o altri tipi di maschere facciali.

Infine, è da segnalare che una mini-revisione sugli effetti respiratori dell'inquinamento atmosferico è stata pubblicata sulla rivista *International Journal of Tuberculosis and Lung Diseases*²² e che la rivista *Pulmonology* sta pubblicando una serie di articoli di revisione narrativa sui temi dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici, dedicata in particolare ai clinici medici ed alle associazioni dei pazienti, avvalendosi della collaborazione di componenti GARD²³. I primi due articoli della serie, dedicati all'inquinamento atmosferico esterno, sono stati pubblicati nel 2022.^{24,25}

2. INQUINAMENTO ATMOSFERICO INDOOR

L'inquinamento indoor (*indoor pollution* - IP) è definito come la modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica interna, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria stessa, nonché da costituire un pericolo ovvero un pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo.

A differenza dell'inquinamento dell'aria atmosferica esterna (*outdoor pollution*), oggetto di grande attenzione già da molti anni, solo in quelli più recenti è emersa l'esigenza di approfondire le conoscenze sull'inquinamento indoor, soprattutto di fronte all'aumento di evidenze scientifiche allarmanti sugli effetti sanitari legati a questo fenomeno.²⁶

Per molti inquinanti, i livelli di concentrazione sono spesso più alti all'interno che all'esterno²⁷: secondo l'Agenzia per la protezione dell'ambiente degli Stati Uniti (US EPA), possono essere da 2 a 5 volte superiori.²⁸ I livelli di inquinamento dell'aria interna possono essere notevoli soprattutto nelle case dove vengono utilizzati combustibili fossili e/o da biomasse in stufe non ventilate per cucinare e riscaldare.¹¹ Questa valutazione diventa tanto più rilevante in termini di salute se si considera che i cittadini europei trascorrono in media il 90% del loro tempo al chiuso.²⁹ Il rischio è ancor maggiore nei gruppi di popolazione più vulnerabili.¹¹ Ciò potrebbe essere dovuto all'età (gli anziani passano più tempo al chiuso) o alla situazione socio-economica. Le famiglie a basso reddito potrebbero non avere i mezzi finanziari per investire in un riscaldamento più pulito ed efficiente dal punto di vista energetico.

Un editoriale pubblicato sulla rivista scientifica *Nature*³⁰ sottolinea la scarsa attenzione dei ricercatori e dei decisori politici su questo tema. In particolare, occorre capire meglio come i vari inquinanti circolino, come interagiscano tra loro, quale sia il loro impatto sulla salute umana e come siano influenzati dai cambiamenti climatici. Il passaggio a condizioni più umide e ventose, ad esempio, tende a ridurre gli inquinanti esterni come PM_{2,5}, ma potrebbe aumentare l'umidità e la presenza di muffe all'interno. Condizioni con temperature più elevate possono aumentare la concentrazione di ozono all'aperto, che può "infiltrarsi" all'interno. Altrettanto importante è la possibilità di ventilare gli ambienti chiusi, ovvero di utilizzare gli impianti di condizionamento.³¹

“Carico” di malattia (*Burden of Disease*)

L'inquinamento indoor (IP) è responsabile del 4,1 % del carico globale di malattia nel mondo. Secondo l'*Institute of Health Metrics and Evaluation* (IHME) statunitense, negli ultimi anni 2,31 milioni di morti sono attribuibili a IP.³³ L'OMS nel 2022 ne stimava 3,2³⁴, di cui 120.000 nella regione europea.³⁵

Figura 1. Numero di decessi per fattore di rischio, nel mondo 2019 ³⁶

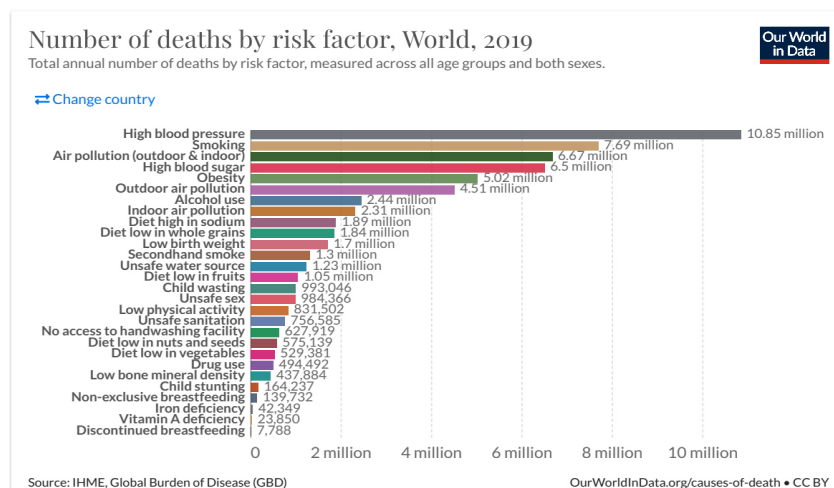
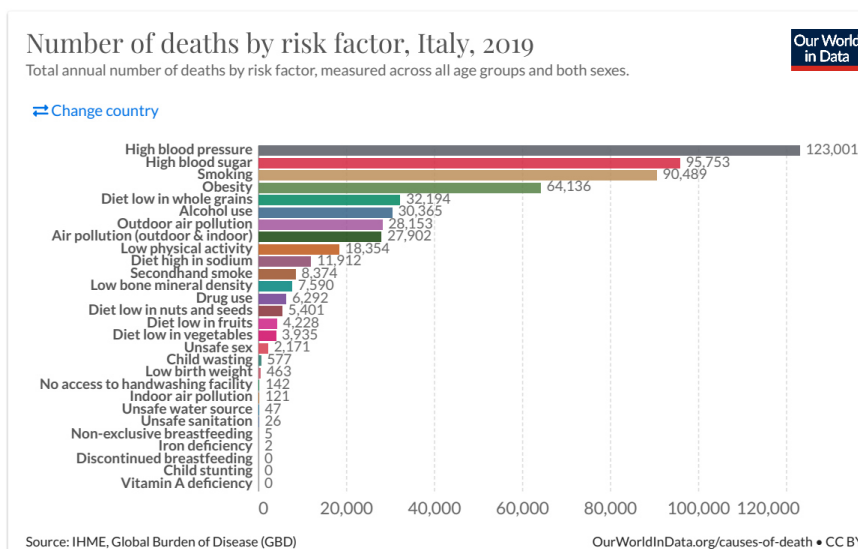
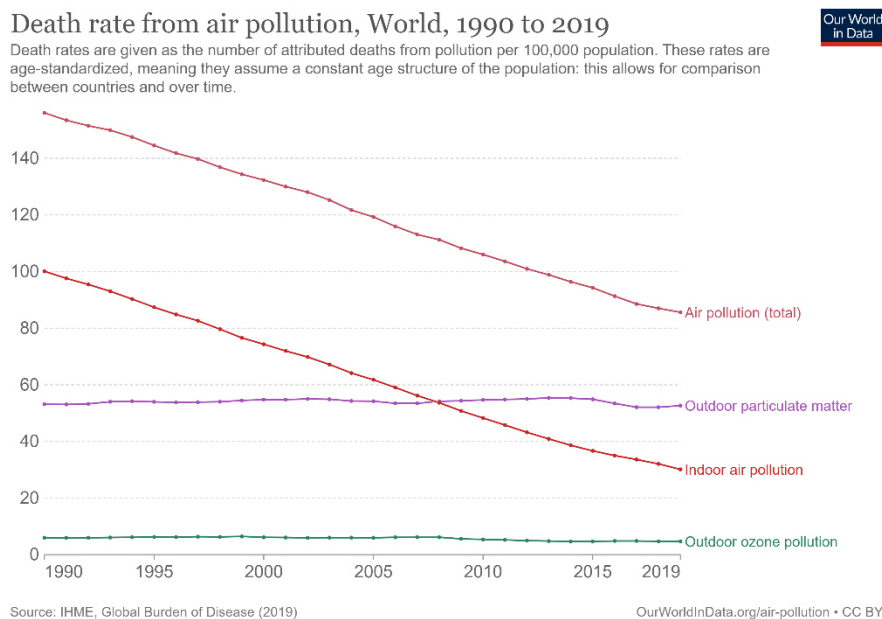


Figura 2. Numero di decessi per fattore di rischio, Italia, 2019 ³⁷



Sebbene l'IP sia ancora uno dei principali fattori di rischio per la mortalità e il più grande fattore di rischio per i redditi bassi, occorre ricordare che sono stati compiuti progressi significativi negli ultimi decenni: a livello globale, il numero di decessi annuali per inquinamento dell'aria interna è diminuito notevolmente dal 1990 (Figura 3).

Figura 3. Tasso di mortalità per inquinamento atmosferico, Mondo, 1990- 2019 ³⁸



Gli effetti sulla salute dell'inquinamento indoor

L'inquinamento dell'aria indoor è un importante determinante di salute perché influisce negativamente sulla salute della popolazione e sulla produttività. Incide inoltre sulla collettività ed il SSN in termini di costi sociosanitari ed economici elevati. Come risulta da alcune indagini condotte a livello europeo, la popolazione dei centri urbani trascorre in media il 95-97% del tempo negli ambienti confinati privati e pubblici (oltre 20 ore al giorno, delle quali circa la metà nella propria abitazione) e solo l'1% nell'ambiente esterno (outdoor).²⁶

Studi di settore hanno confermato che, in presenza di fonti interne e con bassi livelli di ricircolo dell'aria, i livelli degli inquinanti riscontrabili negli ambienti indoor (in particolare, quelli dei composti organici volatili - COV), possono risultare superiori rispetto a quelli rilevati all'esterno, talvolta anche 10-20 volte maggiori, come nel caso della formaldeide.⁶⁶ Normalmente, gli occupanti degli edifici risultano esposti non a una singola sostanza, ma a una miscela di sostanze inquinanti, in concentrazioni variabili nello spazio e nel tempo, emesse da sorgenti che possono essere differenti per numero e tipologia.

Recentemente è stata riportata la possibilità che l'uso di purificatori dell'aria indoor HEPA (*High Efficiency Particulate Air filter*) possa migliorare la qualità dell'aria interna e la sintomatologia di ex fumatori affetti da BPCO. Peraltro, si rimarca la necessità di verificare questi risultati con studi di maggiore potenza statistica.⁶⁷

Principali problematiche dell'inquinamento dell'aria indoor: ²⁶

- l'aria indoor può essere più inquinata di quella outdoor, ma soprattutto le esposizioni indoor sono maggiori di quelle outdoor, proprio perché la quantità di tempo trascorso dalle persone all'interno di ambienti confinati è superiore, rispetto a quello trascorso all'esterno;

- le persone possono essere esposte nell'arco di una stessa giornata all'azione nociva di inquinanti presenti negli ambienti di vita, di lavoro e sui mezzi di trasporto; le esposizioni possono causare effetti sulla salute a lungo termine anche per piccole concentrazioni di inquinanti;
- il rischio espositivo, oltre a interessare una parte estesa della popolazione, risulta di particolare gravità per alcuni gruppi di popolazione più vulnerabili, quali bambini, anziani, malati cronici, che trascorrono negli ambienti indoor una percentuale di tempo particolarmente elevata;
- l'esposizione ad alcuni inquinanti presenti nell'aria indoor può essere responsabile della comparsa di specifiche patologie o dell'aggravamento di patologie preesistenti. Numerosi inquinanti indoor, in primo luogo il fumo passivo e i prodotti della combustione, contribuiscono all'aumento di incidenza di malattie respiratorie croniche, malattie cardiovascolari, asma ed allergie e/o al loro aggravamento;
- alcuni inquinanti indoor contribuiscono ad aumentare l'incidenza di tumori nella popolazione; la presenza di miscele di composti organici nell'aria indoor può causare effetti sub-clinici a carico del sistema nervoso periferico e centrale, con influenze sul comportamento e sulla performance.

Un altro problema dell'inquinamento dell'aria negli ambienti confinati è relativo alle limitate conoscenze sulla natura delle sostanze emesse dai materiali usati negli edifici e sul loro potenziale impatto sulla salute.

Nel settore delle costruzioni vengono usati migliaia di composti chimici a dosi elevate. Molti di questi composti rilasciati nell'aria impattano sugli individui presenti nell'edificio e vengono assorbiti dall'organismo. Considerazioni analoghe possono essere fatte per i materiali utilizzati nel settore dei trasporti e per i prodotti di largo consumo come detersivi, preservanti e materiali per le pulizie nelle abitazioni e in altri tipi di edifici. Valutazioni tossicologiche e del rischio per la salute sono disponibili solo per una piccola parte di questi inquinanti indoor.

Gli effetti sulla salute correlati all'alterazione della qualità dell'aria indoor (IAQ) costituiscono un fenomeno complesso, perché legati a diversi fattori ambientali e individuali, tra cui:

- tipologia e concentrazione dell'inquinante;
- presenza di sinergie con altri inquinanti;
- tempo di esposizione;
- parametri microclimatici e suscettibilità delle persone esposte.³⁹

Gli effetti possono essere acuti - a breve termine, o cronici - a lungo termine.

Gli effetti a breve termine possono presentarsi dopo una singola esposizione o dopo esposizioni ripetute a un singolo inquinante (o miscele di inquinanti) anche a basse concentrazioni. Effetti acuti possono verificarsi in seguito a esposizioni di breve durata a elevate concentrazioni di un inquinante tossico (o di più inquinanti), come nel caso di incidenti domestici dovuti a fughe di gas e intossicazione acuta da monossido di carbonio (CO). Generalmente, la sintomatologia dura poco tempo e scompare con l'eliminazione della fonte di inquinamento (quando è possibile identificarla).

Gli effetti a lungo termine si manifestano dopo un'esposizione prolungata a livelli di concentrazione anche modeste o dopo esposizioni ripetute, potendosi manifestare anche a distanza di anni dall'esposizione. Numerose evidenze dimostrano che l'inquinamento dell'aria indoor può rappresentare un importante cofattore nella genesi di malattie cardiovascolari ed altre malattie sistemiche e che alcuni inquinanti indoor possono contribuire all'aggravamento di patologie preesistenti. Nel complesso gli effetti sulla salute associati ad una cattiva IAQ possono essere classificati in:

- Malattie associate agli edifici (*Building-related illness-BRI*)
- Sindrome dell'edificio malato (*Sick Building Syndrome*)
- Sindrome da sensibilità chimica multipla (*Multiple Chemical Sensitivity syndrome - MCS* o Intolleranza Idiopatica Ambientale ad Agenti Chimici - IIAAC).³⁹

Gruppi a rischio

Alcuni individui risultano particolarmente sensibili all'effetto degli inquinanti. I gruppi di persone che presentano una particolare vulnerabilità alle sostanze tossiche sono definiti sottopopolazioni suscettibili, in quanto, per loro, il rischio espositivo risulta maggiore rispetto al resto della popolazione. Subiscono, infatti, effetti sulla salute a concentrazioni di inquinanti relativamente basse o manifestano risposte più gravi rispetto a quelle manifestate dalla popolazione generale.³⁹

I gruppi maggiormente a rischio per esposizioni a inquinamento indoor sono bambini, anziani e persone con patologie croniche (malattie cardiache e respiratorie), malattie del sistema immunitario e persone a basso reddito.³³

In alcuni casi, le sottopopolazioni suscettibili risultano anche le più esposte alle sostanze tossiche. Ad esempio, i bambini, gli anziani i malati cronici trascorrono molto tempo negli ambienti confinati e, quindi, oltre ad essere più sensibili, sono anche più esposti ai rischi presenti in tali ambienti.³⁹

In generale, i bambini sono i gruppi più colpiti dalle conseguenze dell'inquinamento dell'aria indoor, specialmente in ambito domestico. In Europa, l'inquinamento indoor è responsabile del 4,6% delle morti per tutte le cause nei bambini da 0 a 4 anni, per infezioni respiratorie acute. In alcuni Paesi europei, il 20-30% delle famiglie ha problemi di umidità nelle abitazioni con un conseguente aumento del 50% del rischio di problemi respiratori e del 13% di casi di asma infantile.⁴¹ Tale associazione trova particolare conferma nei Paesi a basso e medio reddito.⁴²

Lo studio multicentrico *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)* ha indicato che la prevalenza di sintomatologia asmatica nei bambini si colloca tra il 2,5 e il 37%. Lo Studio "*Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries*" (2010), finalizzato a stimare, in tutto il mondo, l'esposizione al fumo passivo, uno dei principali e più noti inquinanti dell'aria indoor, e i suoi effetti su bambini e adulti non fumatori, ha evidenziato come, nel 2004, più di 600 mila morti l'anno nel mondo siano stati causati dal fumo passivo, pari all'1% di tutti i decessi; 165 mila di queste morti hanno riguardato bambini.⁴³

Riguardo all'esposizione al fumo passivo nelle famiglie italiane, gli ultimi dati Istat disponibili riportano che il 49% dei neonati e dei bambini fino a 5 anni è figlio di almeno un genitore fumatore

ed il 12% ha entrambi i genitori fumatori. Circa un neonato su 5 ha una madre fumatrice. Si stima che in Italia il fumo passivo sia responsabile di circa 1.000 decessi l'anno e che il fumo dei genitori sia responsabile del 15% dei casi di asma nei bambini e dell'11% di respiro sibilante negli adolescenti.⁴³

Tra le patologie correlate agli edifici, le malattie allergiche respiratorie hanno un grande rilievo per il loro impatto sulla salute e la loro incidenza sta aumentando in tutta Europa. L'asma colpisce la popolazione adulta europea nella misura del 6,7%,⁴⁴ mentre la prevalenza nella popolazione pediatrica è ancora maggiore.

I bambini sono più a rischio degli adulti a causa della loro ridotta superficie corporea e perché il loro organismo è ancora in fase di sviluppo, ma anche perché sono soggetti ad un'esposizione potenzialmente più lunga degli adulti agli agenti tossici, considerata la loro aspettativa di vita.

Le esposizioni precoci possono causare danni alla salute già nell'infanzia, ma anche più avanti nel corso della vita. I bambini più piccoli (0-5 anni) sono particolarmente suscettibili se appartenenti a classi sociali disagiate, perché risultano più esposti a comportamenti a rischio degli adulti (fumo passivo, cottura di cibi senza sistemi di ventilazione adeguati, inadeguata pulizia degli ambienti, ecc.).

Nei ceti più elevati, una migliore consapevolezza del problema dell'inquinamento indoor e un più facile accesso all'informazione e al trattamento medico possono agire come fattori protettivi.

L'apparato respiratorio nell'infanzia (in particolare nei primi 6-12 mesi di vita) è particolarmente vulnerabile agli effetti tossici di alcuni inquinanti ambientali, in modo particolare al fumo passivo, detto anche fumo di tabacco ambientale (*Environmental Tobacco Smoke- ETS*). Le esposizioni a ETS, muffe e allergeni domestici (acari della polvere e derivati epiteliali di cane e gatto) rappresentano i principali fattori di rischio per l'insorgenza di asma e lo scarso controllo della malattia in età pediatrica. Secondo l'OMS, tra le mura domestiche più della metà dei bambini europei sono regolarmente esposti al fumo passivo. Inoltre, almeno il 15% dei bambini e degli adolescenti vive in case molto umide e in condizioni microclimatiche che contribuiscono allo sviluppo e peggioramento delle crisi asmatiche.¹¹

Cause dell'inquinamento Indoor

A seguito della crisi delle risorse energetiche mondiali, si sono imposti nuovi criteri tecnico-progettuali per gli edifici ad uso civile, che hanno determinato profondi mutamenti quali-quantitativi della qualità dell'aria interna, con potenziale aumento delle sorgenti indoor. La necessità di dover contenere i consumi per il riscaldamento ha incentivato la diffusione di tecniche costruttive per un miglior isolamento dell'involucro edilizio con la tendenza a sigillare gli ambienti tramite infissi a tenuta che determinano una riduzione delle dispersioni di calore (e quindi dei consumi energetici) e il miglioramento dell'isolamento acustico, ma possono causare una significativa diminuzione della ventilazione degli edifici.²⁶

Gli interventi strutturali volti a contenere i consumi energetici, uniti alla diminuzione del numero di ricambi d'aria, sono tra le principali cause del potenziale aumento delle concentrazioni di inquinanti indoor. Tale fenomeno è strettamente correlato ad altri fattori tipici degli ambienti indoor: le attività

umane, la scelta di nuovi materiali da costruzione ed arredo, l'uso di prodotti per la casa e per la pulizia degli ambienti, l'utilizzo di strumenti di lavoro.

Nelle abitazioni, **le fonti di inquinanti più comuni** sono:

- il fumo di tabacco;
- i processi di combustione (per la cottura dei cibi o il riscaldamento);
- i prodotti per la pulizia e la manutenzione della casa;
- gli antiparassitari;
- l'uso di colle, vernici, adesivi, solventi e prodotti per l'hobbistica.

A questi si è recentemente aggiunto il crescente uso di **strumenti di lavoro** (fotocopiatrici, videoterminali, stampanti, ecc.). Il risultato è che, ad inquinanti "classici", si sono aggiunti inquinanti di "nuovo" tipo, per i quali non sono ancora del tutto chiari i rapporti causa-effetto sulla salute.²⁶

Infine, è necessario considerare l'utilizzo sempre più esteso degli **impianti di condizionamento** dell'aria, oggi presenti in più del 30% delle abitazioni italiane. La funzione dei sistemi di ventilazione e condizionamento dell'aria è quella di realizzare determinate condizioni di temperatura, umidità relativa e purezza dell'aria negli ambienti chiusi. Questi sistemi garantiscono quindi il mantenimento dello stato di benessere delle persone, ma, se non sottoposti a periodica manutenzione (pulizia e/o sostituzione dei filtri), possono divenire fonti di inquinamento, rappresentando un potenziale terreno di coltura per muffe e altri contaminanti biologici, con ripercussioni negative sullo stato di salute. Inoltre, se mal progettati, ad esempio per un'errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di zone ad elevato inquinamento (in vicinanza di strade molto trafficate o di un parcheggio auto), possono favorire l'ingresso di inquinanti dall'esterno.²⁶

La seguente tabella sintetizza ed illustra le fonti e gli inquinanti presenti negli ambienti interni:

Tabella 6. Principali agenti indoor e potenziali fonti interne⁴⁵

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, NO _x , SO ₂ , 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 ₃), polvere di toner, idrocarburi volatili (COV)
Fumo di sigaretta	Idrocarburi policiclici, COV, formaldeide, CO, particolato fine
Impianti di condizionamento	CO ₂ 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 ₂ e Agenti biologici (batteri, virus ecc.)
Animali	Allergeni indoor (peli, etc.)
Sorgenti naturali (lave, tufi, graniti, ecc.)	Radon

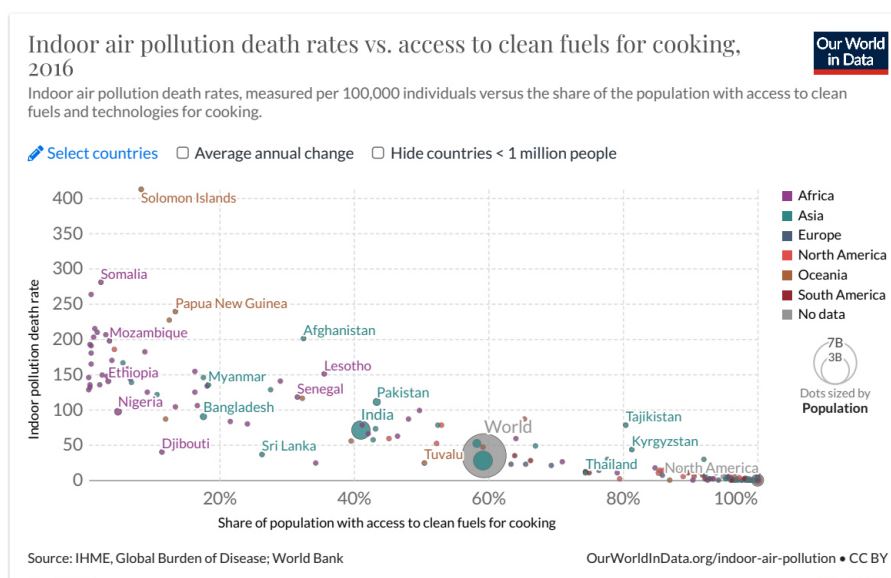
La presenza di allergeni negli ambienti chiusi può provocare un aggravamento della sintomatologia nei soggetti affetti da BPCO asmatiche. Pertanto, un'azione attenta volta a prevenire questa possibile causa di aggravamento è stata indicata come una strategia efficace.⁴⁶

Cottura dei cibi e riscaldamento

Nel mondo, la causa principale dell'inquinamento dell'aria interna è la combustione di prodotti solidi come scarti delle colture, sterco e carbone per cucinare e riscaldare. La combustione produce particolato, un importante fattore di rischio per la salute, in particolare per malattie respiratorie; soprattutto se avviene in spazi chiusi e ristretti, come piccole abitazioni, ne favorisce anche l'esacerbazione.

Le famiglie a basso reddito tendono a fare affidamento sui combustibili solidi per cucinare perché combustibili più puliti non sono disponibili o sono troppo costosi.

Figura 4. Tasso di mortalità per Inquinamento atmosferico indoor vs accesso a combustibile pulito per cucinare³³



Riscaldamento e cottura dei cibi in Europa.

1. Inquinamento interno dovuto alla cottura

Nell'UE, i principali prodotti energetici utilizzati per cucinare sono il gas e l'elettricità.⁴⁸ Seals e Krasner (2020)²⁷ segnalano che le stufe a gas (usate per cucinare) possono rappresentare una grande fonte di inquinamento all'interno delle case. I principali inquinanti della combustione del gas sono il biossido di azoto (NO₂) e il monossido di carbonio (CO). In particolare, le stufe a gas possono produrre livelli di inquinamento indoor da NO₂ molto più elevati di quelli all'aperto.⁴⁹ Una meta-analisi di 41 studi ha dimostrato che i bambini che vivono in una casa con cucina a gas hanno un rischio complessivo aumentato del 32% di sviluppare attacchi di asma e asma cronica.⁵⁰

Le emissioni di NO₂ sono costantemente più elevate nelle case dove si utilizza il gas per cucinare piuttosto che sistemi elettrici.²⁷ Il passaggio a sistemi elettrici (compreso l'induzione) è quindi

un'opzione di cottura domestica sicuramente più pulita. Sempre Seals e Krasner (2020) affermano che la sostituzione di una cucina a gas con un'elettrica può diminuire la concentrazione ambientale mediana di NO₂ del 51%.²⁷ L'uso di combustibili solidi per cucinare è associato all'esposizione indoor di PM_{2,5}.⁵¹

La combustione della legna (o altra biomassa) per cucinare è comune in diversi paesi dell'UE. Negli Stati Uniti, lo studio di Fleisch et al.⁵² sull'uso residenziale di stufe a legna nel nord del *New England* evidenzia che l'uso del carbone e delle biomasse per cucinare è causa di elevate concentrazioni di inquinanti.

2. *Tipo di cibo, modo e luogo in cui viene preparato*

La cottura dei cibi, indipendentemente dal tipo di fornello utilizzato, produce determinati inquinanti, come il particolato fine.²⁷ Quando si cucina su fornelli a gas o elettrici, la maggior parte del PM_{2,5} è prodotta dalla vaporizzazione delle particelle di grasso dalla pentola. Il tipo di pentola fa la differenza: le emissioni di PM_{2,5} delle pentole in acciaio inossidabile sono notevolmente superiori rispetto alle emissioni di PM_{2,5} delle pentole anti-aderenti.⁵³ Oltre al tipo di pentola utilizzata per la cottura, anche il tipo di pietanza ed il modo in cui viene preparata hanno un effetto importante sulle emissioni di PM_{2,5}. Saltare in padella (es. verdure) ed arrostitire la carne producono più PM_{2,5} del cibo bollito.³³

La concentrazione di inquinanti atmosferici derivanti dalla cottura di uno stesso pasto è maggiore se si cucina in un ambiente piccolo, piuttosto che in una grande cucina. L'esposizione all'inquinamento atmosferico è inoltre maggiore per le famiglie che hanno cucine annessi al soggiorno, anche se la concentrazione di inquinanti dovesse essere inferiore.

3. *Inquinamento interno dovuto al riscaldamento*

La principale fonte energetica utilizzata nell'UE per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua è il gas.⁴⁸ Quando il gas viene utilizzato in una caldaia a condensazione, non influisce sulla qualità dell'aria interna, poiché si tratta di solito di sistemi chiusi.⁴⁷ Oltre al gas, viene spesso utilizzata l'elettricità per il riscaldamento dell'acqua.⁴⁸ Apparecchi di riscaldamento come le pompe di calore non influiscono negativamente sulla qualità dell'aria interna perché non richiedono la combustione.³³ Anche le energie rinnovabili ed i rifiuti (compreso il legno) sono spesso prodotti energetici utilizzati per riscaldamento degli ambienti nelle abitazioni.⁵² I caminetti sono la principale fonte di PM_{2,5} negli ambienti interni, ma anche i riscaldatori domestici con stufa a legna sono importanti fonti di emissione di PM_{2,5} e CO. Le stufe a legna mostrano picchi di concentrazione di PM_{2,5} nella fase sia di accensione sia di ricarica: ciò è dovuto all'apertura della porta della stufa.³³ Uno studio condotto in Finlandia ha mostrato che la combustione di legna in stufe, anche per poche ore, determina un incremento dell'esposizione quotidiana dei residenti a livelli potenzialmente pericolosi di PM_{2,5}.⁵⁴ Una meta-analisi del 2014 ha segnalato che la combustione in casa di combustibili solidi (carbone e biomassa) influisce negativamente sulla gravidanza.⁵⁵

4. *Altre combustioni da attività domestiche*

Non solo la cottura dei cibi, ma anche altri tipi di attività domestiche contribuiscono all'inquinamento dell'aria interna. Le emissioni indoor di PM_{2,5} sono principalmente il risultato di processi di combustione.⁵⁶ Oltre alla cottura e alla combustione del legno, tali processi includono anche fumare e bruciare candele.^{47,57} La pulizia degli ambienti è un'altra importante fonte di emissioni indoor di particolato.⁵⁸

5. *Inquinamento indoor originato dall'aria esterna*

L'inquinamento dell'aria indoor è generato non solo da fonti interne, ma anche dall'aria esterna, tramite inquinanti ventilati dall'esterno e attraverso la penetrazione dell'involucro edilizio.^{11,59} In ambienti interni, concentrazioni di inquinanti provenienti dall'aria esterna sono influenzati dai loro modelli spazio-temporali di concentrazione e, in particolare, dalla vicinanza dell'edificio a sorgenti esterne (es. una strada trafficata)^{55,60-63}

6. *Radon*

Il gas radon è riconosciuto essere un cancerogeno umano di gruppo 1, sia dalla OMS (2009)⁶⁴ sia dalla *International Agency for Research on Cancer - IARC* (1988)⁶⁵. La concentrazione del radon outdoor è compresa tra 5 and 15 becquerel (Bq) m⁻³, livelli che non presentano un rischio per la salute. D'altra parte, le progenie del radon a vita breve (P218, Pb214, Bi214 e P214) possono accumularsi in spazi chiusi (grotte, miniere, locali interni) ed emettere particelle alfa radioattive che, una volta inalate, rimangono nei tessuti polmonari e possono causare mutazioni del DNA correlate all'insorgenza di tumori. L'effetto sulla salute del radon è noto da decenni, esso è responsabile di circa il 15% di morti per cancro ai polmoni a livello globale (OMS, 2009). Il radon negli ambienti confinati è il risultato di fattori geogenici e antropici, oltre che meteorologici. I fattori geogenici determinano la generazione e il trasporto di radon nel suolo e l'esalazione di radon dal suolo, mediante processi regolati da proprietà geologiche e pedologiche. I fattori antropici riguardano invece la tenuta stagna delle fondazioni degli edifici, i materiali da costruzione utilizzati e il deflusso di radon dall'edificio dovuto alle abitudini degli occupanti, in primis il ricambio d'aria.

Nella costruzione di nuovi edifici (prevenzione) e negli edifici esistenti (mitigazione o bonifica) è importante considerare la problematica correlata al radon. Le principali strategie di prevenzione e mitigazione si concentrano su:

- sigillatura delle vie di ingresso;
- ventilazione;
- inversione delle differenze tra pressione interna e terreno sottostante l'edificio, con l'impiego di tecniche di depressurizzazione del suolo.

Nella maggior parte dei casi, è necessaria una combinazione di strategie per ottenere la massima riduzione delle concentrazioni di radon. Quando si effettuano interventi di efficientamento energetico negli edifici, va prestata particolare attenzione alla ventilazione, per evitare una maggiore concentrazione di radon indoor, che potrebbe causarne un'alta esposizione e un aumento del rischio di cancro ai polmoni. Una politica nazionale sul radon dovrebbe concentrarsi sull'identificazione delle aree geografiche a maggior rischio di esposizione al radon, prevedendo anche campagne informative sui rischi legati alla sua esposizione. La Direttiva europea 2013/59/EURATOM, recepita in Italia con il decreto legislativo 101/2020, fissa come livello di riferimento 300 Bqm⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria, sia per le abitazioni esistenti sia per i luoghi di lavoro. L'OMS, invece, propone un livello di riferimento più restrittivo, pari a 100 Bqm⁻³. Tuttavia, se questo livello non può essere raggiunto nelle condizioni specifiche del Paese, il livello di riferimento scelto non dovrebbe comunque superare i 300 Bqm⁻³, corrispondente a circa 10 milli Sievert (mSv) all'anno secondo i calcoli della Commissione internazionale per la protezione radiologica

3. VARIAZIONI CLIMATICHE E LORO INTERFERENZE SULLE PATOLOGIE RESPIRATORIE

Le variazioni climatiche costituiscono un evento fisico meteorologico che, tra gli altri aspetti, influenza anche la salute umana. Le manifestazioni allergiche costituiscono la frontiera e le sequele delle variazioni climatiche che incidono sulla salute globale.⁶⁸

Particolare interesse rivestono le relazioni tra malattie respiratorie allergiche e fattori ambientali, variabili meteorologiche ed inquinamento atmosferico nei rapporti tra salute ed inquinanti.⁶⁹⁻⁷³

L'urbanizzazione, con i suoi alti livelli di emissioni veicolari e lo stile di vita proprio dei Paesi industrializzati, è un fattore di incremento di frequenza delle patologie respiratorie allergiche e dell'asma bronchiale.⁶⁹

I fattori climatici (eventi meteorologici e parametri quali temperatura, umidità, velocità del vento, etc) possono influenzare le componenti chimiche e biologiche dell'inquinamento atmosferico.⁶⁹

Le variazioni climatiche (*Climate Change*, CC) e l'inquinamento atmosferico, tra loro strettamente correlati, hanno fatto registrare negli ultimi anni un incremento della loro attività deleteria sulla salute umana ed animale nonché sulla biodiversità.

Le variazioni climatiche influenzano la quantità, l'intensità e la frequenza delle precipitazioni e inducono un incremento di eventi meteo climatici estremi (ondate di calore, temporali, uragani, siccità e inondazioni). La salute respiratoria può risentirne particolarmente con lo sviluppo di asma e di malattie allergiche respiratorie. Gli allergeni pollinici sono noti fattori causali di insorgenza e peggioramento dell'asma IgE-mediato nei soggetti sensibilizzati ai loro allergeni. La stagione pollinica, nel suo esordio, durata e intensità, può essere alterata dalle diverse condizioni climatiche, con inevitabili ripercussioni su frequenza ed intensità della sintomatologia allergica.

Alcuni studi evidenziano che le piante mostrano una fotosintesi incrementata, con un aumento degli effetti riproduttivi, e producono più polline come risposta ad elevate concentrazioni di CO₂ in atmosfera.

Variazioni climatiche, come si determinano?

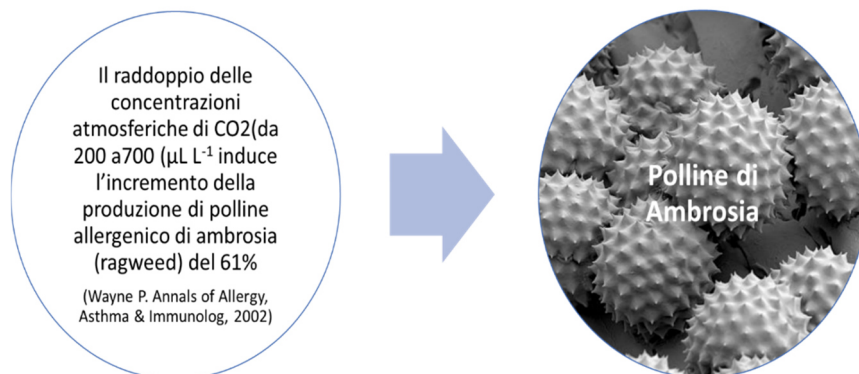
Attualmente, milioni di tonnellate di CO₂ vengono prodotte ogni anno a causa degli incendi di migliaia di ettari di foreste nel mondo e ciò rappresenta un elemento importante nell'effetto di interazione tra inquinamento atmosferico e riscaldamento globale.⁷⁴⁻¹⁰⁵

Le foreste tropicali hanno un ruolo fondamentale nel catturare larghe quantità di CO₂ atmosferico e ridurre il riscaldamento globale. Ne consegue che la deforestazione ha come effetto quello di aumentare considerevolmente la presenza di CO₂ nell'atmosfera.

Inoltre, le foreste pluviali producono notevoli quantità di vapore acqueo che, ascendo negli strati superiori dell'atmosfera, condensa e ricade sulla terra sotto forma di precipitazioni. L'immissione di vapore acqueo (e quindi di calore) contribuisce a mantenere la circolazione dell'aria e a regolare i

climi. Purtroppo, però, negli ultimi anni è stato distrutto il 50% delle foreste pluviali del nostro pianeta.

L'incremento dei CC, con concentrazioni di CO₂ elevate in atmosfera, influenza in vario modo anche la crescita di piante allergeniche, in particolare con un prolungamento dei periodi di pollinazione.



Il pattern dei CC varia da regione a regione in rapporto a latitudine, altitudine, piogge e temporali ed in correlazione con l'urbanizzazione (trasporto e produzione di energia). L'estensione dei CC ed il conseguente aumento di frequenza delle malattie allergiche potranno essere mitigati solo con la riduzione di CO₂, che è il gas principale responsabile del riscaldamento globale.⁷² Altri gas coinvolti sono il metano (CH₄), NO₂ ed i gas fluorinati.⁷⁴

Come concordato nel panel intergovernativo sulle CC (IPCC)⁷¹, è importante ridurre la CO₂ di origine antropogenica. Diverse misure per ridurre le emissioni gassose di gas serra hanno benefici effetti sulla salute umana. Tuttavia, anche dopo che le emissioni di CO₂ saranno ridotte e le concentrazioni atmosferiche si saranno stabilizzate, la temperatura dell'aria continuerà ad aumentare per un periodo di un secolo o più. L'aumento della temperatura porta ad un incremento nelle concentrazioni di ozono e di particolato a livello del suolo e a vari eventi meteorologici come desertificazione, incendi ecc.

Nelle aree urbane, il clima è influenzato dalla vegetazione, dalla densità degli edifici, dal traffico stradale e dal consumo di suolo (impermeabilizzazione). Le piante allergeniche fioriscono precocemente nelle aree urbane rispetto a quelle rurali, con un anticipo di pollinazione di alcuni giorni.

La peculiarità dei pollini allergenici e dell'allergia da pollini

L'accresciuta prevalenza di sintomi allergici respiratori rende la pollinosi un problema di salute pubblica,¹⁰⁶⁻¹¹³ anche per le alterazioni della qualità della vita che può determinare.¹¹⁴ Dall'8% al 35% di giovani adulti europei presentano anticorpi di tipo IgE rivolti contro le graminacee. La severità dei sintomi dipende prevalentemente dalla quantità dei pollini e dalla loro forza allergenica.

Temporali con carica elettrica elevata in atmosfera nelle stagioni polliniche possono esacerbare, in pazienti allergopatici, sintomi a carico di occhi, naso e vie aeree.^{69,79} Dopo imbibizione da acqua piovana, i pollini possono rompersi per shock osmotico, rilasciando in atmosfera il contenuto

citoplasmatico allergenico in microparticolato (di dimensioni paucimicroniche: 1-5 μm),¹¹¹ il quale, se inalato, può penetrare nelle vie aeree inducendo asma talvolta anche grave.¹¹⁵

Esacerbazioni di tipo epidemico dell'asma nel corso di temporali nelle stagioni polliniche sono stati descritti in diverse città del mondo come Birmingham, Londra, Napoli, Wagga Wagga, Melbourne ecc.¹¹⁶⁻¹²⁰

Le variazioni negli allergeni pollinici sono correlate con le variazioni climatiche indotte da un'accresciuta concentrazione di CO_2 in atmosfera, la quale è in grado di indurre una più rapida e rigogliosa crescita di piante, tra cui erbe allergeniche che liberano pollini in quantità ed aggressività antigenica maggiore.⁷²

È stato dimostrato che l'incremento della CO_2 è in grado di determinare una maggiore allergenicità del polline di ambrosia (*ragweed*) e, di conseguenza, un'alterazione nella prevalenza e severità delle allergopatie stagionali.⁷³ È stato anche osservato che il raddoppio della concentrazione atmosferica di CO_2 potenzia la produzione di polline da ambrosia del 61 % per ogni pianta. Inoltre, il polline di ambrosia collezionato lungo le strade di grande traffico mostra una maggiore allergenicità, rispetto al polline raccolto in aree extraurbane.⁷⁸

Come risultato dei CC e delle conseguenti modifiche dell'habitat delle piante si sta osservando una variazione della distribuzione delle specie, con una graduale migrazione di alcune verso le aree settentrionali, di altre verso le aree meridionali. A livello agricolo, si sta assistendo alla diffusione, in molte zone, di erbe, come le graminacee, che hanno un importante ruolo allergenico.^{81,82} Non solo le variazioni climatiche, ma anche cambiamenti nelle metodiche agricoli stanno favorendo l'espansione di graminacee.^{96,99}

Gli studi sulla risposta delle piante ad alti livelli di CO_2 in atmosfera mostrano che le stesse presentano un'aumentata fotosintesi e producono una quantità maggiore di pollini.^{94,95} Le più frequenti manifestazioni di allergia respiratoria causate da pollini in pazienti che vivono in aree urbane, comparate con quelli che vivono in aree rurali, sono da imputare ai più alti livelli di emissioni veicolari, all'urbanizzazione ed al cosiddetto stile di vita "occidentale".¹⁰⁰

Effetti delle variazioni climatiche sull'inquinamento chimico atmosferico in corso di CC

I CC, insieme all'esposizione agli inquinanti chimici atmosferici (polveri e gas), stanno dimostrando di indurre conseguenze allarmanti per la salute umana ed essere responsabili di riacutizzazioni asmatiche. Tra gli inquinanti chimici ad effetto irritativo sulle vie aeree c'è l'ozono, i cui effetti sono ben noti e studiati da molti anni. L'inalazione dell'ozono è stata associata con un'alterazione della funzionalità polmonare ed un incremento dell'iperreattività delle vie bronchiali mediato da stress ossidativo e flogosi.¹⁰⁶⁻¹⁰⁹

Analizzando gli effetti del particolato fine ($\text{PM}_{2,5}$) e dell'ozono sui sintomi respiratori e sulla frequenza dell'uso di farmaci negli asmatici in età pediatrica, si è osservato, in particolare, che l'ozono era significativamente associato con la comparsa di sintomi respiratori acuti e con la necessità di usare farmaci di emergenza ad azione broncodilatatrice ed antiinfiammatoria sulle vie

aeree: l'incremento di 50 parti per miliardo (ppb) di ozono per un'ora si associava alla comparsa di *wheezing* (35%) e di dispnea (47%). Livelli più alti di esposizione (in media per 1-8 ore) erano associati ad un ulteriore incremento della dispnea ed alla necessità di assumere farmaci di emergenza.¹⁰⁶

L'inquinamento atmosferico da ozono, particolato (PM) e derivato incombusto di diesel (DEP), oltre che da biossido di azoto (NO₂) e anidride solforosa (SO₂) aumenta la permeabilità della mucosa dell'apparato respiratorio, facilita la penetrazione di allergeni e causa interazione con le cellule del sistema immunitario. Ne risulta che l'inquinamento atmosferico svolge un ruolo pro-infiammatorio nelle vie aeree di pazienti predisposti.¹⁰⁸

Gli agenti inquinanti aderiscono alle superfici dei pollini e del particolato allergenico vegetale, inducendo variazioni non solo della morfologia, ma anche delle caratteristiche antigeniche. Inoltre, producendo infiammazione delle vie aeree, determinano un aumento della permeabilità delle mucose ed un incremento di quadri clinici ostruttivi nei soggetti sensibilizzati.^{110-115,121-123}

CC e suoi impatti sulle malattie infettive respiratorie

Alcune evidenze scientifiche correlano i CC con un aumento di incidenza di malattie respiratorie infettive determinate da virus, batteri, miceti e specie micobatteriche.¹²⁴ Drastiche variazioni della temperatura possono incrementare l'esposizione a patogeni veicolati da vettori anemofili.¹²⁵ Ad esempio, è stato osservato che i roditori possono liberare *Hantavirus*, un virus noto per l'insorgenza di focolai epidemici di polmoniti e malattie sistemiche.¹²⁶ Inoltre, la desertificazione, l'espansione di territori essiccati e le tempeste di sabbia hanno contribuito al rilascio di spore fungine patogene che possono indurre infezioni respiratorie, come è stato osservato negli stati sud-occidentali degli USA, con la coccidioidomicosi.¹²⁷⁻¹³⁰ Un altro esempio è la diffusione di *Cryptococcus gattii*, agente della criptococcosi, una malattia che colpisce soprattutto persone immunocompromesse. Questa malattia dell'apparato respiratorio, in origine presente solo nelle aree subtropicali, è in espansione nelle regioni dell'Europa mediterranea e nelle aree del Pacifico Nord occidentale degli USA: si ipotizza che contribuiscano alla sua diffusione uccelli migratori, anomali eventi atmosferici, come tsunami, ed interazioni umane.^{131,132} Un caso simile è quello di *Histoplasma capsulatum*, un fungo endemico che viene trasmesso per via inalatoria da uccelli infetti nelle aree settentrionali degli USA, conosciuto per causare polmoniti gravi in soggetti immunodepressi. La diversa distribuzione geografica dovuta al riscaldamento globale e le variazioni nel comportamento animale hanno avuto un impatto nella diffusione di questa malattia.¹³³

Le variazioni climatiche non favoriscono solo l'espansione delle infezioni fungine ma anche di quelle virali e delle micobatteriosi: è stato osservato in particolare che le tempeste di acqua e vento, la cui frequenza è in aumento proprio a causa delle variazioni delle condizioni climatiche facilitano la diffusione di micobatteriosi non-tubercolari (NTM).¹³⁴⁻¹³⁷

Nel VI rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dell'ONU, sono stati analizzati vari aspetti connessi ai mutamenti climatici.

Alla luce delle recenti politiche poste in atto dai vari Paesi, la temperatura media attesa al 2100 sarà di +3.2° C, invece di +1.5°C (come previsto nell'Accordo di Parigi del 2015, quale soglia massima sostenibile per scongiurare disastri a livello planetario).

L'IPCC afferma che si è ancora in tempo per intervenire a patto di ridurre, entro il 2050, del 95% l'impiego del carbone, del 60% quello del petrolio, del 45% quello del gas metano.

In linea con l'IPCC, si ritiene ormai necessario in Italia: raddoppiare i fondi a disposizione per le fonti rinnovabili (solare, eolico, moto ondoso e idrogeno green); piantare alberi in città e incrementare boschi di qualità nelle aree collinari e montane; organizzare una diffusa elettrificazione delle città e dei consumi domestici; installare almeno 20 GW per anno per i prossimi 30 anni; incrementare la mobilità pubblica su rotaia; incoraggiare l'impiego di biciclette sui tragitti casa/lavoro e casa/scuola; aumentare l'efficienza energetica degli immobili domestici e produttivi; utilizzare massicciamente i lastrici solari domestici e i tetti per installare pannelli fotovoltaici; utilizzare le aree industriali e produttive abbandonate per installare fonti di produzione di energia solare; incrementare la ricerca a favore dell'idrogeno verde; incoraggiare il lavoro da casa; ridurre il consumo di carne da allevamenti intensivi.

4. STRATEGIE DI PREVENZIONE: MITIGAZIONE E ADATTAMENTO

La sfida: *La qualità dell'aria, la lotta ai CC ed il miglioramento della qualità della vita sono intimamente legate tra loro. Occorre pertanto puntare ad un approccio integrato tra le politiche ambientali e sanitarie.*

La soluzione: *Una buona pianificazione dell'assetto urbano, il miglioramento della circolazione stradale, la riqualificazione di zone degradate, la creazione di spazi verdi, di piste pedonali e ciclabili e di percorsi casa-scuola, casa-lavoro, sono misure efficaci per ridurre l'inquinamento dell'aria, promuovere l'attività fisica delle persone, favorire la socializzazione, contribuendo così a ridurre le malattie croniche non trasmissibili.*

I successivi paragrafi definiscono alcuni obiettivi strategici, peraltro già individuati e rappresentati nel precedente documento, proponendo ove possibile alcune azioni prioritarie da porre in essere.

Obiettivo Strategico 1: Promuovere un approccio integrato per affrontare le problematiche legate all'inquinamento atmosferico ed ai CC

La *Lancet Commission on Pollution and Health* ha riportato, nel 2022, una stima di 9 milioni di morti premature correlate a fattori ambientali; nel 2019 circa 6,7 milioni di decessi sono attribuibili su scala mondiale all'inquinamento atmosferico esterno ed interno, con effetto prevalente per la BPCO (50%) ed il tumore al polmone (40%).¹⁴²

Come sostenuto dall'OMS, dalla *European Respiratory Society (ERS)*¹⁴³, dall'*American Thoracic Society (ATS)*³ e confermato da altre numerose evidenze scientifiche, le malattie in relazione con l'inquinamento atmosferico sono quelle respiratorie, cardio-vascolari, cerebro-vascolari, neurodegenerative, il diabete, l'ipertensione arteriosa; a queste si aggiungono la nascita prematura ed il basso peso alla nascita.

La prima *Global Conference on Air Pollution and Health* tenuta a Ginevra nel 2018¹⁴⁴ e, recentemente, il Manifesto per la ripresa verde dell'OMS¹⁴⁵ hanno confermato la stima di 7 milioni di morti premature attribuibili a inquinamento atmosferico complessivo e la percentuale del 90% per la popolazione mondiale esposta a livelli inaccettabili di inquinamento atmosferico, concludendo che "le conoscenze attuali sono sufficienti per agire immediatamente...tra dieci anni non potremo dire che non sapevamo".

Secondo gli ultimi risultati dell'Agenzia europea dell'ambiente, più di 360mila persone sono morte prematuramente a causa dell'esposizione a varie fonti di inquinamento atmosferico nell'UE nel 2019. Ciò segna una diminuzione rispetto all'anno 2005 e mostra che le politiche per l'aria pulita possono dare risultati positivi. Secondo il rapporto sulla qualità dell'aria dell'EEA, nel 2020 il 96% della popolazione urbana dell'Unione Europea (UE) è stato esposto a livelli di particolato fine superiori al livello guida stabilito dall'OMS. L'esposizione a concentrazioni di particolato fine superiori ai valori fissati dall'OMS per il 2021 ha provocato 238mila morti premature nell'UE a 27. L'inquinamento

atmosferico è anche causa di morbilità, in quanto le persone convivono con la malattia, con conseguenti sofferenze personali e costi sanitari significativi.¹⁴⁶

Il Rapporto EEA ha fornito stime sui decessi prematuri annuali attribuibili all'esposizione ai principali inquinanti atmosferici: in Italia, 52.300 per PM_{2,5}, 10.400 per NO₂ e 3.000 per O₃.¹⁴⁷

La Corte di Giustizia della UE, con la sentenza del 10 novembre 2020 "(C-644/18) - Commissione/Italia", rigettando tutte le argomentazioni difensive dell'Italia, ha confermato il giudizio di inadempienza e violazione della direttiva 2008/50 posta a tutela della salute umana e dell'ambiente¹⁴⁸

Ad ottobre 2022 anche l'Assemblea annuale della GARD ha approvato una dichiarazione in supporto dell'applicazione delle nuove linee guida per la qualità dell'aria dell'OMS¹¹⁻¹² che, per le particelle PM_{2,5}, indicano 5 µg/m³, cioè 1/5 di quanto previsto dalla direttiva europea e, per l'NO₂, indicano 10 µg/m³, cioè 1/4 della direttiva europea. Un altro documento del 2021 dell'EEA, riguardante gli impatti sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Europa¹⁴, stima che, se venisse rispettato il nuovo limite dell'OMS per le PM_{2,5}, in Italia si avrebbe una riduzione del 65% di mortalità attribuibile, con un'attribuzione di morti di 17.700 invece di 49.900.

L'Europa sta lavorando alla revisione della normativa sulla qualità dell'aria: i nuovi valori limite annuali proposti sono 10 µg/m³ per il PM_{2,5} e 20 µg/m³ per l'NO₂, da rispettare in tutta l'UE entro il 2030. Sebbene questi valori limite proposti siano più severi di quelli attuali, sono ancora due volte più alti delle AQG 2021 dell'OMS.

L'inquinamento atmosferico è quindi il fattore di rischio ambientale più rilevante a livello planetario e in Italia sono pertanto necessarie azioni efficaci di prevenzione per garantire la protezione della salute dei cittadini.

Azioni^{143,149}

- 1- Rafforzare l'impegno affinché siano rispettati i limiti di legge europei per gli inquinanti principali (PM_{2,5}, NO₂, O₃) e lavorare in sinergia con gli altri Paesi per adeguare i limiti normativi a quelli già proposti dall'OMS e attualmente in fase di revisione orientata ad un'ulteriore riduzione sulla base delle nuove conoscenze sugli effetti sulla salute di esposizioni a basse concentrazioni;
- 2- Implementare, tra le azioni per contrastare il cambiamento climatico, quelle che riducono anche l'inquinamento atmosferico. Il riscaldamento globale si associa a frequenti ondate di calore, durante le quali si verificano anche concentrazioni elevate di inquinanti atmosferici: la sinergia tra questi due fattori di rischio determina effetti sanitari più gravi;
- 3- Favorire l'attuazione degli obiettivi strategici del Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2020-2025, in particolare per il rafforzamento delle capacità adattive e di risposta della popolazione e del sistema sanitario nei confronti dei rischi per la salute associati ai cambiamenti climatici, agli eventi estremi e alle catastrofi naturali, alla promozione di misure di mitigazione con co-benefici per la salute;

- 4- Implementare la ricerca sugli effetti del particolato ultrafine e sul nerofumo (*black carbon*) per sostenere il completamento della regolamentazione dell'inquinamento atmosferico;
- 5- Considerare gli effetti negativi sulla salute delle combustioni che producono inquinanti tossici, sia in fuochi controllati, come nei caminetti, nelle stufe a legna e in agricoltura, sia negli incendi forestali e disincentivare l'uso delle biomasse a scopi energetici, in favore di fonti rinnovabili meno dannose per la salute;
- 6- Privilegiare nel trattamento dei rifiuti la riduzione alla fonte degli imballaggi e dell'usa e getta, il riciclo ed il recupero, ridurre la combustione;
- 7- Ridurre il consumo di suolo e favorire l'incremento delle aree naturali e protette, nonché prevedere nella pianificazione urbanistica quote consistenti di verde pubblico e privato, individuando nuovi standard a livello nazionale.
- 8- Sostenere misure per la disincentivazione dell'utilizzo dei veicoli privati e facilitare una mobilità integrata, favorendo l'utilizzo dei mezzi pubblici e la mobilità attiva (camminare e andare in bicicletta), attraverso politiche intersettoriali che investano nella creazione di infrastrutture ciclabili e pedonali sicure e accessibili;
- 9- Promuovere cambiamenti comportamentali benefici per la salute umana e protettivi per l'ambiente, come la riduzione dell'uso dell'automobile, la promozione di trasporti sostenibili e l'aumento dell'attività fisica (a piedi ed in bicicletta); promuovere un'alimentazione sana ed equilibrata, rispettosa del benessere del pianeta e dei suoi abitanti, ricca di alimenti di origine vegetale, con piccole quantità di cibi di origine animale, come raccomandato anche dalla *EAT-Lancet Commission on Healthy Diets From Sustainable Food Systems* nel rapporto 2019 su "Diete Sane a partire da Sistemi Alimentari Sostenibili"¹⁵⁰
- 10- Promuovere campagne informative capillari, basate su criteri di efficacia, mirate a far comprendere i co-benefici per la salute umana e l'ambiente che possono derivare da cambiamenti comportamentali e dietetici.
- 11- Promuovere un'alleanza nella società che metta insieme scienziati, politici, operatori sanitari, leader religiosi/spirituali e fondazioni per favorire le trasformazioni necessarie a raggiungere gli obiettivi descritti nello spirito dell'enciclica *Laudato si'* di Papa Francesco.¹⁵¹

Obiettivo Strategico 2: Integrare le politiche per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell'aria con le altre politiche e conferirgli priorità

Al fine di contenere e, se possibile, invertire il processo di surriscaldamento globale e il conseguente cambiamento climatico, nella COP 26 di Glasgow dell'ottobre/novembre 2021 sono stati indicati di nuovi obiettivi minimi di decarbonizzazione: un taglio del 45% delle emissioni di anidride carbonica rispetto al 2010, da attuarsi entro il 2030, e il raggiungimento di zero emissioni nette "intorno alla metà del secolo". La soluzione di compromesso raggiunta (ancorché largamente insoddisfacente) è stata la seguente, "ridurre gradualmente l'uso del carbone e i finanziamenti per i combustibili fossili". Peraltro, per la prima volta, i combustibili fossili vengono menzionati in un documento di chiusura di una COP.

Le sorgenti principali degli inquinanti atmosferici utilizzano i combustibili fossili (trasporto, produzione di energia, riscaldamento domestico, industrie, ma anche l'agricoltura): esse sono sostanzialmente le stesse che originano CO₂ alla base degli effetti sul Clima.

Per attuare questo piano, l'UE ha programmato un traguardo climatico ambizioso per il 2030 con l'obiettivo di diminuire del 55% le sue emissioni di gas serra rispetto al 1990. Il risultato avrà un diretto impatto sulla qualità dell'aria, riducendo le emissioni di inquinanti atmosferici del 60% entro il 2030.

Sarebbe opportuno promuovere interventi integrati per ridurre le emissioni in atmosfera, nei cosiddetti settori NON-ETS (*Emission Trading Scheme*), che comprendono gli usi civili (riscaldamento-raffrescamento), i trasporti e l'agricoltura, la piccola-media industria ed i rifiuti.

Tra le principali azioni, oltre a quelle già indicate, si segnalano:

- Azioni sulla qualità dei combustibili attraverso una graduale sostituzione del parco veicolare, incentivando l'uso di veicoli con carburanti a basse emissioni e di auto elettriche;
- Promozione della mobilità condivisa/pubblica;
- Azioni sugli impianti di riscaldamento: ridurre ulteriormente le emissioni dagli impianti termici civili, limitando l'impiego di oli combustibili, carboni, biomasse;
- Azioni su attività agro-zootecniche e utilizzo delle biomasse: acquisire maggiori conoscenze sulle emissioni connesse all'utilizzo della legna e di biomasse e sulle emissioni dirette di polveri fini ed ammoniaca dalle attività agro-zootecniche; promuovere specifici interventi di prevenzione ambientale.

Obiettivo strategico 3: Ridurre le emissioni di gas serra e raggiungere i co-benefici di salute previsti dall'applicazione dell'Accordo di Parigi del 2015

L'Accordo di Parigi è un trattato internazionale stipulato tra gli Stati membri della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). In quanto questione globale, i cambiamenti climatici impongono ai Paesi di tutto il mondo di lavorare in collaborazione e pertanto nel 2015 i leader mondiali hanno concordato obiettivi ambiziosi nella lotta contro i cambiamenti climatici. L'accordo di Parigi è entrato in vigore il 4 novembre 2016, con l'adempimento della condizione della ratifica da parte di almeno 55 paesi che rappresentano almeno il 55% delle emissioni globali di gas a effetto serra. A novembre 2018, 195 paesi membri dell'UNFCCC avevano firmato l'accordo.

L'UE e tutti i suoi Stati membri hanno firmato e ratificato l'accordo di Parigi e sono determinati ad attuarlo. In linea con questo impegno, i Paesi dell'Unione hanno convenuto di avviare l'Europa sulla strada che la porterà a diventare la prima economia e società ad impatto climatico zero entro il 2050. Come previsto dall'accordo, l'UE ha presentato una strategia a lungo termine per la riduzione delle emissioni e piani aggiornati in materia di clima prima della fine del 2020, impegnandosi a ridurre le sue emissioni di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. L'UE è in prima linea nella lotta contro i cambiamenti climatici e le sue politiche e azioni coraggiose ne fanno un organismo di definizione di norme a livello mondiale e stimolano l'ambizione in materia di clima nel mondo.

L'accordo di Parigi presenta un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale. I suoi elementi principali sono:

- **obiettivo a lungo termine** – i governi hanno convenuto di mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C in più rispetto ai livelli preindustriali e di proseguire gli sforzi per limitarlo a 1,5°C;
- **contributi** – prima e durante la conferenza di Parigi, i Paesi hanno presentato piani d'azione nazionali globali in materia di clima (chiamati contributi determinati a livello nazionale - NDC) al fine di ridurre le rispettive emissioni;
- **ambizione** – i governi hanno convenuto di comunicare ogni cinque anni i rispettivi piani d'azione, ciascuno dei quali fissa obiettivi più ambiziosi;
- **trasparenza** – i Paesi hanno convenuto di comunicare, l'un l'altro e al pubblico, i risultati raggiunti nell'attuazione dei rispettivi obiettivi, al fine di garantire trasparenza e controllo;
- **solidarietà** – gli Stati membri dell'UE e gli altri Paesi sviluppati continueranno a fornire finanziamenti per il clima ai Paesi in via di sviluppo, per aiutarli sia a ridurre le emissioni sia a diventare più resilienti per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici;

(<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/paris-agreement/>)

Obiettivo strategico 4: Garantire il rispetto degli standard fissati dalle direttive dell'Unione Europea in un processo di miglioramento continuo della qualità dell'aria

I dati dell'annuario ambientale italiano prodotto da ISPRA¹⁵² confermano sia il trend storico alla lieve riduzione dei valori medi di inquinanti atmosferici nel nostro Paese sia il fatto che in molte zone, specialmente nelle aree urbane, si continuano a registrare sforamenti dei valori di concentrazione accettabili previsti dalla Direttiva dell'UE.

È da valutare positivamente l'avvio del processo legislativo europeo per la riduzione dei limiti accettabili. Il 18 e 19 novembre 2021 si è svolto a Madrid il terzo forum dell'UE sull'aria pulita.¹⁵³ Aprendo il Forum Frans Timmermans, vicepresidente esecutivo responsabile per le certificazioni del Green Deal europeo, ha dichiarato: *“L'inquinamento atmosferico è ancora la prima causa ambientale di morte prematura in Europa e nel mondo. Lascia i più vulnerabili, coloro che non possono allontanarsi quando l'inquinamento atmosferico aumenta, particolarmente a rischio. La buona notizia è che nella maggior parte dei casi l'azione per il clima aiuta anche a ridurre l'inquinamento atmosferico. Al contrario, agire per l'aria pulita contribuirà ad accelerare l'azione per il clima.”* Virginijus Sinkevičius, Commissario per l'Ambiente, gli oceani e la pesca, ha dichiarato: *“Negli ultimi decenni, la politica dell'UE per l'aria pulita ha ottenuto alcuni successi, ma dobbiamo fare di più per raggiungere la nostra ambizione di zero inquinamento e fornire ai cittadini dell'UE aria pulita. Il terzo forum dell'UE sull'aria pulita offre l'opportunità di discutere cosa e come con i responsabili politici a livello nazionale, locale e internazionale, nonché con i principali scienziati del settore.”* Il forum ha affrontato in modo più dettagliato sei argomenti: (1) inquinamento zero: qualità dell'aria e salute; (2) impegno con città e cittadini; (3) collegare aria pulita, clima e recupero; (4) inquinamento atmosferico, cambiamento climatico e biodiversità; (5) accesso alla giustizia e diritto all'aria pulita; e (6) qualità dell'aria: revisione delle norme dell'UE.

Il 24 Novembre 2022 a Praga si è tenuto il primo incontro per dare avvio ai lavori sulla normativa della Qualità dell'aria; si sta già lavorando all'aggiornamento della normativa IED (Direttiva sulle Emissioni Industriali) il cui obiettivo è la tutela della salute umana e dell'ambiente. È quindi riconosciuta a livello europeo e da tutte le organizzazioni internazionali la necessità di una visione olistica *one-health* in base alla quale la salute umana, la salute animale e la salute dell'ecosistema sono indissolubilmente legate.

L'Italia è impegnata in questa direzione tramite le politiche previste dal PNRR. Di seguito, si citano le parti del testo del PNRR dedicate all'inquinamento:

1. Pagina 11-12: Gli Stati membri devono illustrare come i loro Piani contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi climatici, ambientali ed energetici adottati dall'Unione. Devono anche specificare l'impatto delle riforme e degli investimenti sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la quota di energia ottenuta da fonti rinnovabili, l'efficienza energetica, l'integrazione del sistema energetico, le nuove tecnologie energetiche pulite e l'interconnessione elettrica. Il Piano deve contribuire al raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati a livello UE anche attraverso l'uso delle tecnologie digitali più avanzate, la protezione delle risorse idriche e marine, la transizione verso un'economia circolare, la riduzione e il riciclaggio dei rifiuti, la prevenzione dell'inquinamento e la protezione e il ripristino di ecosistemi sani. Questi ultimi comprendono le foreste, le zone umide, le torbiere e le aree costiere, la piantumazione di alberi e il rinverdimento delle aree urbane.

2. Pagina 19: La Commissione europea ha aperto tre procedure di infrazione per l'inquinamento atmosferico contro l'Italia per particolato e ossidi di azoto. Nel 2017, 31 aree in 11 regioni italiane hanno superato i valori limite giornalieri di particolato PM₁₀. L'inquinamento nelle aree urbane rimane elevato e il 3,3% della popolazione italiana vive in aree in cui i limiti europei di inquinamento sono superati. In un'analisi europea sulla maggiore mortalità causata dall'esposizione a polveri sottili e biossido di azoto, tra le prime 30 posizioni ci sono 19 città del Nord Italia, con Brescia e Bergamo ai vertici della classifica. L'inquinamento del suolo e delle acque è molto elevato, soprattutto nella Pianura Padana. La Pianura Padana è anche una delle zone più critiche per la presenza di ossidi di azoto e ammoniaca in atmosfera a causa delle intense emissioni di diverse attività antropiche, comprese quelle agricole.
3. Pagina 30: *Recharge and refuel*. La Commissione stima che per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni e dell'inquinamento fissati per il 2030 sia necessario dare un forte impulso alla mobilità sostenibile, costruendo tre milioni di punti di ricarica per auto elettriche e 1.000 stazioni di rifornimento a idrogeno. L'obiettivo assegnato a NGEU è di consentire di realizzare metà di tale incremento entro il 2025.
4. Pagina 111: I Parchi e giardini storici tengono indissolubilmente legati valori storico-culturali e valori ambientali e possono contribuire alla continuità delle connessioni ecologiche e a fornire una molteplicità di servizi ecosistemici al territorio che vanno oltre quelli tipicamente culturali-ricreativi e che interessano la conservazione della biodiversità, la produzione di ossigeno, la riduzione del livello di inquinamento ambientale e del rumore, la regolazione del microclima.
5. Pagina 118: Infine, merita un capitolo a parte la sicurezza del territorio, intesa come la mitigazione dei rischi idrogeologici (con interventi di prevenzione e di ripristino), la salvaguardia delle aree verdi e della biodiversità (es. con interventi di forestazione urbana, digitalizzazione dei parchi, rinaturazione del Po), l'eliminazione dell'inquinamento delle acque e del terreno, e la disponibilità di risorse idriche (es. infrastrutture idriche primarie, agrosistema irriguo, fognature e depurazione), aspetti fondamentali per assicurare la salute dei cittadini e, sotto il profilo economico, per attrarre investimenti.
6. Pagina 130: Quarto obiettivo all'interno della componente è quello di sviluppare un trasporto locale più sostenibile, non solo ai fini della decarbonizzazione ma anche come leva di miglioramento complessivo della qualità della vita (riduzione inquinamento dell'aria e acustico, riduzione delle congestioni e integrazione di nuovi servizi).
7. Pagina 146: Investimento 3. Salvaguardare la qualità dell'aria e la biodiversità del territorio attraverso la tutela delle aree verdi, del suolo e delle aree marine
 - Investimento 3.1: Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano (0,33)
 - Investimento 3.2: Digitalizzazione dei parchi nazionali (0,10)
 - Investimento 3.3: Rinaturazione dell'area del Po (0,36)
 - Investimento 3.4: Bonifica dei siti orfani (0,50)
 - Investimento 3.5: Ripristino e tutela dei fondali e degli habitat marini (0,40)
 - Riforma 3.1: Adozione di programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico
8. Pagina 147: La sicurezza di questo territorio, intesa come la mitigazione dei rischi idrogeologici, la salvaguardia delle aree verdi e della biodiversità, l'eliminazione dell'inquinamento delle acque e del terreno, e la disponibilità di risorse idriche sono aspetti

fondamentali per assicurare la salute dei cittadini e, sotto il profilo economico, per attrarre investimenti. Sulla base di queste premesse la Componente 4 pone in campo azioni per rendere il Paese più resiliente agli inevitabili cambiamenti climatici, proteggendo la natura e la biodiversità.

9. Pagina 149: Si prevedono una serie di azioni rivolte principalmente alle 14 città metropolitane ormai sempre più esposte a problemi legati all'inquinamento atmosferico, all'impatto dei cambiamenti climatici e alla perdita di biodiversità, con evidenti effetti negativi sul benessere e sulla salute dei cittadini. La misura include lo sviluppo di boschi urbani e periurbani, piantando almeno 6,6 milioni di alberi (per 6.600 ettari di foreste urbane).
10. Pagina 150: Il Po è una delle sei aree vaste prioritarie per la connessione ecologica e l'adattamento ai cambiamenti climatici dove avviare un'azione diffusa di ripristino ambientale in Italia e rappresenta un primo stralcio per la più vasta e importante azione di *restoration ecology* e adattamento nel nostro Paese. L'eccessiva "canalizzazione" dell'alveo, l'inquinamento delle acque, il consumo di suolo, le escavazioni nel letto del fiume fino agli anni '70, hanno compromesso parte delle sue caratteristiche e aumentato il rischio idrogeologico e la frammentazione degli habitat naturali. È quindi indispensabile avviare una diffusa azione di rinaturalizzazione lungo tutta l'area per riattivare i processi naturali e favorire il recupero della biodiversità.
11. Pagina 151:

Investimento 3.4: Bonifica dei siti orfani

L'inquinamento industriale ha lasciato in eredità molti siti orfani che rappresentano un rischio significativo per la salute, con severe implicazioni sulla qualità della vita delle popolazioni interessate. Queste aree, se riqualificate, possono rappresentare una risorsa per lo sviluppo economico, in quanto siti alternativi rispetto alle zone verdi, il cui utilizzo consentirebbe di preservare capitale naturale e ridurre gli impatti sulla biodiversità.

Riforma 3.1: Adozione di programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico

La riforma mira ad allineare la legislazione nazionale e regionale, e ad introdurre le relative misure di accompagnamento per la riduzione delle emissioni degli inquinanti atmosferici (in conformità con gli obiettivi fissati dalla Direttiva 2016/2284 sui limiti nazionali di emissione) e di gas clima alteranti.

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (Misura 2 - Componente 4 - Investimento 3.1) il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ha finanziato l'intervento di forestazione urbana, periurbana ed extraurbana nelle città metropolitane (NdR: Bari, Bologna, Cagliari, Catania, Firenze, Genova, Messina, Milano, Napoli, Palermo, Reggio Calabria, Roma, Torino e Venezia) "Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano". L'investimento prevede una serie di azioni rivolte alle 14 città metropolitane, per migliorare la qualità della vita e il benessere dei cittadini di tutti i comuni metropolitani attraverso interventi di rimboschimento che contrastino i problemi legati all'inquinamento atmosferico, all'impatto dei cambiamenti climatici e alla perdita di biodiversità.

Esso è finalizzato a:

- preservare e valorizzare la naturalità diffusa, la biodiversità e i processi ecologici legati a ecosistemi pienamente funzionali e resilienti;
- contribuire alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e alla rimozione del particolato nelle aree metropolitane, aiutando così a proteggere la salute umana;
- contribuire a ridurre le procedure di infrazione della qualità dell'aria;
- recuperare i paesaggi antropizzati valorizzando le periferie e le connessioni ecologiche con le aree interne rurali (corridoi ecologici, reti ecologiche territoriali) e il sistema delle aree protette;
- frenare il consumo di suolo e ripristinare i suoli utili.

L'obiettivo è la messa a dimora di almeno 6,6 milioni di alberi entro il 2024 (1000 alberi per ettaro), individuando specie coerenti con la vegetazione naturale potenziale secondo il principio di utilizzare "l'albero giusto nel posto giusto" in termini ecologici, biogeografici, ecoregionali e di risposta alle diverse esigenze ambientali per ciascuna area metropolitana.

Il Ministero della salute, inoltre, è impegnato sulle tematiche ambiente e salute in particolare attraverso il Piano Nazionale per gli Investimenti Complementari (PNC)³, approvato con DL 6 maggio 2021, n. 59 e convertito con modificazioni dalla Legge 101/2021, finalizzato a integrare con risorse nazionali gli interventi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

All'interno del PNC, è previsto uno specifico investimento relativo al sistema "Salute, Ambiente, Biodiversità e Clima", che risulta essere strettamente collegato all'azione di riforma oggetto della Missione 6 – Salute del PNRR denominata «Definizione di un nuovo assetto istituzionale sistemico per la prevenzione in ambito sanitario, ambientale e climatico, in linea con un approccio integrato (*One Health*). Tale investimento si pone i seguenti obiettivi:

- il rafforzamento complessivo delle strutture e dei servizi di SNPS-SNPA a livello nazionale, regionale e locale, migliorando le infrastrutture, le capacità umane e tecnologiche e la ricerca applicata;
- lo sviluppo e l'implementazione di specifici programmi operativi pilota per la definizione di modelli di intervento integrato salute-ambiente-clima in due siti contaminati selezionati di interesse nazionale;
- la formazione di livello universitario e il programma nazionale di formazione continua in salute-ambiente-clima;
- la promozione e il finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-clima;
- lo sviluppo di una piattaforma di rete digitale nazionale SNPS-SNPA.

³ Salute, ambiente, biodiversità e clima (PNC)

<https://www.pnrr.salute.gov.it/portale/pnrrsalute/dettaglioContenutiPNRRSalute.jsp?lingua=italiano&id=5855&area=PNRR-Salute&menu=investimenti>

Gli investimenti specifici sono i seguenti:

- Investimento 1.1: Rafforzamento complessivo delle strutture e dei servizi di SNPS-SNPA a livello nazionale, regionale e locale, migliorando le infrastrutture, le capacità umane e tecnologiche e la ricerca applicata;
- Investimento 1.2: Sviluppo e implementazione di specifici programmi operativi pilota per la definizione di modelli di intervento integrato salute-ambiente-clima in 2 siti contaminati selezionati di interesse nazionale;
- Investimento 1.3: Programma nazionale di formazione continua in salute-ambiente-clima anche di livello universitario;
- Investimento 1.4: Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-clima.
- Investimento 1.5: Piattaforma di rete digitale nazionale SNPA-SNPS.

Obiettivo strategico 5: Potenziare il trasporto attivo, ampliare le zone di aria pulita nelle aree urbane nell'ambito di programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio

La metà della popolazione urbana vive in aree in cui vengono continuamente superate le concentrazioni di inquinanti atmosferici raccomandate dalle linee guida OMS: ciò si verifica nel 60% delle grandi città europee. In Italia, gli antichi centri storici delle città italiane erano stati concepiti in modo che le distanze potessero essere percorse soprattutto a piedi o in bicicletta; inoltre non dovevano far fronte alle esigenze di un terziario, all'epoca non ancora sviluppato. I processi di inurbamento dei primi decenni del dopoguerra hanno comportato grandi cambiamenti ed una veloce espansione delle città. L'economia si è trasformata da agricola a industriale e, successivamente, in economia dei servizi. In virtù di questi cambiamenti, i centri storici sono stati sottoposti alle pressioni esercitate dal traffico automobilistico e dalle nuove attività terziarie, con le inevitabili conseguenze: aumento della congestione stradale, difficoltà di raggiungere a piedi le diverse parti della città, consumo del suolo, degrado ambientale ed inquinamento atmosferico. L'inadeguatezza dei mezzi pubblici e la mancanza di parcheggi ha aggravato ulteriormente la situazione dei centri urbani. Anche le periferie sono state interessate da questi cambiamenti e la necessità di collegamenti con i servizi del centro città ha causato un traffico aggiuntivo rispetto a quello dei soli residenti.

Le strategie volte a migliorare la qualità dell'aria e la vivibilità dei centri urbani non possono limitarsi all'applicazione di norme ad hoc, senza integrarsi con interventi volti ad alleggerire il centro e le periferie dalla pressione derivante dai maggiori flussi di traffico, migliorare i collegamenti con la rete dei mezzi pubblici, rigenerare quartieri residenziali purtroppo costruiti con criteri di bassa qualità architettonica e urbanistica e dare sostegno a politiche di mobilità sostenibile e di riqualificazione del tessuto economico-produttivo-occupazionale. Studi⁴ hanno indicato che le forme di mobilità attiva (a piedi e/o in bicicletta) possono costituire un'alternativa valida alla mobilità motorizzata ricorrendo alla mobilità a piedi per coprire percorsi di breve durata e alla bicicletta per distanze medio-lunghe. Uno *shift* modale verso la mobilità attiva richiede alcune condizioni quali la presenza di infrastrutture dedicate alla ciclabilità e pedonalità, curate e mantenute, ben ramificate nel tessuto urbano e collegate con i più importanti punti di snodo multimodale.

Tali interventi oltre a ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico nei centri urbani possono contribuire a migliorare il microclima delle nostre città, ad esempio riducendo gli effetti dell'isola di calore urbano in estate, con importanti benefici sulla salute e la qualità della vita dei cittadini.

In particolare, per le zone urbane, caratterizzate da elevata densità di popolazione residente e da elevati livelli di inquinamento si raccomandano le seguenti azioni:

- rafforzare le politiche istituzionali finalizzate a favorire la mobilità sostenibile attraverso un'adeguata pianificazione urbanistica, con attenzione particolare a gruppi specifici di popolazione, come gli anziani e i bambini;
- migliorare la *walkability* e migliorare l'accessibilità ai mezzi di trasporto pubblico e/o fornire mezzi di trasporto collettivi, favorire la mobilità intermodale;

⁴ ISPRA La stima dei benefici ambientali associati a interventi di mobilità sostenibile: metodologie e risultati <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/la-stima-dei-benefici-ambientali-associati-a-interventi-di-mobilita-sostenibile-metodologie-e-risultati>. Quaderni Ambiente e Società 26/2023 ISBN: 978-88-448-1148-8

- implementare zone di ridotto traffico veicolare al di fuori delle scuole;
- vietare l'ingresso dei veicoli altamente inquinanti in aree popolate;
- espandere le aree verdi a bassissime emissioni;
- promuovere la circolazione di trasporti pubblici puliti ed incentivare la circolazione di auto elettriche e comunque a basse emissioni.

Nella definizione dei Piani Urbani di Mobilità Sostenibile (PUMS) è possibile promuovere interventi a favore della pedonalità e della ciclabilità per un'utenza allargata, soprattutto nei percorsi casa-scuola e casa-lavoro, e prevedere un ampliamento ed una riprogettazione delle aree verdi urbane e periurbane, elaborando raccomandazioni con indicazioni su autoctonia, ridotta idro-esigenza, tossicità ed allergenicità delle specie vegetali, ed una corretta manutenzione del verde urbano, in particolare per aree come i giardini scolastici od i parchi pubblici con aree riservate al gioco.

Nella progettazione degli spazi verdi particolare attenzione dovrebbe essere riservata alla riduzione della quantità di polline nell'aria.

La Società Italiana di Allergologia, Asma ed Immunologia Clinica raccomanda le seguenti misure:

- preferire le piante entomofile che richiedono gli insetti per la pollinazione e producono minori quantità di polline rispetto a quelle anemofile;
- preferire alberi e piante che fioriscono in estate o in inverno per ridurre l'impatto allergenico;
- potare le piante prima della fioritura e dell'emissione dei pollini;
- tagliare i prati prima della fioritura e dell'emissione dei pollini;
- tagliare le erbe fortemente allergeniche prima della fioritura e dell'emissione dei pollini, seguendo il calendario pollinico;
- impedire la crescita di aree endemiche di ambrosia;
- curare le aree verdi preferibilmente di notte e nei giorni senza vento;
- pulire le aree in prossimità di alberi, cespugli ed erbe allergeniche;
- eliminare dagli spazi pubblici le piante urticanti e tossiche;
- prima di organizzare eventi pubblici, consultare le mappe delle aree climatiche per monitorare i livelli di polline.

Ulteriori politiche per ridurre l'inquinamento urbano, trasformare il cambiamento climatico da costo in opportunità e garantire uno sviluppo sostenibile potrebbero prevedere incentivi governativi alle imprese pubbliche o private che adottino misure di tutela ambientale; incentivi agli investimenti nei trasporti pubblici puliti; promozione dell'utilizzo di carburanti a basse emissioni e di auto elettriche; maggiori investimenti in tecnologie più ecosostenibili; incentivi per i cittadini per diffondere le modalità di trasporto attivo e sostenibile nei percorsi casa-scuola e casa-lavoro.

È importante inoltre migliorare la consapevolezza della popolazione sui benefici ambientali sulla salute delle scelte di mobilità attiva, anche attraverso campagne di comunicazione, corsi di educazione ambientale, *citizen science*, etc.

Obiettivo strategico 6: Migliorare il monitoraggio ed estendere la valutazione ambientale e sanitaria dell'inquinamento atmosferico, in particolare nei luoghi frequentati dalle fasce di popolazioni più vulnerabili

La Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute dei 53 Paesi della regione europea dell'OMS (Ostrava, 2017)¹⁵⁴ ha riconosciuto che quello dei siti inquinati è un tema prioritario per la sanità pubblica, ribadendo la necessità di prevenire gli effetti avversi sulla salute e l'ambiente e di tutelare i gruppi vulnerabili come i bambini.

Oggi sono presenti sul territorio italiano 42 Siti di Interesse Nazionale per la bonifica (SIN) e molto più numerosi sono quelli di interesse regionale.¹⁵⁵

Si tratta di aree occupate da grandi impianti industriali attivi o dismessi, da siti di smaltimento di rifiuti industriali e/o pericolosi, da attività portuali, con contaminazioni documentate pericolose per la salute umana.

Gli studi epidemiologici condotti in queste aree hanno mostrato molte criticità per la salute dei residenti. L'ultimo degli studi della filiera Sentieri¹⁵⁶ ha indicato un impatto non trascurabile delle fonti di inquinamento presenti in numerosi SIN anche sullo stato di salute dei bambini e dei giovani che vi risiedono. Studi di coorte residenziale (basati sull'accoppiamento tra storia residenziale e di esposizione a diffusione/ricaduta di inquinanti) effettuati in alcune aree SIN e altri siti contaminati rilevanti hanno quantificato eccessi di mortalità e morbosità più elevati in aree più impattate da inquinanti. Il caso più emblematico e conosciuto è quello dell'area di Taranto, dove l'associazione tra impatto ambientale e impatto sulla salute è documentato in alcune sub-aree e nel quartiere Tamburi.

Su base normativa i SIN sono definiti tali analizzando suolo, sottosuolo e acque superficiali e di falda, ma in molti SIN in gioco c'è anche l'inquinamento atmosferico e la contaminazione delle filiere alimentari direttamente collegate alle produzioni in sede locale.

Sarebbe necessario, pertanto, inserire nei modelli di valutazione del rischio tutte le possibili vie di esposizione a inquinanti riconosciuti pericolosi per la salute.

Nei SIN e nei siti contaminati più impattati, oltre alla caratterizzazione ambientale, è fondamentale la conoscenza dell'esposizione a partire dalle analisi di rischio (*exposure assessment*), requisito basilare per effettuare studi epidemiologici affidabili e valutazioni di impatto integrato ambiente-salute (VIAS) e per orientare gli interventi prioritari. Conoscere chi è esposto, a cosa e quanto, incluse le miscele, e le modalità di esposizione, ed inclusi i rischi cumulativi, è condizione essenziale per la *governance* del rischio, dal *risk assessment* alla comunicazione e gestione del rischio.

Tra le azioni che sarebbe auspicabile porre in essere si segnalano le seguenti:

Azioni

1. Migliorare le conoscenze sulla distribuzione territoriale dei rischi per la salute associati a esposizioni ambientali note quale condizione per eliminare o ridurre i fattori causali (prevenzione primaria) e distribuire equamente i benefici, secondo il principio della "giustizia ambientale".
2. Sviluppare i sistemi informativi ambientali e sanitari e la loro integrazione quale requisito di base per sorreggere programmi di sorveglianza in grado di offrire il profilo di salute delle popolazioni residenti in tempi brevi, utili per intervenire. Per la valutazione dell'esposizione sono necessari

dati ambientali sugli inquinanti target dell'area SIN da ricavare attraverso misure puntuali e modelli di emissione/ricaduta, spesso ottenibili solo dietro richieste specifiche, ad esempio in sede di AIA⁵ o VIA⁶. La disponibilità di dati correnti, affidabili in termini di qualità, completezza e tempestività, permetterebbe di snellire e abbreviare le procedure.

3. Introdurre le valutazioni di impatto economico delle bonifiche nel sistema di valutazione dei rischi evitabili e dei benefici ottenibili, includendo il risparmio economico degli esiti sanitari evitabili nel breve-medio e lungo periodo.
4. Programmare interventi mirati di prevenzione primaria, in primo luogo di bonifica, seguendo priorità stabilite sulla base delle evidenze scientifiche, partendo dalle azioni urgenti per ridurre l'esposizione a rischio di comunità e persone più vulnerabili e suscettibili. L'attenzione alla fragilità individuale e di comunità è rafforzata dalle evidenze dell'impatto del Covid-19 in aree più inquinate.
5. Prevedere forme dirette e indirette di supporto finanziario, metodologico e strumentale alle azioni di bonifica, tenendo debitamente conto delle responsabilità pubbliche e private, oltre che della necessaria adesione al principio "chi inquina paga" (stabilito dalla Direttiva 2004/35/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 aprile 2004, sulla responsabilità ambientale in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale): secondo tale principio, un'azienda che provoca un danno ambientale ne è responsabile e deve farsi carico di intraprendere le necessarie azioni di prevenzione o di riparazione e di sostenere tutti i costi relativi).
6. Supportare le reti di esperti già costituite presso gli Enti preposti a livello centrale (ISS, ISPRA) e periferico (Dipartimenti ASL/ARPA), valorizzando le reti nazionali SNPA e SNPS in collaborazione con centri di ricerca (come previsto anche dal PNRR), al fine di garantire le risorse necessarie per programmi di sorveglianza, progetti di ricerca, redazione di documenti di indirizzo e linee guida, programmi dedicati di educazione e formazione;
7. Rafforzare il servizio sanitario per la prevenzione e l'assistenza nelle aree ad alto rischio ambientale per la salute

⁵ Autorizzazioni Integrate Ambientali

⁶ Valutazioni di Impatto Ambientale

Obiettivo strategico 7: Promuovere politiche energetiche “low carbon”

Con la normativa europea sul clima, il conseguimento dell'obiettivo climatico dell'UE di ridurre le emissioni in Europa di almeno il 55% entro il 2030 diventa un obbligo giuridico. I paesi dell'UE stanno lavorando a una nuova legislazione per conseguire tale obiettivo e rendere l'UE climaticamente neutra entro il 2050. Il pacchetto “*Pronti per il 55%*” è un insieme di proposte volte a rivedere e aggiornare le normative dell'UE al fine di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990, e di conseguire la neutralità climatica entro il 2050. Il pacchetto di proposte mira a fornire un quadro coerente ed equilibrato per il raggiungimento degli obiettivi climatici dell'UE, in grado di:

- garantire una transizione giusta e socialmente equa
- mantenere e rafforzare l'innovazione e la competitività dell'industria dell'UE assicurando nel contempo parità di condizioni rispetto agli operatori economici dei paesi terzi
- sostenere la posizione leader dell'UE nella lotta globale contro i cambiamenti climatici

Il 25 aprile 2023, il Consiglio dell'UE ha adottato cinque atti legislativi del pacchetto “*Pronti per il 55%*” che consentiranno all'UE di ridurre le emissioni di gas a effetto serra nei principali settori dell'economia, garantendo nel contempo che i cittadini e le microimprese più vulnerabili, nonché i settori esposti al rischio di rilocalizzazione delle emissioni di carbonio, ricevano un sostegno efficace nella transizione climatica. Il voto in sede di Consiglio ha rappresentato l'ultima tappa di un lungo processo decisionale.

Gli atti legislativi approvati riguardano:

- revisione della direttiva ETS sul sistema di scambio delle emissioni
- modifica del regolamento MRV concernente il monitoraggio, la comunicazione e la verifica delle emissioni di anidride carbonica generate dal trasporto marittimo
- revisione della direttiva ETS relativa al trasporto aereo
- regolamento che istituisce un Fondo sociale per il clima
- regolamento che istituisce un meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere.

I principali aspetti in essi affrontati sono:

1. Sistema di scambio di quote di emissione dell'UE
Il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE (EU ETS) è un mercato del carbonio basato su un sistema di limitazione e scambio di quote di emissione per le industrie ad alta intensità energetica, per il settore della produzione di energia e per quello del trasporto aereo. Le nuove norme prevedono di portare al 62% l'ambizione generale di riduzione delle emissioni entro il 2030 nei settori coperti dall'EU ETS, rispetto ai livelli del 2005.
2. Emissioni prodotte dal trasporto marittimo
Per la prima volta le emissioni prodotte dal trasporto marittimo saranno incluse nell'ambito di applicazione dell'EU ETS. L'obbligo per le società di navigazione di restituire quote di emissione sarà introdotto gradualmente e sarà pari al 40% per le emissioni verificate dal 2024, al 70% dal 2025 e al 100% dal 2026.
3. Edifici, trasporto stradale e altri settori
È stato istituito un nuovo sistema di scambio di quote di emissione distinto per i settori degli edifici e del trasporto stradale e per altri settori (principalmente la piccola industria), al fine

di garantire riduzioni delle emissioni efficienti in termini di costi in questi settori che finora sono stati difficili da decarbonizzare.

4. Emissioni prodotte dal trasporto aereo

Le quote di emissione a titolo gratuito per il settore del trasporto aereo saranno eliminate gradualmente e, a partire dal 2026, sarà attuata la messa all'asta integrale. Fino al 31 dicembre 2030 saranno riservate 20 milioni di quote per incentivare la transizione degli operatori aerei dall'uso dei combustibili fossili.

5. Meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere

Il meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere (CBAM) riguarda le importazioni di prodotti nelle industrie ad alta intensità di carbonio. Il suo obiettivo è quello di evitare, nel pieno rispetto delle norme commerciali internazionali, che gli sforzi di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dell'UE siano compensati da un aumento delle emissioni al di fuori dei suoi confini, attraverso la delocalizzazione della produzione in Paesi in cui le politiche adottate per combattere i cambiamenti climatici sono meno ambiziose di quelle dell'UE, o da un aumento delle importazioni di prodotti ad alta intensità di carbonio.

Sarà inoltre a disposizione degli Stati membri il Fondo sociale per il clima per finanziare misure e investimenti a sostegno delle famiglie, delle microimprese e degli utenti dei trasporti che sono vulnerabili, per far fronte alle ripercussioni sui prezzi dovute al sistema di scambio di quote di emissione per i settori degli edifici e del trasporto stradale e per altri settori.

Obiettivo strategico 8: Promuovere specifiche misure e linee guida per migliorare la qualità dell'aria indoor (IAQ)

L'OMS ha sempre sottolineato l'importanza della qualità dell'aria interna (IAQ) ed il potenziale pericolo di inquinanti emessi da fonti interne; così, l'*indoor pollution* è diventato uno dei principali determinanti per la salute. Negli ultimi anni, documenti di riferimento e linee guida sono stati prodotti su molti inquinanti al fine di: i) diminuire il loro impatto sulla salute umana (anche come numero di inquinanti presenti negli ambienti interni), e ii) regolare i relativi livelli di sostanze chimiche che possono essere emesse dai vari materiali. L'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ha prodotto nel 2020 un esaustivo aggiornamento sulle tematiche della qualità dell'aria negli ambienti confinati ("indoor") allo scopo di discutere e confrontare le diverse legislazioni presenti nell'UE. Un focus è dedicato alla legislazione italiana, che nonostante si siano moltiplicate le iniziative nel settore pre-normativo, non prevede ancora una politica globale e integrata rispetto alla IAQ.

In attesa di una legge quadro nazionale per la qualità dell'aria interna che tenga conto delle indicazioni dell'OMS, negli ultimi cinque anni sono stati pubblicati, o sono in via di pubblicazione, diversi articoli scientifici, includendo il contributo di rappresentanti di Paesi aderenti alla GARD²³, dedicati all'*indoor pollution*. Anche il Gruppo Nazionale di Studio (GdS) sull'Inquinamento dell'Aria Interna ISS si impegna a fornire documenti tecnico-scientifici condivisi al fine di consentire azioni armonizzate a livello nazionale.

Nella tabella di seguito riportata sono sintetizzati i principali suggerimenti, derivanti dalle evidenze di letteratura e rivolti sia agli individui sia ai decisori ai diversi livelli istituzionali, per quanto riguarda il controllo del fattore di rischio indoor nei pazienti con malattie respiratorie croniche.

Tabella 7 *Interventi per la prevenzione delle malattie respiratorie croniche (MRC), con particolare riguardo al fattore di rischio indoor*

LIVELLO INDIVIDUALE	Aumentare la consapevolezza sull'utilità dell'uso continuo di inalatori per massimizzarne i benefici.
	Evitare l'uso della biomassa per cucinare o riscaldare e l'esposizione al fumo di seconda mano (ETS).
LIVELLO COMUNITARIO	Cambiare le percezioni sulle MRC e de-stigmatizzarle attraverso interventi educativi.
	Aumentare la consapevolezza sull'importanza della famiglia nel fornire supporto fisico, economico e psicologico ai pazienti con MRC.
LIVELLO DEL SISTEMA SANITARIO	Aumentare la comunicazione con i pazienti sul decorso della malattia e sui fattori di rischio.
	Migliorare le interazioni con la comunità attraverso operatori sanitari in prima linea.
	Coinvolgere la comunità con mezzi e metodi culturalmente accettabili e disponibili a livello locale.
	Migliorare la disponibilità e l'accessibilità della spirometria nelle cure primarie.
	Laddove la spirometria non è disponibile, prendere in considerazione alternative come questionari e strumenti validati (es. PEF), in particolare nei Paesi a basso-medio reddito.
	Attuare linee guida operative di assistenza primaria e programmi di formazione per operatori sanitari clinici e operatori sanitari di comunità.
Migliorare la disponibilità e dell'accessibilità dei farmaci.	
	Investire in strategie per ridurre gli ostacoli a comportamenti sani dei pazienti con CRD.
	Attuare programmi potenziati per combustibili più puliti e apparecchi migliori.

LIVELLO POLITICO	Sviluppare una politica sanitaria specifica per le MRC con protocolli basati sull'evidenza, supportati dalla regolare disponibilità e accessibilità di attrezzature mediche e farmaci.
	Definire norme specifiche per la gestione della qualità dell'aria interna.
LIVELLO DELLE SOCIETA' SCIENTIFICHE	Aumentare la consapevolezza sul carico socio-sanitario dei pazienti con CRD e sui relativi fattori di rischio.
	Lavorare insieme per perseguire la visione GARD di "un mondo in cui tutte le persone respirano liberamente".

Obiettivo strategico 9: Sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la promozione della salute e la prevenzione per creare ambienti di vita e di lavoro sani e sicuri

La salute, considerata nel contesto di una prospettiva sistemica, è indissolubilmente legata alla vita vissuta in un immenso ecosistema governato dalle leggi della complessità. Essa si manifesta come esito dell'interazione di una miriade di fattori che riguardano la vita in tutti i suoi innumerevoli aspetti. Per comprendere meglio l'influenza delle esposizioni ambientali è utile il paradigma scientifico *exposome*, introdotto nel 2005 da Wild.¹⁵⁷ L'esposoma è composto da qualsiasi esposizione alla quale un individuo è soggetto dalla nascita alla morte". Wild identifica 3 macrocategorie di esposizioni non genetiche (*non-genetic exposures*): interne, esterne specifiche, esterne generiche. L'esposoma¹⁵⁸ rappresenta uno spostamento verso una valutazione completa dell'esposizione: (a) valutare esposizioni multiple e co-occorrenti che possono essere riscontrate a basse concentrazioni, simili alle condizioni di esposizione reali; (b) comprendere come le interazioni delle esposizioni con i processi endogeni influenzino i loro effetti biologici; e (c) identificare le finestre critiche di esposizione nel corso della vita.

La possibilità di accedere a servizi sanitari di buona qualità da parte di chiunque ne abbia bisogno è uno dei più importanti indicatori di progresso sociale e civile. Tuttavia, la medicina influisce sullo stato di salute solo per il 15-25%, mentre il contributo dei fattori sociali, culturali e ambientali sul mantenimento dello stato di salute rispetto ad un approccio meramente assistenziale è stimato intorno al 45-60%. Per preservare la salute è necessario prendere in considerazione anche tutto ciò che contraddistingue la vita, dato che gran parte del benessere o del malessere dipende da come sono gestite le attività umane e da come esse influenzano i comportamenti individuali, in particolare per quanto attiene:

- la tutela dell'ambiente e della biodiversità
- l'edilizia sostenibile e la pianificazione urbana
- i modelli di produzione agricola e le scelte alimentari sane e ambientalmente sostenibili
- il contrasto alle disuguaglianze sociali, l'attenzione all'ingiustizia ambientale⁷
- politiche che favoriscano l'istruzione, e l'occupazione
- i modelli attraverso i quali sono impostate e gestite le organizzazioni
- l'economia circolare e uno sviluppo sostenibile del sistema sanitario
- l'attenzione a stili di vita sani e sostenibili

Anche il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2020-2025, adottato con Intesa Stato Regioni del 6 agosto 2020 (https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_notizie_5029_0_file.pdf) rafforza una visione considerante la salute come risultato di uno sviluppo armonico e sostenibile dell'essere umano, della natura e dell'ambiente (*One Health*): riconoscendo che la salute delle persone, degli animali e degli ecosistemi sono interconnesse, promuove l'applicazione di un approccio multidisciplinare, intersettoriale e coordinato per affrontare i rischi potenziali o già esistenti, che hanno origine dall'interfaccia tra ambiente-animali-ecosistemi. L'esperienza della pandemia ha confermato la necessità di porre l'attenzione ai determinanti sociali e ambientali e di poter fare affidamento su servizi territoriali in grado di rispondere con tempestività ai bisogni della popolazione, sia in caso di

⁷ La giustizia ambientale si occupa di documentare e comprendere gli oneri ambientali sproporzionati e diseguali che alcune comunità devono affrontare"

un'emergenza infettiva sia per garantire interventi di prevenzione (screening oncologici, vaccinazioni, individuazione dei soggetti a rischio, tutela dell'ambiente, ecc.) e affrontare le sfide della promozione della salute e della diagnosi precoce e presa in carico integrata della cronicità. Grazie alla Costituzione e alla legge 833 del 1978, l'Italia ha potuto affrontare l'emergenza Coronavirus senza aggiungere alle tante sofferenze la preoccupazione del costo di trattamenti che avrebbero potuto essere insostenibili per la gran parte delle famiglie italiane.

Tuttavia, la pandemia ha evidenziato la necessità di più efficienti organizzazioni della medicina del territorio, secondo il paradigma della sanità di iniziativa. È indispensabile programmare e progettare sempre più in modo integrato e in termini di rete coordinata e integrata tra le diverse strutture e attività presenti nel Territorio e gli Ospedali, i quali, se isolati tra di loro e separati dal territorio che li circonda, non possono rappresentare l'unica risposta ai nuovi bisogni imposti dall'evoluzione demografica ed epidemiologica. Il bisogno di salute deve essere riconosciuto prima dell'insorgere della malattia o del suo aggravamento, adottando il modello concettuale del *Chronic Care Model* che, a sua volta, si fonda sulla capacità di differenziare, riconoscendoli, i bisogni della popolazione in relazione alla condizione clinica e di salute (stratificazione per gravità) delle persone, mettendo in atto differenti strategie assistenziali a seconda della gravità.

Con la pandemia da COVID-19 è emersa con grande forza la necessità di un considerevole investimento nei Servizi sanitari pubblici e di un approccio che valorizzi tutte le competenze in campo, puntando con chiarezza ad una stretta collaborazione tra assistenza ospedaliera, cure primarie e presidi di prevenzione.

In quest'ottica è cruciale il ruolo dei Medici di medicina generale (MMG) nella creazione e rafforzamento di una reale coesione sociale, e cioè il rapporto diretto e profondo che essi hanno con i loro pazienti. È quindi essenziale che i MMG siano in possesso di abilità per la comunicazione e il supporto informativo sia per potenziare le capacità di risposta dei pazienti (anche quelle psicologiche) alle emergenze sociali, ambientali e sanitarie, sia per migliorare l'alfabetizzazione sanitaria e ambientale della comunità.

Occorre quindi cambiare paradigma, ponendo al centro la persona, non la malattia, e su questo declinare la cultura, la forma organizzativa, le scelte e gli investimenti in modo coerente.

Alcune delle scelte effettuate sin dall'inizio dell'emergenza Coronavirus e nel PNRR ora in attuazione vanno in questa direzione.

Tra le sei grandi aree di intervento (pilastri) sui quali i PNRR di tutte le nazioni europee si dovranno focalizzare, enunciate dal Regolamento *Recovery and Resilience Facility* (RRF), di particolare importanza è il pilastro relativo alla coesione sociale e territoriale. I Piani presentati devono puntare a rafforzare la coesione e a ridurre le disparità locali, regionali e fra centri urbani e aree rurali. Devono anche affrontare sfide generali come quelle legate alle disuguaglianze di genere e di reddito e alle tendenze demografiche. Per quanto riguarda salute e resilienza economica, sociale e istituzionale, occorre rafforzare la capacità di risposta a shock economici, sociali e ambientali e a cambiamenti strutturali, in modo equo, sostenibile ed inclusivo.

Obiettivo strategico 10: Promuovere la sostenibilità ambientale e l'adattamento del sistema sanitario in relazione ai cambiamenti climatici ed all'inquinamento atmosferico

Dal "Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici ver. dicembre 2022 1/103: INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL PIANO NAZIONALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

I cambiamenti climatici rappresentano e rappresenteranno in futuro una delle sfide più rilevanti da affrontare a livello globale ed anche nel territorio italiano. L'Italia si trova nel cosiddetto "hot spot mediterraneo", un'area identificata come particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici (IPCC, ARC.6; IPCC ARC.5; EEA 2012). Il territorio nazionale è inoltre notoriamente soggetto ai rischi naturali (fenomeni di dissesto, alluvioni, erosione delle coste, carenza idrica) e già oggi è evidente come l'aumento delle temperature e l'intensificarsi di eventi estremi connessi ai cambiamenti climatici (siccità, ondate di caldo, venti, piogge intense, ecc.) amplifichino tali rischi i cui impatti economici, sociali e ambientali sono destinati ad aumentare nei prossimi decenni. È quindi evidente l'importanza dell'attuazione di azioni di adattamento nel territorio per far fronte ai rischi provocati dai cambiamenti climatici. Essendo il tema fortemente trasversale, la pianificazione di azioni adeguate necessita di: - una base di conoscenza dei fenomeni che sia messa a sistema; - un contesto organizzativo ottimale; - una *governance* multilivello e multisettoriale. I primi passi a livello nazionale sono stati compiuti nel 2015, quando è stata adottata la Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SNAC), che ha analizzato lo stato delle conoscenze scientifiche sugli impatti e sulla vulnerabilità ai cambiamenti climatici per i principali settori ambientali e socio-economici e ha presentato un insieme di proposte e criteri d'azione per affrontare le conseguenze di tali cambiamenti e ridurre gli impatti. L'obiettivo generale dell'adattamento è stato declinato nella SNAC in obiettivi specifici da perseguire, indicando come elementi di importanza primaria per attuare un'efficace strategia di adattamento:

- l'attivazione di infrastrutture per lo scambio di dati e analisi sull'adattamento, nonché la realizzazione di attività volte a promuovere la partecipazione e aumentare la consapevolezza dei portatori di interesse sulle azioni;
- la valutazione costi/benefici delle misure di adattamento;
- lo sviluppo e l'attuazione di strategie e piani di adattamento ai diversi livelli;
- l'integrazione di criteri di adattamento in piani e programmi settoriali (cd. *mainstreaming* climatico) al fine di contenere le vulnerabilità dei sistemi naturali, sociali ed economici agli impatti dei cambiamenti climatici;
- il regolare monitoraggio e una valutazione dei progressi compiuti a livello nazionale, settoriale e territoriale.

Importanti indirizzi volti a perseguire un ulteriore sviluppo e una maggiore efficacia di strategie e piani nazionali si rinvengono negli atti di fonte internazionale e dell'UE che trattano il tema dell'adattamento.

In occasione della COP-21 del 2015 è stato presentato l'Accordo di Parigi, entrato in vigore l'anno successivo che, all'art. 7, fissa l'obiettivo globale dell'adattamento e prevede, per il suo conseguimento, che ciascuna Parte si impegni in processi di pianificazione dell'adattamento e nell'attuazione di misure che consistono in particolare nella messa a punto o rafforzamento dei pertinenti piani, politiche e/o contributi, che possono comprendere: (a) la realizzazione di misure, programmi e/o sforzi di adattamento; (b) il processo di formulazione e attuazione dei piani di

adattamento nazionali (art. 7, par. 9, Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici ver. dicembre 2022 2/103). Nel 2021 la Commissione europea ha presentato la nuova Strategia di adattamento di adattamento (COM (2021) 82 finale del 25 febbraio 2021, Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici) che sostituisce la precedente Strategia del 2013. La nuova Strategia, preannunciata nel *Green Deal* europeo, mira a realizzare la trasformazione dell'Europa in un'Unione resiliente ai cambiamenti climatici entro il 2050 e si basa su quattro priorità: un adattamento più intelligente, più sistemico e integrato, più rapido, oltre che una intensificazione dell'azione internazionale. Per rendere l'adattamento più sistemico e integrato, la Commissione, ribadendo l'importanza di strategie e piani nazionali di adattamento, sollecita gli Stati a renderli efficaci e a svilupparli ulteriormente, e da parte sua si impegna a sostenerne lo sviluppo e l'attuazione a tutti i livelli di *governance* articolando l'approccio intorno a tre priorità trasversali: integrazione dell'adattamento nella politica macrofinanziaria, soluzioni per l'adattamento basate sulla natura e azioni locali di adattamento (par. 2.2. della Strategia). Gli obiettivi delineati nella Strategia europea sono rafforzati dalla cd. Legge europea sul clima (Reg. (UE) 2021/1119 del 30 giugno 2021) che, integrando nell'ordinamento dell'UE l'Accordo di Parigi e l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, prevede che gli Stati membri adottino e attuino strategie e piani nazionali di adattamento, tenendo conto della Strategia dell'UE di adattamento (art. 5, par. 9 del Reg. (UE) 2021/1119). Il Ministero della Transizione Ecologica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE) ha recepito gli indirizzi contenuti nei citati atti di fonte internazionale e dell'UE e, coerentemente con essi, oltreché con quanto previsto dalla SNAC, ha intrapreso rilevanti iniziative sul tema dell'adattamento, consistenti, in particolare, sia nel lancio della Piattaforma nazionale sull'adattamento, sia nel proseguire gli sforzi intrapresi sin dal 2017 per giungere all'adozione di un Piano nazionale sull'adattamento. In primo luogo, nel mese di ottobre 2022 il Ministero della Transizione Ecologica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE), in collaborazione con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), ha pubblicato la Piattaforma nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici, un portale finalizzato ad informare e sensibilizzare i cittadini e i portatori di interessi sulla tematica dell'adattamento ed a rendere disponibili dati e strumenti utili a supportare la Pubblica Amministrazione nei processi decisionali. La Piattaforma sarà periodicamente aggiornata e arricchita con dati e informazioni provenienti da diverse fonti e sarà aggiornata periodicamente. In linea con le indicazioni della Strategia europea di adattamento, che mirano a realizzare un adattamento più intelligente, la Piattaforma nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici si prefigge lo scopo di mettere insieme dati, informazioni e strumenti operativi e di renderli facilmente disponibili per incrementare la conoscenza e la capacità di pianificazione e attuazione di azioni di adattamento sul territorio nazionale. In secondo luogo, nel recepire gli indirizzi contenuti nei citati atti di fonte internazionale e dell'UE intervenuti successivamente all'adozione della SNAC, nel 2022 è stato istituito un apposito Gruppo di lavoro con l'obiettivo di accelerare le attività finalizzate all'approvazione del Piano di adattamento, con l'obiettivo di pervenire ad uno strumento con cui l'Italia fornirà il proprio contributo alla realizzazione dell'obiettivo globale di adattamento ai cambiamenti climatici definito dall'Accordo di Parigi del 2015, consistente nel: migliorare la capacità di adattamento, rafforzare la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici nell'ambito dello sviluppo sostenibile e dell'obiettivo di contenimento dell'innalzamento della temperatura media globale”.

ALLEGATO 1

Qualità dell'aria atmosferica – Inquadramento normativo

Il Decreto Legislativo n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione ed i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

Il provvedimento individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Le Regioni possono delegare le funzioni di valutazione della qualità dell'aria alle rispettive agenzie regionali per la protezione dell'ambiente. Sono stabilite anche le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Questo percorso ha determinato lo sviluppo di reti di monitoraggio sul territorio di ciascun stato membro dove sono monitorati, con criteri e metodi comuni, i principali inquinanti aerodispersi, per i quali sono noti effetti negativi sulla salute umana a breve e lungo termine ed effetti negativi per gli ecosistemi. Sono stati fissati valori limite e obiettivi di riduzione e l'obbligo di definire piani di miglioramento da attuare nelle zone dove tali limiti non sono rispettati.

Per le zone inquinate, le regioni devono predisporre, tenendo conto dell'inventario delle emissioni presenti sul territorio, un piano di azione e programmi di miglioramento della qualità dell'aria. Per le aree "pulite", affinché restino tali anche in futuro, le regioni devono predisporre, sempre facendo riferimento all'inventario delle emissioni, un piano per il mantenimento della qualità dell'aria ai livelli ottimali.

Il DECRETO LEGISLATIVO 24 dicembre 2012, n. 250. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il decreto 155/2012 regola i livelli in aria ambiente dei seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), benzene (C₆H₆), ozono (O₃), oltre ai livelli nel particolato PM₁₀ di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), piombo (Pb) e benzo(a)pirene (BaP).

Gli inquinanti atmosferici sono regolati attraverso diversi tipi di soglie che si differenziano per tipo di bersaglio da proteggere (salute umana, vegetazione, ecosistemi) e per orizzonte temporale di conseguimento (breve o lungo termine): valore limite; valore obiettivo; obiettivo a lungo termine; soglia di informazione e di allarme; livello critico.

Secondo il provvedimento le Regioni sono le autorità competenti che hanno il compito di valutare la qualità dell'aria e redigere i Piani di Risanamento della qualità dell'aria, che devono individuare le misure per il raggiungimento degli standard normativi.

Alla base della valutazione della qualità dell'aria vi è la zonizzazione: il territorio viene suddiviso in zone e agglomerati in relazione ai superamenti delle soglie di valutazione stabilite dal decreto (il

periodo di riferimento di almeno tre anni di monitoraggio sui cinque precedenti). Alle diverse zone individuate corrispondono differenti modalità di misurazione dei livelli degli inquinanti atmosferici.

La Commissione europea ha lanciato, alla fine del 2013, il programma “Aria pulita per l'Europa⁸”.

L'aspetto principale era quello di fissare nuovi obiettivi in materia di qualità dell'aria fino al 2030. Il principale strumento legislativo per conseguire tali obiettivi è la direttiva riveduta (UE) 2016/2284 sui limiti nazionali di emissione (modificando la direttiva 2003/35/CE e abrogando la direttiva 2001/81/CE), che fissa limiti nazionali di emissione più rigorosi per i cinque inquinanti principali – anidride solforosa, ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, ammoniaca e particolato fine – al fine di ridurre gli effetti nocivi sull'ambiente e dimezzare il loro impatto sulla salute rispetto ai livelli del 2005.

Tale Direttiva impone agli Stati membri di elaborare programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico. La Direttiva recepisce inoltre gli impegni assunti dall'UE e dai suoi Stati membri nel 2012 volti a ridurre le emissioni entro il 2020, in virtù della versione rivista del protocollo di Göteborg alla Convenzione della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza per la riduzione dell'acidificazione, dell'eutrofizzazione e dell'ozono troposferico.

Nell'ambito del programma è stata altresì adottata una nuova Direttiva intesa a ridurre l'inquinamento atmosferico provocato da impianti di combustione medi, come ad esempio quelli relativi alla produzione di energia elettrica o per il riscaldamento domestico.

Il 26 ottobre 2022 è stata pubblicata la proposta elaborata dalla Commissione europea per una nuova Direttiva sulla qualità dell'aria, che andrà a sostituire le Direttive attualmente vigenti (direttive 2008/50/CE e 2004/107/CE). La nuova direttiva concorrerà alla messa in campo di azioni finalizzate alla riduzione significativa dei livelli di inquinanti atmosferici per il conseguimento dell'obiettivo “zero pollution”, che l'UE ha fissato per il 2050.

Le nuove Linee Guida sulla qualità dell'aria dell'OMS 2021

Le LG partono dalla revisione sistematica della letteratura prodotta in questi ultimi 15 anni, ed elaborano i nuovi valori guida tramite la meta-analisi della stima degli effetti quantitativi osservati nei singoli studi.

Esse sono uno stimolo per individuare soluzioni per ridurre il carico di malattia conseguente all'esposizione all'inquinamento dell'aria. Le nuove AQG rivisitano valori guida precedentemente raccomandati. Le riduzioni dei valori guida sono rilevanti per tutti gli inquinanti, in particolare per il valore annuale del PM_{2,5} e dell'NO₂.

La discrepanza tra i valori di legge vigenti e i livelli AQG dell'OMS dovrebbe stimolare l'identificazione e l'adozione di azioni ambiziose, strutturali, sinergiche, multidisciplinari nei diversi settori, industriale, civile, e a tutti i livelli locale, regionale, nazionale ed europeo, per riuscire a raggiungere gli obiettivi più brevemente possibile.

⁸ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/75/inquinamento-atmosferico-e-acustico#:~:text=La%20direttiva%202008%2F50%2FCE,umana%20o%20per%20l'ambiente>

La proposta contiene nuovi standard di qualità dell'aria, allineati alle Raccomandazioni fornite dall'OMS per i principali inquinanti nelle Linee guida pubblicate a settembre 2021, aggiornando e migliorando le disposizioni relative alla valutazione della qualità dell'aria, all'informazione del pubblico e alle sanzioni in caso di inottemperanza degli obblighi.

Tabella 8 Valori di riferimento OMS

Inquinante	Tempo	Interim target				Livelli AQG
		1	2	3	4	
PM_{2,5} µg/m³	Annuale	35	25	15	10	5
	24 h	75	50	37.5	25	15
PM₁₀ µg/m³	Annuale	70	50	30	20	15
	24 h	150	100	75	50	45
O₃ µg/m³	Picco stagionale	100	70			60
	8 h	160	120			100
NO₂ µg/m³	Annuale	40	30	20		10
	24 h	120	50			25
SO₂ µg/m³	24 h	125	50			40
CO mg/m³	24 h	7				4

ALLEGATO 2

Quadro politico, istituzionale di riferimento

Contesto europeo e internazionale - Politiche sanitarie

Il Piano di Azione 2013-2020 contro le malattie non trasmissibili dell'OMS ha sottolineato che le conoscenze scientifiche dimostrano che è possibile ridurre in misura considerevole il carico globale di MNT, attraverso interventi di prevenzione primaria, e ha invitato i governi ad agire per l'abbattimento dei principali fattori di rischio evitabili, tra cui rientrano i fattori ambientali, come l'inquinamento urbano, comprese le emissioni climalteranti, utilizzando fonti energetiche più pulite e sistemi di trasporto urbano più sostenibili, progettando e creando città che favoriscano corretti stili di vita e comunità resilienti ai cambiamenti climatici. Senza adeguati interventi di prevenzione e controllo delle malattie non trasmissibili, il numero totale annuo di decessi dovuti a tali malattie aumenterà a livello globale fino a raggiungere i 55 milioni entro il 2030.

Il Piano d'azione Globale per la prevenzione e il controllo delle malattie non trasmissibili 2013-2020 ha lo scopo di:

Ridurre il carico di morbidità, mortalità e disabilità dovuto alle malattie non trasmissibili attraverso la cooperazione multisettoriale a livello nazionale, regionale e mondiale, aumentando il più possibile gli standard della popolazione in termini di salute e produttività a ogni età, cercando di evitare ostacoli per il benessere o lo sviluppo socioeconomico.

Gli Obiettivi volontari a livello globale:

- Riduzione del 25% della mortalità totale dovuta a malattie cardiovascolari, tumori, diabete o patologie respiratorie croniche;
- Riduzione minima del 10% legata al consumo dannoso di alcol;
- Riduzione del 10% della prevalenza dell'insufficiente attività fisica;
- Riduzione del 30% del consumo medio di sale/sodio nella popolazione;
- Riduzione del 30% del consumo di tabacco nelle persone di età pari o superiore ai 15 anni;
- Riduzione del 25% legato ad ipertensione oppure al suo contenimento;
- Arresto della progressione del diabete e dell'obesità
- Disponibilità dell'80% delle tecnologie di base e dei farmaci essenziali economicamente accessibili, necessari per il trattamento delle principali malattie non trasmissibili, nelle strutture pubbliche e private.

Le Finalità:

1. Rafforzare la cooperazione internazionale e la sensibilizzazione sull'importanza della prevenzione e del controllo delle malattie non trasmissibili nell'ambito dei programmi mondiali, regionali e nazionali e degli obiettivi di sviluppo concordati a livello internazionale;
2. Rafforzare a livello nazionale le capacità, la leadership, la *governance*, l'azione multisettoriale e i partenariati per migliorare la risposta del paese in materia di prevenzione e controllo delle malattie non trasmissibili;

3. Ridurre i fattori di rischio modificabili delle malattie non trasmissibili e i determinanti sociali sottostanti attraverso la creazione di ambienti favorevoli alla salute.
4. Potenziare i sistemi sanitari, orientandoli verso la prevenzione e il controllo delle malattie non trasmissibili, attraverso un'assistenza sanitaria primaria centrata sulla persona e la copertura sanitaria universale.
5. Promuovere e sostenere le capacità nazionali in termini di ricerca e sviluppo di qualità per la prevenzione e il controllo delle malattie non trasmissibili;
6. Monitorare le tendenze delle malattie non trasmissibili valutando i progressi compiuti nella prevenzione e controllo di tali malattie.

L'aggiornamento del Piano riguarda l'appendice 3 che include interventi raccomandati per ridurre i fattori di rischio per le malattie non trasmissibili (uso di tabacco, uso dannoso di alcol, diete malsane, inattività fisica) e consentire ai sistemi sanitari di rispondere alle esigenze sanitarie di persone che convivono o sono a rischio delle principali malattie non trasmissibili-MNT (malattie cardiovascolari, tumori, diabete, malattie respiratorie croniche), tenendo conto di tre argomenti:

- salute mentale,
- inquinamento dell'aria,
- salute orale.

Relativamente all'inquinamento atmosferico, gli interventi raccomandati sono sviluppati attraverso un approccio graduale: la prima fase è stata l'aggiornamento delle linee guida dell'OMS sulla qualità dell'aria. Le successive analisi approfondite dell'efficacia degli interventi esistenti (dal 2023 in poi) si baseranno sul compendio e su altre linee guida e raccomandazioni dell'OMS (cfr. Allegato 4 dell'EB148/7).

Il piano d'azione globale ha sei obiettivi, la cui attuazione a livello nazionale sosterrà il raggiungimento dei nove obiettivi delle MNT entro il 2025, oltre a facilitare la realizzazione dell'Obiettivo 3 di Sviluppo Sostenibile. L'aggiornamento dell'Appendice 3 ha lo scopo di integrare le nuove prove emergenti di costo-efficacia e le nuove raccomandazioni dell'OMS che dimostrano l'efficacia degli interventi.

Il Green Deal europeo (2019) - La Commissione europea ha adottato una serie di proposte per trasformare le politiche dell'UE in materia di clima, energia, trasporti e fiscalità in modo da ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Il Green Deal europeo è un pacchetto di iniziative strategiche che mira ad avviare l'UE sulla strada di una transizione verde, con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Sostiene la trasformazione dell'UE in una società equa e prospera con un'economia moderna e competitiva. Mette in evidenza la necessità di un approccio olistico e intersettoriale in cui tutti i settori strategici pertinenti contribuiscano all'obiettivo ultimo in materia di clima. Il pacchetto comprende iniziative riguardanti clima, ambiente, energia, trasporti, industria, agricoltura e finanza sostenibile, tutti settori fortemente interconnessi.

Il quadro 2030 per l'energia e il clima (2020) - In linea con il Green Deal europeo, la Commissione Europea ha aumentato l'obiettivo di limitare le emissioni di gas serra entro il 2030. La politica energetica dell'UE si articola su quattro linee di intervento:

1. Sicurezza dell'approvvigionamento, per assicurare una fornitura affidabile di energia quando e dove necessario;
2. Garantire il funzionamento del mercato dell'energia e dunque la sua competitività, per assicurare prezzi ragionevoli per utenze domestiche e imprese;
3. Promuovere il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili, attraverso l'abbattimento delle emissioni di gas ad effetto serra e la riduzione della dipendenza da combustibili fossili;
4. Promuovere l'interconnessione delle reti energetiche.

Il programma prevede che tutti gli Stati membri dell'UE contribuiscano agli obiettivi attraverso piani nazionali integrati per l'energia e il clima basati sul progetto comune. I piani devono coprire le cinque dimensioni dell'unione dell'energia: decarbonizzazione, sicurezza energetica, efficienza energetica, mercato interno dell'energia e ricerca, innovazione e competitività.

Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile - è un programma d'azione sottoscritto nel 2015, anno della COP21 (Accordo di Parigi), dai governi dei 193 Paesi membri dell'Organizzazione delle Nazioni Unite. Agenda composta da 17 *Sustainable Development Goals* (SDG) interconnessi ad oltre 160 target da raggiungere entro il 2030.

Nella sessantesima sessione del *Regional Committee* per l'Europa, l'OMS propone il modello di politica *Health 2020* a sostegno di un'azione trasversale a livello di governo e società che possa garantire il raggiungimento di standard migliori di salute e benessere per tutti i cittadini attraverso interventi che vanno ben al di là del settore sanitario, come il miglioramento delle condizioni abitative e dell'ambiente naturale circostante, trasporti sostenibili, miglioramento dell'aria atmosferica (indoor-outdoor), i CC, ecc. La valutazione sistematica degli effetti sulla salute di un ambiente in rapido cambiamento – particolarmente in relazione alle tecnologie, al lavoro, alla produzione energetica ed all'urbanizzazione e le variazioni climatiche – è ritenuta essenziale, e deve essere seguita dall'adozione di strategie di prevenzione efficaci che devono garantire benefici per la salute.

Dal 2010, l'UE si è dotata di un quadro strategico "Europa 2020" finalizzato a migliorare la salute e il benessere all'interno della Regione Europea, affrontando le principali sfide per la salute, in primis l'inquinamento ambientale, con approcci integrati e strategie intersettoriali di promozione della salute. La Strategia 2020 sostiene ed incoraggia i ministri della Salute affinché esercitino il loro ruolo di advocacy per stimolare tutti i portatori di interesse ad uno sforzo condiviso, finalizzato ad affrontare al meglio le complesse sfide sanitarie del 21° secolo, tra cui i CC e l'inquinamento atmosferico.

L'obiettivo prioritario 3 del Settimo programma di azione per l'ambiente (7° PAA) mira a "proteggere i cittadini dell'Unione da pressioni e rischi d'ordine ambientale per la salute e il benessere" (UE, 2013). La profonda dipendenza della società umana dal sostegno degli ecosistemi è al centro della visione del 7° PAA secondo cui "nel 2050 vivremo bene nel rispetto dei limiti ecologici del nostro pianeta".

Il Programma, proposto nel novembre 2012 ed approvato in Parlamento Europeo, è composto da nove obiettivi da raggiungere entro il 2020; tra i più rilevanti troviamo: la tutela dell'ambiente e il rafforzamento delle capacità di recupero ecologico, il supporto ad una crescita sostenibile ed efficiente e la protezione contro le minacce ambientali alla salute.

Il 2 maggio 2022 è entrato in vigore l'8° Programma d'azione per l'ambiente, che costituisce l'agenda comune dell'UE per la politica ambientale fino al 2030. Il programma d'azione ribadisce la visione a lungo termine dell'UE fino al 2050: vivere bene, entro i confini del pianeta. Definisce gli obiettivi prioritari per il 2030 e le condizioni necessarie per raggiungerli.

Basandosi sul Green Deal europeo, l'8° PAA si pone sei obiettivi prioritari:

- riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2030 e la neutralità climatica entro il 2050;
- rafforzare la capacità di adattamento, la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici;
- progredire verso un modello di economia circolare;
- perseguire l'obiettivo "inquinamento zero", anche per l'aria, l'acqua e il suolo, e proteggere la salute e il benessere degli europei;
- proteggere, preservare e ripristinare la biodiversità e rafforzare il capitale naturale – in particolare l'aria, l'acqua, il suolo e le foreste, le acque dolci, le zone umide e gli ecosistemi marini.

Il programma d'azione mira, quindi, ad accelerare la transizione verso un'economia neutrale dal punto di vista climatico ed efficiente dal punto di vista delle risorse, riconoscendo che il benessere e la prosperità umana dipendono da ecosistemi sani.

L'8° PAA richiede l'impegno attivo di tutte le parti interessate a tutti i livelli di *governance*, per garantire l'effettiva attuazione delle leggi dell'UE in materia di clima e ambiente. Esso costituisce la base dell'UE per il raggiungimento dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e dei suoi Obiettivi di sviluppo sostenibile.

L'inquinamento arreca danno alla nostra salute e all'ambiente. È la principale causa ambientale di molteplici malattie mentali e fisiche e di morti premature, soprattutto tra i bambini, le persone vulnerabili.

Oltre a incidere sulla salute delle persone, l'inquinamento è una delle ragioni principali della perdita di biodiversità. Riduce la capacità degli ecosistemi di fornire servizi come il sequestro del carbonio e la decontaminazione.

Il 12 maggio 2021 la Commissione europea ha adottato il piano d'azione dell'UE: "Verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo"⁹, uno degli obiettivi centrali del *Green Deal* europeo.

L'obiettivo "inquinamento zero" per il 2050 consiste nel ridurre l'inquinamento di aria, acqua e suolo a livelli che non siano più considerati dannosi per la salute e gli ecosistemi naturali, nel rispetto dei limiti che il nostro pianeta può sopportare, e creare così un ambiente privo di sostanze tossiche.

Ciò si traduce in una serie di traguardi chiave per il 2030, volti ad accelerare la riduzione dell'inquinamento alla fonte, tra i quali:

- migliorare la qualità dell'aria per ridurre del 55% il numero di morti premature causate dall'inquinamento atmosferico

⁹ Zero pollution action plan Towards zero pollution for air, water and soil.

- migliorare la qualità dell'acqua diminuendo i rifiuti, la plastica in mare (del 50%) e le microplastiche rilasciate nell'ambiente (del 30%)
- migliorare la qualità del suolo riducendo del 50% le perdite di nutrienti e l'uso di pesticidi chimici
- ridurre del 25% gli ecosistemi dell'UE in cui l'inquinamento atmosferico minaccia la biodiversità
- ridurre del 30% la percentuale di persone che soffrono di disturbi cronici dovuti al rumore dei trasporti
- ridurre in modo significativo la produzione di rifiuti e del 50% i rifiuti urbani residui.

L'"Inquinamento zero" è un tema che collega diverse strategie oltre al Green Deal, come la Mobilità intelligente, l'ondata di ristrutturazioni ed il Piano d'azione di lotta contro il cancro.

Inoltre, coinvolge diversi settori come: Aria, Sostanze chimiche, Economia circolare, Emissioni industriali, Ambiente marino e costiero, Natura e Biodiversità, Rumore, Plastica, Suolo e Terreno ed infine Acqua.

Ambiente e salute

La Quinta Conferenza ministeriale sull'Ambiente e Salute della regione Europea dell'OMS (Parma 2010) ha focalizzato l'attenzione su salute, inquinanti chimici, inquinamento dell'aria e CC. In particolare, il documento "*Protecting health in an environment challenged by climate change*" propone un quadro europeo d'azione per fronteggiare i nuovi rischi correlati ai CC e proteggere la salute dei gruppi più vulnerabili della popolazione, tra cui in prima linea: gli anziani, i pazienti con BPCO, gli asmatici e gli allergici. Gli impegni di Parma sono stati confermati e rafforzati ulteriormente in occasione della Sesta Conferenza ministeriale sull'Ambiente e Salute dell'OMS/Euro (Ostrava 2016) che porta all'attenzione i seguenti punti cruciali:

- la necessità di lottare contro il degrado ambientale, l'inquinamento atmosferico, i CC, l'esposizione ai prodotti chimici pericolosi e la destabilizzazione degli ecosistemi, fattori che aggravano le disuguaglianze sociali;
- la necessità di intraprendere azioni di sistema, intersettoriali, mettendo al centro la prevenzione, ponendo la massima attenzione alle conseguenze per i settori e gruppi sociali svantaggiati;
- la necessità di condividere la responsabilità con tutti i livelli di governo, coinvolgendo i cittadini ed i portatori di interesse, con azioni estese sul territorio, dentro e fuori i propri confini e proiettate su scale temporali lunghe;
- la necessità di integrare gli obiettivi di salute in tutte le politiche, in linea con gli obiettivi dell'AGENDA 2030 dell'UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente) e con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sul clima del 2015.

Clima e Sviluppo sostenibile

L'Accordo sul Clima di Parigi del 2015 e l'Agenda 2030 rappresentano due quadri di riferimento fondamentali per contrastare i cambiamenti climatici e guidare il mondo verso un modello di sviluppo più sostenibile. Questa sfida richiede un cambiamento radicale nei modelli di produzione e consumo.

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità, sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals* – SDGs) riguardanti tutte le dimensioni della vita umana e del pianeta, che dovranno essere raggiunti entro il 2030, per contribuire allo sforzo di portare il mondo su un sentiero di sostenibilità e di benessere. In particolare: SDG 3: “garantire una vita sana e promuovere il benessere per tutti e a tutte le età”; SDG 11, “rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili” e SDG 13 “integrare nelle politiche, nelle strategie e nei piani nazionali le misure di contrasto ai cambiamenti climatici”. Nel contesto dell'Agenda 2030 si considerano i benefici per la salute di un'economia a bassa emissione di carbonio ed i benefici collaterali delle politiche ambientali per la salute. Quasi tutti gli obiettivi hanno una forte dimensione urbana, considerando che nel 2010 la popolazione urbana mondiale ha superato quella rurale. In Europa la popolazione urbana sfiora il 70% di quella complessiva.

La prima Conferenza mondiale dove furono affrontati in modo esteso i problemi legati al cambiamento del clima fu organizzata dalle Nazioni Unite nel 1992 a Rio de Janeiro, in Brasile dove venne adottata la “Convenzione quadro dell'ONU sui cambiamenti climatici (UNFCCC)”, un trattato che indicava la necessità negli anni seguenti di adottare protocolli con regole e limiti sulle emissioni di gas serra. Il trattato entrò in vigore nel 1994 e fu la base per i successivi incontri che portarono all'approvazione del primo protocollo, firmato nel 1997 a Kyoto.

L'obiettivo fondamentale del Protocollo di Kyoto, entrato effettivamente in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia, è quello di ridurre le emissioni di gas inquinanti derivanti dall'attività umana: anidride carbonica, metano, ossido di azoto, esafluoruro di zolfo, perfluorocarburi e idrofluorocarburi. Il Protocollo ha previsto per l'Europa una riduzione dei GHG di 8% tra il 2008 ed il 2012.

Il Protocollo, che ha terminato la sua validità il 31/12/2012, prevedeva una riduzione emissiva da conseguire entro il 2012.

L'Accordo di Parigi sul clima del 2015, raggiunto il 12 dicembre del 2015 alla Conferenza annuale dell'ONU sul riscaldamento globale (Cop21), è un nuovo accordo globale sui cambiamenti climatici esteso a tutti i Paesi dell'UNFCCC. L'accordo conferma l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura ben al di sotto dei 2 gradi centigradi rispetto ai livelli preindustriali e l'impegno a limitare l'aumento di temperatura a 1,5 gradi. Secondo alcuni scienziati, l'obiettivo di 1,5 °C richiederà l'inizio delle "emissioni zero" a partire da un periodo compreso tra il 2030 e il 2050.

Quadro Europeo d'azione per promuovere politiche europee di adattamento ai cambiamenti climatici. Nell'aprile 2013, l'UE ha formalmente adottato la Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, nella quale sono stati definiti principi, linee-guida e obiettivi della politica comunitaria in materia di adattamento ai CC. La valutazione degli impatti dei CC, la stima della vulnerabilità e l'adattamento sono considerati compiti prioritari per tutti gli Stati membri.

Politiche energetiche

Il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", presentato il 30 novembre 2016 dalla Commissione europea (anche noto come *Winter package* o *Clean energy package*), comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. In linea di principio, la programmazione energetica nazionale necessita di un

approccio coordinato con gli indirizzi e gli atti di politica energetica adottati all'interno dell'UE. Infatti, l'articolo 194 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE) introduce una base giuridica specifica per il settore dell'energia, basata su competenze condivise fra l'UE e i Paesi membri.

Inquinamento atmosferico e salute

WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

Linee guida pubblicate dall'OMS il 22 settembre 2021, hanno lo scopo di ri-aggiornare e ribadire l'obiettivo legato alla protezione della salute delle popolazioni (con l'ultima modifica nel 2005).

Air pollution and child health

Documento pubblicato dall'OMS a ottobre 2018. Il rapporto evidenzia ancora una volta la rilevanza dell'inquinamento atmosferico outdoor e indoor per la salute dei bambini in quanto popolazione particolarmente vulnerabile, problema che nella Conferenza Ministeriale Ambiente e Salute dei 53 Stati della Regione europea dell'Oms (Ostrava, 2017) era già stato riconosciuto come una delle principali priorità di sanità pubblica, da affrontare attraverso il rispetto delle linee guida Oms, tramite un processo continuo di miglioramento della qualità dell'aria.

La Prima Conferenza mondiale sull'inquinamento atmosferico e la salute (Ginevra 2018), in attuazione della risoluzione WHA68.8 della sessantottesima Assemblea mondiale della sanità del 2015, evidenzia la necessità di rafforzare la risposta globale per prevenire malattie e morti premature legate all'inquinamento atmosferico ed ai CC attraverso un approccio integrato e intersettoriale. Ciò contribuirebbe a raggiungere gli obiettivi dell'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile relativi ad alcuni SDGs: SDG3 (benessere e salute per tutti e tutte le età), SDG 7.2 (accesso all'energia pulita), SDG 11.6 (qualità dell'aria nelle città), SDG 11.2 (accesso al trasporto sostenibile) e SDG 13 (lotta ai CC) e l'Accordo di Parigi del 2015 sui CC. La Conferenza ha raccomandato di ridurre il numero annuale di morti per inquinamento atmosferico di due terzi (rispetto ai 7 milioni stimati attualmente) entro il 2030.

Il pacchetto di misure per la qualità dell'aria "*Clean Air Policy Package*", adottato dalla Commissione Europea il 18 dicembre 2013, ha lo scopo di migliorare la legislazione esistente e ridurre le emissioni dannose causate dall'industria, dal traffico, dagli impianti di produzione di energia e dall'agricoltura, per tutelare la salute e l'ambiente. Il pacchetto comprende una proposta di direttiva sulla riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici (Direttiva NEC) ed una sulla limitazione di emissioni di specifici inquinanti emessi da impianti di combustione di medie dimensioni.

Tra gli strumenti operativi più importanti presenti nel *Clean Air Programme* c'è il potenziamento della condivisione delle migliori pratiche a livello comunitario: ciò avviene principalmente attraverso i dialoghi bilaterali strutturati con gli Stati denominati *Clean Air Dialogues*.

Contesto nazionale

Il D.Lgs 81/2018, pubblicato nella G.U del 02/07/2018 recepisce la Direttiva 2016/2284 UE, nota anche come direttiva NEC (*National Emission Ceiling*), la quale stabilisce limiti più severi per le

emissioni in atmosfera di alcuni parametri quali: SO₂, NO_x, COV non metanici, Ammoniaca e Particolato fine.

Il Programma “Guadagnare salute: rendere facili le scelte salutari”, approvato dal Governo (DPCM 4 maggio 2007), ha come quadro di riferimento la strategia della “Salute in tutte le politiche” (*Health in All Policies*), la quale, seguendo un’ottica trasversale ai fattori di rischio e intersettoriale, promuove politiche in grado di raggiungere i gruppi più a rischio nei luoghi o nei contesti sociali in cui le persone vivono, lavorano o interagiscono tra loro, con lo scopo di ridurre le disparità di salute e favorire modifiche dei comportamenti.

Il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2014 – 2018, approvato in Conferenza Stato Regioni il 14 novembre 2014, ha fatto proprio l’approccio di “Guadagnare salute”, per promuovere politiche e azioni integrate per modificare i determinanti sociali. Il Piano prevede strategie di popolazione finalizzate a diffondere e facilitare la scelta di stili di vita sani ed attivi, attraverso programmi di promozione della salute che adottano un approccio trasversale ai determinanti di salute, per ciclo di vita (*life-course*) e *setting* (scuole, ambienti di lavoro, comunità locali, servizio sanitario). Propone una strategia intersettoriale, ponendo attenzione non solo agli aspetti prettamente sanitari, ma anche ai determinanti ambientali, sociali ed economici della salute, con particolare riguardo ai gruppi sociali particolarmente a rischio di fragilità o di disuguaglianza.

Il nuovo Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2020-2025, nella Linea strategica 3, supporta l’adozione di interventi per la prevenzione e riduzione delle esposizioni ambientali (indoor e outdoor) e antropiche dannose per la salute.

La Linea N. 5, “Integrazione delle informazioni derivanti da dati ambientali e sanitari per il miglioramento delle conoscenze su rischi ambientali e salute e loro relazioni”, ha come obiettivi realizzare una lettura integrata dei dati ambientali e sanitari e favorire il dialogo, la collaborazione e la condivisione di esperienze tra tutti i soggetti interessati dei settori Ambiente e Salute, per il cui raggiungimento suggerisce come strumento lo sviluppo di un sistema informativo nazionale integrato ambiente e salute per la lettura combinata dei dati di monitoraggio/esposizione/effetto, anche ai fini della stima degli impatti sulla salute della popolazione, nonché l’Istituzione di una rete nazionale integrata ambiente e salute, costituita da operatori del SSN e SNPA, e istituzioni centrali per la condivisione di conoscenze ed esperienze sviluppate a livello regionale in materia di ambiente e salute e a supporto delle attività di valutazione degli impatti sanitari di politiche, piani e programmi.

Le strategie individuate dal PNP, seguendo l’approccio *One health*¹⁰, al fine di attuare quanto suggerito dalla Dichiarazione di Ostrava e in accordo agli obiettivi dell’Agenda 2030, al fine di promuovere il superamento delle criticità tecnico-scientifiche e di *governance*, a livello nazionale e regionale, della promozione della salute, la prevenzione, la valutazione e gestione dei rischi derivanti da fattori ambientali, antropici e naturali, sono le seguenti:

1. Promuovere interventi di *advocacy* nelle politiche di altri settori (ambiente, trasporti, edilizia, urbanistica, agricoltura, energia, istruzione);

¹⁰ La visione olistica *One Health*, ossia un modello sanitario basato sull’integrazione di discipline diverse, è antica e al contempo attuale. Si basa sul riconoscimento che la salute umana, la salute animale e la salute dell’ecosistema siano legate indissolubilmente.

2. Promuovere e rafforzare strumenti per facilitare l'integrazione e la sinergia tra i servizi di prevenzione del SSN e le agenzie del SNPA;
3. Adottare interventi per la prevenzione e riduzione delle esposizioni ambientali (indoor e outdoor) e antropiche dannose per la salute.

Il Protocollo d'Intesa tra Ministero della Salute e l'Associazione Rete Italiana Città Sane dell'OMS è stato siglato l'11 giugno 2015, al fine di promuovere l'integrazione tra i progetti ed i programmi dei Comuni aderenti alla Rete Città Sane con quelli delle Aziende sanitarie e degli altri attori del territorio, per realizzare iniziative condivise per la promozione della salute e lo sviluppo di condizioni ambientali che favoriscano stili di vita sani. Il quadro di riferimento è quello definito dalla Carta di Ottawa del 1986, in cui l'OMS ha ridefinito il concetto di salute ed il suo legame strettissimo con la città.

La Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC), predisposta su iniziativa del MATTM, approvata con decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015, costituisce il primo passaggio delle politiche nazionali di adattamento ai CC. Individua i principali impatti dei CC per una serie di settori socio-economici e naturali e propone azioni di adattamento che ricadono in tutti i settori e nelle responsabilità di diversi Ministeri. Per dare attuazione a tale strategia, a maggio 2016 è stata avviata l'elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), con l'obiettivo ultimo di identificare un set di attività connesse e sinergiche per l'adattamento ai CC. Nel mese di Dicembre 2022, il Mase ha pubblicato il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, attualmente sottoposto a Valutazione Ambientale strategica (VAS).

A livello locale, da segnalare il Patto dei Sindaci – Iniziativa locale lanciata dalla Commissione EU nel 2008 con il Pacchetto EU Clima ed Energia e, successivamente, trasformata nel 2015 nel nuovo Patto dei Sindaci per il clima e l'energia, con un rinnovato impegno e una visione condivisa per il 2050 al fine di affrontare le sfide interconnesse: mitigazione dei cambiamenti climatici, adattamento ed energia sostenibile. I tre obiettivi principali sono:

- Accelerare la decarbonizzazione dei nostri territori, contribuendo così a mantenere il riscaldamento globale medio al di sotto di 1,5°C;
- Rafforzare le nostre capacità di adattarsi agli impatti degli inevitabili cambiamenti climatici, rendendo i nostri territori più resilienti;
- Aumentare l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili sui nostri territori, garantendo così l'accesso universale a servizi energetici sicuri, sostenibili e accessibili a tutti.

Dato il progressivo esponenziale aumento della popolazione mondiale e delle persone che vivranno nelle città, focalizzarsi sull'ambiente urbano sarà fondamentale per il futuro. Gli edifici avranno un impatto determinante sull'ambiente e sull'energia, per questo si è iniziato a parlare concretamente del Patto dei Sindaci.

Il Patto deriva dalla Conferenza di Rio del 1992 sui Cambiamenti Climatici: in particolare, è un prodotto dell'Agenda 21 Locale. La prima Conferenza EU per le Città Sostenibili ha dato come risultato la Carta di Aalborg nel 1994, iniziando ad agire concretamente nei confronti del clima, aumentando la responsabilità delle città. Dopo gli obiettivi da raggiungere entro il 2020, le ambizioni

sono incrementate; l'obiettivo UE entro il 2030 è di superare il 40% nella riduzione di CO₂. Per il 2030, le città firmatarie seguiranno il PAESC (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e Clima) che ha una rilevante importanza, soprattutto per i monitoraggi periodici ed i rapporti di attuazione volti a migliorare gli effetti nel tempo. Visti i risultati del PAES 2020, costituiti dalla relazione tra BEI (inventario delle emissioni base iniziali) e MEI (inventario di monitoraggio delle emissioni), il Patto ha enormi potenzialità nella mitigazione delle emissioni prodotte dagli edifici.

Ad oggi, sono oltre 11.000 i firmatari del Patto dei Sindaci nell'UE, di cui più di 7.000 hanno presentato i piani d'azione; in Italia, sono oltre 5.000 le amministrazioni locali e regionali firmatarie del Patto dei Sindaci Europa.

Dal 2005 il Ministero della Salute coordina il Piano nazionale di adattamento per le ondate di calore, che coinvolge 34 città con oltre 200.000 abitanti.

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), come previsto dal Dlgs 221/2015, definisce il quadro di riferimento nazionale per i processi di pianificazione, programmazione e valutazione di tipo ambientale e territoriale, in attuazione dell'art. 34 del Dlgs 152/2006 e ss.mm.ii., e costituisce lo strumento di coordinamento dell'attuazione dell'Agenda 2030 in Italia. Il medesimo articolo prevede al comma 4 che le Regioni e le Province Autonome approvino le proprie Strategie di sviluppo sostenibile entro un anno dall'approvazione della strategia nazionale, specificando che "le strategie regionali indicano, insieme al contributo della regione agli obiettivi nazionali, la strumentazione, le priorità, le azioni che si intendono intraprendere. In tale ambito, le regioni assicurano unitarietà all'attività di pianificazione". La SNSvS è stata approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017, con Delibera n. 108/2017 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 15 maggio 2018. L'Italia è stata protagonista nel processo di costruzione, sottoscrizione e lancio della nuova Agenda internazionale in materia di sviluppo sostenibile dal titolo: "Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile" (*Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*), adottata al Vertice delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile del settembre 2015, alla presenza del Presidente del Consiglio.

Misure urgenti per migliorare la qualità dell'aria e fronteggiare i cambiamenti climatici-Decreto Legge 14/10/2019

Nella Gazzetta Ufficiale del 14 ottobre 2019, è stato pubblicato il Decreto Legge 14/10/2019, n. 111 "Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. Il Decreto Legge prende atto della necessità e dell'urgenza di adottare una politica strategica nazionale che permetta di fronteggiare l'emergenza climatica, anche sulla base dei lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC, in ambito Nazioni Unite, che evidenziano come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature e le emissioni di CO₂ continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su numerose aree del pianeta e sulla salute pubblica. Su tali basi, in coerenza con gli impegni derivanti dalla normativa europea, sono previste misure straordinarie per consentire il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, in relazione a cui l'UE ha aperto nei confronti dell'Italia due procedure d'infrazione (nn. 2014/2147 e 2015/2043), anche alla luce degli impegni assunti dal Governo italiano e dalle Regioni e dalle Province autonome

con il Protocollo “Aria Pulita” firmato il 4 giugno 2019 a Torino. A tal fine il decreto 241/2019 promuove misure per incentivare la mobilità sostenibile nelle aree metropolitane, intervenendo sul fronte della domanda di servizi di trasporto pubblico urbano ecocompatibili in grado di garantire il diritto di muoversi dei cittadini, limitando l’impiego dei più inquinanti veicoli privati. Sono previste «Disposizioni per la promozione del trasporto scolastico sostenibile», volte ad incentivare il ricorso agli scuolabus, con specifico riferimento a quelli a basse emissioni per le scuole dell’infanzia, primarie e secondarie di primo grado, ricadenti nell’ambito dei comuni soggetti a procedura di infrazione in materia di qualità dell’aria. Inoltre, il DL istituisce un programma sperimentale di messa a dimora di alberi, di reimpianto e di silvicoltura a favore delle città metropolitane e ribadisce l’obbligo della pubblicità dei dati ambientali, in attuazione della Convenzione di Aarhus: fermo restando il diritto di accesso diffuso dei cittadini singoli e associati alle informazioni ambientali, gli enti pubblici ed i concessionari di servizi pubblici devono pubblicare anche i dati ambientali risultanti da rilevazioni effettuati dai medesimi ai sensi della normativa vigente.

SEN- Strategia Energetica Nazionale – Con D. M. del novembre 2017, promosso dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale del 2017 per gestire il cambiamento del sistema energetico. Strategia volta ad investire circa 175 mld di euro per incrementare l’efficienza energetica (110 mld di euro) e l’uso delle rinnovabili verso la de-carbonizzazione. Comprende tre specifici obiettivi, ovvero aumentare la competitività, maggior attenzione all’ambiente e alla sicurezza. In particolare, si vogliono allineare i prezzi nazionali con quelli europei, riducendo i costi legati alle rinnovabili tramite liberalizzazioni ed investimenti; la Strategia mira a ridurre anche la dipendenza energetica esterna, passando dal 76% al 64%, diversificando l’origine delle fonti aumentando il mix rinnovabile. Gli obiettivi della Strategia Energetica Nazionale sono più ambiziosi dell’Agenda 2030.

PNIEC- Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima in cui vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull’efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell’energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento

Il Piano stabilisce gli obiettivi nazionali al 2030 sull’efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell’energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

Il Piano si struttura sulle seguenti 5 linee di intervento, al cui interno sono previsti interventi nel settore dei trasporti:

1. Decarbonizzazione, alla quale si prevede che dovrà dare un contributo significativo il settore dei trasporti;
2. Efficienza energetica, nel cui ambito, per i trasporti si attribuisce rilievo prioritario alle politiche per il contenimento del fabbisogno di mobilità e all’incremento della mobilità collettiva, dell’uso dei carburanti alternativi e in particolare il vettore elettrico, accrescendo la quota di rinnovabili;
3. Sicurezza dell’approvvigionamento energetico;

4. Sviluppo del mercato interno dell'energia;

5. Ricerca, innovazione e competitività.

Azioni nazionali di promozione della mobilità sostenibile

I programmi di finanziamento del Mite finalizzati a promuovere misure rivolte alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti derivanti dal settore dei trasporti, in linea con gli obiettivi nazionali e comunitari.

In particolare, la promozione di azioni per la riduzione degli impatti della mobilità nelle città, nelle quali coesistono criticità di congestionamento del traffico, emissioni in atmosfera inquinanti e climalteranti, incidentalità stradale.

- *Mobility management* e Linee guida per la predisposizione dei PSCL – Piani degli Spostamenti Casa-Lavoro
- Programma di finanziamento per la promozione del trasporto scolastico sostenibile
- Programma di Incentivazione della Mobilità Urbana Sostenibile (PrIMUS)
- Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro
- Progetto CREIAMO PA - Linea 7 “Sviluppo di modelli e strumenti per la gestione della mobilità urbana sostenibile”
- Osservatorio nazionale sulla *Sharing mobility*

In relazione all’adattamento/mitigazione al cambiamento climatico andrebbe citato:

- il “Programma sperimentale di interventi per l’adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano”. Il Programma è finalizzato ad aumentare la resilienza dei sistemi insediativi soggetti ai rischi generati dai cambiamenti climatici, con particolare riferimento alle ondate di calore e ai fenomeni di precipitazioni estreme e di siccità attraverso la realizzazione di interventi riconducibili alle tipologie di cui all’Allegato 1 del Decreto. (DECRETO DIRETTORIALE N. 117 DEL 15 aprile 2021)
- Forestazione urbana ed extraurbana nei Comuni delle Città metropolitane. Invita le città metropolitane a presentare proposte di intervento di forestazione urbana, periurbana ed extraurbana nelle città metropolitane da finanziare nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza Misura 2 – Componente 4 – Investimento 3.1 “Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano”.

BIBLIOGRAFIA

1. GARD Italia. INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI Elementi per una strategia nazionale di prevenzione. https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2945_allegato.pdf
2. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 396, 1223–1249 (2020).
3. Thurston, G. D. *et al.* A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *European Respiratory Journal* 49, (2017).
4. Maio, S. *et al.* 18-yr cumulative incidence of respiratory/allergic symptoms/diseases and risk factors in the Pisa epidemiological study. *Respir Med* 158, 33–41 (2019).
5. Fasola, S. *et al.* Effects of Particulate Matter on the Incidence of Respiratory Diseases in the Pisan Longitudinal Study. *Int J Environ Res Public Health* 17, (2020).
6. Renzi, M. *et al.* A nationwide study of air pollution from particulate matter and daily hospitalizations for respiratory diseases in Italy. *Sci Total Environ* 807, 151034 (2022).
7. BIGEPI: Big Data per la valutazione degli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico nella popolazione italiana. <https://bigepi.it/index.php/it/>.
8. Gariazzo, C. *et al.* Association between short-term exposure to air pollutants and cause-specific daily mortality in Italy. A nationwide analysis. *Environ Res* 216, 114676 (2023).
9. Maio, S. *et al.* Relationship of long-term air pollution exposure with asthma and rhinitis in Italy: an innovative multipollutant approach. *Environ Res* 224, 115455 (2023).
10. Haahtela, T. *et al.* Helsinki by nature: The Nature Step to Respiratory Health. *Clinical and Translational Allergy* 9, 57 (2019).
11. World Health Organization. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. (World Health Organization, 2021).
12. GARD-Newsletter-V4N2_Draft_2021-12-17_update.pdf.
13. Hoffmann, B. *et al.* WHO Air Quality Guidelines 2021-Aiming for Healthier Air for all: A Joint Statement by Medical, Public Health, Scientific Societies and Patient Representative Organisations. *Int J Public Health* 66, 1604465 (2021).
14. Health impacts of air pollution in Europe, 2021 — European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/health-impacts-of-air-pollution>.
15. Boogaard, H. *et al.* Clean air in Europe for all: A call for more ambitious action. *Environmental Epidemiology* 7, (2023).
16. Dominici, F. *et al.* Assessing Adverse Health Effects of Long-Term Exposure to Low Levels of Ambient Air Pollution: Implementation of Causal Inference Methods. *Res Rep Health Eff Inst* 1–56 (2022).

17. Brauer, M. *et al.* Mortality-Air Pollution Associations in Low Exposure Environments (MAPLE): Phase 2. *Res Rep Health Eff Inst* 1–91 (2022).
18. Brunekreef, B. *et al.* Mortality and Morbidity Effects of Long-Term Exposure to Low-Level PM_{2.5}, BC, NO₂, and O₃: An Analysis of European Cohorts in the ELAPSE Project. *Res Rep Health Eff Inst* 2021, 208 (2021).
19. Strak, M. *et al.* Long term exposure to low level air pollution and mortality in eight European cohorts within the ELAPSE project: pooled analysis. *BMJ* 374, (2021).
20. Health impacts of air pollution in Europe, 2022 — European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution>.
21. Laumbach, R. J. *et al.* Personal Interventions for Reducing Exposure and Risk for Outdoor Air Pollution: An Official American Thoracic Society Workshop Report. *Ann Am Thorac Soc* 18, 1435–1443 (2021).
22. Maio, S. *et al.* Outdoor air pollution and respiratory health. *Int J Tuberc Lung Dis* 27, 7–12 (2023).
23. Viegi, G. & Taborda-Barata, L. A series of narrative reviews on air pollution and respiratory health for Pulmonology: Why it is important and who should read it. *Pulmonology* 28, 243–244 (2022).
24. De Matteis, S. *et al.* Issue 1 - ‘Update on adverse respiratory effects of outdoor air pollution’. Part 1): Outdoor air pollution and respiratory diseases: A general update and an Italian perspective. *Pulmonology* 28, 284–296 (2022).
25. Sousa, A. C. *et al.* Issue 1 - ‘Update on adverse respiratory effects of outdoor air pollution’ Part 2): Outdoor air pollution and respiratory diseases: Perspectives from Angola, Brazil, Canada, Iran, Mozambique and Portugal. *Pulmonology* 28, 376–395 (2022).
26. Ministero della Salute, M. della. Inquinamento dell’aria indoor. https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=4385&area=indor&menu=vuoto.
27. Brady Seals & Andee Krasner. Gas Stoves: Health and Air Quality Impacts and Solutions. *RMI* <https://rmi.org/insight/gas-stoves-pollution-health/> (2020).
28. Wallace, L. *TOTAL EXPOSURE ASSESSMENT METHODOLOGY (TEAM) STUDY: SUMMARY AND ANALYSIS*. vol. 1 (Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1987).
29. Where-theres-fire-theres-smoke_domestic-heating-study_2021.pdf.
30. Indoor air pollution kills and science needs to step up. *Nature* 614, 196–196 (2023).
31. Lewis, A. C., Jenkins, D. & Whitty, C. J. M. Hidden harms of indoor air pollution — five steps to expose them. *Nature* 614, 220–223 (2023).
32. Khavari, B., Ramirez, C., Jeuland, M. & Fuso Nerini, F. A geospatial approach to understanding clean cooking challenges in sub-Saharan Africa. *Nature Sustainability* 6, 447–457 (2023).

33. Ritchie, H. & Roser, M. Indoor Air Pollution. *Our World in Data* (2013).
34. WHO. Household air pollution and health -Fact sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. (2022).
35. Household air pollution, the forgotten health hazard. *EUobserver* <https://euobserver.com/health-and-society/139592> (2017).
36. Number of deaths by risk factor. *Our World in Data* <https://ourworldindata.org/grapher/number-of-deaths-by-risk-factor>.
37. Number of deaths by risk factor, Italy. *Our World in Data* <https://ourworldindata.org/grapher/number-of-deaths-by-risk-factor?country=~ITA>.
38. Ritchie, H. & Roser, M. Outdoor Air Pollution. *Our World in Data* (2019).
39. Ministero della Salute, M. della. Effetti della qualità dell'aria indoor su salute e comfort ambientale. https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=4388&area=indor&menu=salute.
40. Chen, Y.-C. *et al.* Effect of indoor air quality on the association of long-term exposure to low-level air pollutants with cognition in older adults. *Environ Res* 115483 (2023) doi:10.1016/j.envres.2023.115483.
41. Europe, W. H. O. R. O. for. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. (2009).
42. Dherani, M. *et al.* Indoor air pollution from unprocessed solid fuel use and pneumonia risk in children aged under five years: a systematic review and meta-analysis. *Bull World Health Organ* 86, 390-398C (2008).
43. Ministero della Salute, M. della. Impatto dell'inquinamento indoor sulla salute della popolazione. https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=4386&area=indor&menu=salute.
44. Asthma prevalence in the EU 2019. *Statista* <https://www.statista.com/statistics/1296610/asthma-prevalence-in-the-eu/>.
45. Ministero della Salute, M. della. Principali inquinanti indoor e loro fonti. https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=4389&area=indor&menu=vuoto.
46. Putcha, N. *et al.* Home Dust Allergen Exposure Is Associated with Outcomes among Sensitized Individuals with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 205, 412–420 (2022).
47. Health-related social costs of air pollution due to residential heating and cooking. In the EU27 and UK. *CE Delft - EN* <https://cedelft.eu/publications/health-related-social-costs-of-air-pollution-due-to-residential-heating-and-cooking/>.

48. Energy consumption in households. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households.
49. Belanger, K. *et al.* Household levels of nitrogen dioxide and pediatric asthma severity. *Epidemiology* 24, 320–330 (2013).
50. Lin, W., Brunekreef, B. & Gehring, U. Meta-analysis of the effects of indoor nitrogen dioxide and gas cooking on asthma and wheeze in children. *Int J Epidemiol* 42, 1724–1737 (2013).
51. OECD & EU 2020. Air pollution and its impact on health in Europe: Why it matters and how the health sector can reduce its burden (Chapter 2). in (2020).
52. Fleisch, A. F. *et al.* Residential wood stove use and indoor exposure to PM(2.5) and its components in Northern New England. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 30, 350–361 (2020).
53. O’Leary, C. *et al.* Investigating measurements of fine particle (PM(2.5)) emissions from the cooking of meals and mitigating exposure using a cooker hood. *Indoor Air* 29, 423–438 (2019).
54. Siponen, T. *et al.* Wood stove use and other determinants of personal and indoor exposures to particulate air pollution and ozone among elderly persons in a Northern Suburb. *Indoor Air* 29, 413–422 (2019).
55. Amegah, A. K., Quansah, R. & Jaakkola, J. J. K. Household air pollution from solid fuel use and risk of adverse pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis of the empirical evidence. *PLoS One* 9, e113920 (2014).
56. Fantke, P. *et al.* Characterizing Aggregated Exposure to Primary Particulate Matter: Recommended Intake Fractions for Indoor and Outdoor Sources. *Environ Sci Technol* 51, 9089–9100 (2017).
57. TNO. Meta-onderzoek voor coalitie gezonde binnenlucht. Delft, Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO), (2019).
58. Licina, D., Tian, Y. & Nazaroff, W. W. Inhalation intake fraction of particulate matter from localized indoor emissions. *Building and Environment* 123, 14–22 (2017).
59. Zauli Sajani, S., Colaiacomo, E., De Maio, F., Lauriola, P. & Sinisi, L. [School environment and children respiratory health: the SEARCH project]. *Epidemiol Prev* 33, 239–241 (2009).
60. Zauli Sajani, S. *et al.* Spatial and indoor/outdoor gradients in urban concentrations of ultrafine particles and PM2.5 mass and chemical components. *Atmospheric Environment* 103, 307–320 (2015).
61. Zauli-Sajani, S. *et al.* Higher health effects of ambient particles during the warm season: The role of infiltration factors. *Science of The Total Environment* 627, 67–77 (2018).
62. Zauli Sajani, S. *et al.* Vertical variation of PM2.5 mass and chemical composition, particle size distribution, NO2, and BTEX at a high rise building. *Environmental Pollution* 235, 339–349 (2018).
63. Zauli Sajani, S. *et al.* Is particulate air pollution at the front door a good proxy of residential exposure? *Environ Pollut* 213, 347–358 (2016).

64. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. (2009).
65. IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans (v.43). (1988).
66. Salthammer, T., Mentese, S. & Marutzky, R. Formaldehyde in the indoor environment. *Chem Rev* 110, 2536–2572 (2010).
67. Hansel, N. N. *et al.* Randomized Clinical Trial of Air Cleaners to Improve Indoor Air Quality and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Health: Results of the CLEAN AIR Study. *Am J Respir Crit Care Med* 205, 421–430 (2022).
68. D’Amato, G. & Akdis, C. A. Global warming, climate change, air pollution and allergies. *Allergy* 75, 2158–2160 (2020).
69. D’Amato, G. *et al.* Climate Change and Air Pollution: Effects on Respiratory Allergy. *Allergy Asthma Immunol Res* 8, 391–395 (2016).
70. D’Amato, G., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A. & D’Amato, M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 16, 434–440 (2016).
71. AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis — IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>.
72. Bielory, L., Lyons, K. & Goldberg, R. Climate change and allergic disease. *Curr Allergy Asthma Rep* 12, 485–494 (2012).
73. Singer, B. D., Ziska, L. H., Frenz, D. A., Gebhard, D. E. & Straka, J. G. Research note: Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration. *Funct Plant Biol* 32, 667–670 (2005).
74. US EPA, O. Overview of Greenhouse Gases. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> (2015).
75. Rogers, H. H., Runion, G. B. & Krupa, S. V. Plant responses to atmospheric CO₂ enrichment with emphasis on roots and the rhizosphere. *Environ Pollut* 83, 155–189 (1994).
76. Global carbon dioxide growth in 2018 reached 4th highest on record. <https://www.noaa.gov/news/global-carbon-dioxide-growth-in-2018-reached-4th-highest-on-record> (2019).
77. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide | NOAA Climate.gov. <http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>.
78. Wayne, P., Foster, S., Connolly, J., Bazzaz, F. & Epstein, P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 88, 279–282 (2002).
79. D’Amato, G. *et al.* Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 62, 976–990 (2007).

80. Ziska, L. H., Bunce, J. A. & Goins, E. W. Characterization of an urban-rural CO₂/temperature gradient and associated changes in initial plant productivity during secondary succession. *Oecologia* 139, 454–458 (2004).
81. Cecchi, L. *et al.* Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy. *Ann Allergy Asthma Immunol* 96, 86–91 (2006).
82. Beggs, P. J. Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clinical & Experimental Allergy* 34, 1507–1513 (2004).
83. D’Amato, G. *et al.* Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J* 8, 25 (2015).
84. Kellogg, E. A. *et al.* Early inflorescence development in the grasses (Poaceae). *Front Plant Sci* 4, 250 (2013).
85. Kellogg, E. *Flowering Plants. Monocots.* (Springer International Publishing, 2015).
86. Davies, J. M. Grass pollen allergens globally: the contribution of subtropical grasses to burden of allergic respiratory diseases. *Clin Exp Allergy* 44, 790–801 (2014).
87. Osborne, N. J. *et al.* Pollen exposure and hospitalization due to asthma exacerbations: daily time series in a European city. *Int J Biometeorol* 61, 1837–1848 (2017).
88. Biganzoli, F. & Zuloaga, F. Análisis de diversidad de la familia Poaceae en la región austral de America del Sur. *Rodriguésia* 66, 337–351 (2015).
89. SORENG, R. J. *et al.* A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution* 53, 117–137 (2015).
90. Soreng, R. J. *et al.* A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications. *Journal of Systematics and Evolution* 55, 259–290 (2017).
91. Davies, J. *et al.* Regional variation in allergic sensitivity to subtropical and temperate grass pollen allergens; outcomes of the multicentre cross-sectional Grass Pollen Allergy Survey (GPAS). *European Journal of Immunology* 46, 841–841 (2016).
92. Cherrez-Ojeda, I. *et al.* Prevalence of skin sensitivity to temperate and subtropical grasses in patients with seasonal allergic rhinitis in Bahía Blanca, Argentina. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 141, AB128 (2018).
93. Ramon, G. D. *et al.* Allergy to *Cynodon dactylon* (Cyn d) pollen in seasonal rhinitis, comparison between skin tests and component-resolved diagnosis (CRD) in Bahía Blanca (Argentina). *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 141, AB129 (2018).
94. Rogers, C. A. *et al.* Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production. *Environ Health Perspect* 114, 865–869 (2006).

95. Albertine, J. M. *et al.* Projected carbon dioxide to increase grass pollen and allergen exposure despite higher ozone levels. *PLoS One* **9**, e111712 (2014).
96. Blumenthal, D. M. & Kray, J. Climate change, plant traits and invasion in natural and agricultural ecosystems. *Invasive Species and Global Climate Change* 62–78 (2014).
97. Sorokin, Y., Zelikova, T. J., Blumenthal, D., Williams, D. G. & Pendall, E. Seasonally contrasting responses of evapotranspiration to warming and elevated CO₂ in a semiarid grassland. *Ecohydrology* **10**, e1880 (2017).
98. Augustine, D. J., Derner, J. D., Milchunas, D., Blumenthal, D. & Porensky, L. M. Grazing moderates increases in C3 grass abundance over seven decades across a soil texture gradient in shortgrass steppe. *Journal of Vegetation Science* **28**, 562–572 (2017).
99. Willer, H. & Lernoud, J. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016*. 1–336 (Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International, 2016).
100. D’Amato, G. & Cecchi, L. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clin Exp Allergy* **38**, 1264–1274 (2008).
101. Shea, K. M. Global climate change and children’s health. *Pediatrics* **120**, e1359-1367 (2007).
102. Smith, K. R. National burden of disease in India from indoor air pollution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **97**, 13286–13293 (2000).
103. In pictures: Chile battles wildfires. *BBC News* (2012).
104. Australia fires leave trail of devastation near Perth. *BBC News* (2011).
105. California Department of Forestry and Fire Protection | CAL FIRE. <https://www.fire.ca.gov/>.
106. Gent, J. F. *et al.* Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma. *JAMA* **290**, 1859–1867 (2003).
107. McDonnell, W. F., Abbey, D. E., Nishino, N. & Lebowitz, M. D. Long-term ambient ozone concentration and the incidence of asthma in nonsmoking adults: the AHSMOG Study. *Environ Res* **80**, 110–121 (1999).
108. McConnell, R. *et al.* Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *The Lancet* **359**, 386–391 (2002).
109. Islam, T. *et al.* Relationship between air pollution, lung function and asthma in adolescents. *Thorax* **62**, 957–963 (2007).
110. D’Amato, G., Liccardi, G., D’Amato, M. & Holgate, S. Environmental risk factors and allergic bronchial asthma. *Clin Exp Allergy* **35**, 1113–1124 (2005).
111. D’Amato, G. *et al.* Thunderstorm-related asthma: what happens and why. *Clin Exp Allergy* **46**, 390–396 (2016).
112. Mayaux, P. *et al.* Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* **360**, 373–384 (2005).

113. D'Amato, G. *et al.* Thunderstorm allergy and asthma: state of the art. *Multidiscip Respir Med* 16, 806 (2021).
114. Burney, P. *et al.* The distribution of total and specific serum IgE in the European Community Respiratory Health Survey. *J Allergy Clin Immunol* 99, 314–322 (1997).
115. Taylor, P. E., Flagan, R. C., Valenta, R. & Glovsky, M. M. Release of allergens as respirable aerosols: A link between grass pollen and asthma. *J Allergy Clin Immunol* 109, 51–56 (2002).
116. Singh, R., Srivastava, V. & Singh, A. *Environmental Issues Surrounding Human Overpopulation. Environmental Issues Surrounding Human Overpopulation* (2017). doi:10.4018/978-1-5225-1683-5.
117. D'Amato, G., Cecchi, L. & Annesi-Maesano, I. A trans-disciplinary overview of case reports of thunderstorm-related asthma outbreaks and relapse. *Eur Respir Rev* 21, 82–87 (2012).
118. Andrew, E. *et al.* Stormy weather: a retrospective analysis of demand for emergency medical services during epidemic thunderstorm asthma. *BMJ* 359, (2017).
119. Lindstrom, S. J. *et al.* Thunderstorm asthma outbreak of November 2016: a natural disaster requiring planning. *Med J Aust* 207, 235–237 (2017).
120. Department of Health. Victoria, A. Literature review on thunderstorm asthma and its implications for public health advice. <https://www.health.vic.gov.au/publications/literature-review-on-thunderstorm-asthma-and-its-implications-for-public-health-advice>.
121. Taylor, P. E., Flagan, R. C., Miguel, A. G., Valenta, R. & Glovsky, M. M. Birch pollen rupture and the release of aerosols of respirable allergens. *Clin Exp Allergy* 34, 1591–1596 (2004).
122. Traidl-Hoffmann, C. *et al.* Impact of pollen on human health: more than allergen carriers? *Int Arch Allergy Immunol* 131, 1–13 (2003).
123. Schäppi, G. F., Taylor, P. E., Staff, I. A., Rolland, J. M. & Suphioglu, C. Immunologic significance of respirable atmospheric starch granules containing major birch allergen Bet v 1. *Allergy* 54, 478–483 (1999).
124. Mirsaeidi, M. *et al.* Climate Change and Respiratory Infections. *Ann Am Thorac Soc* 13, 1223–1230 (2016).
125. Rossati, A. Global Warming and Its Health Impact. *Int J Occup Environ Med* 8, 7–20 (2017).
126. Bayard, V. *et al.* Outbreak of hantavirus pulmonary syndrome, Los Santos, Panama, 1999-2000. *Emerg Infect Dis* 10, 1635–1642 (2004).
127. Williams, P. L., Sable, D. L., Mendez, P. & Smyth, L. T. Symptomatic coccidioidomycosis following a severe natural dust storm. An outbreak at the Naval Air Station, Lemoore, Calif. *Chest* 76, 566–570 (1979).
128. Schneider, E. *et al.* A coccidioidomycosis outbreak following the Northridge, Calif, earthquake. *JAMA* 277, 904–908 (1997).

129. Park, B. J. *et al.* An epidemic of coccidioidomycosis in Arizona associated with climatic changes, 1998-2001. *J Infect Dis* 191, 1981–1987 (2005).
130. van Rhijn, N. & Bromley, M. The Consequences of Our Changing Environment on Life Threatening and Debilitating Fungal Diseases in Humans. *J Fungi (Basel)* 7, (2021).
131. Mitchell, D. H. *et al.* Cryptococcal disease of the CNS in immunocompetent hosts: influence of cryptococcal variety on clinical manifestations and outcome. *Clin Infect Dis* 20, 611–616 (1995).
132. Mak, S., Klinkenberg, B., Bartlett, K. & Fyfe, M. Ecological Niche Modeling of *Cryptococcus gattii* in British Columbia, Canada. *Environmental Health Perspectives* 118, 653–658 (2010).
133. Rodrigues, A. M. *et al.* The global epidemiology of emerging *Histoplasma* species in recent years. *Stud Mycol* 97, 100095 (2020).
134. Woodward, A. J. & Samet, J. M. Climate Change, Hurricanes, and Health. *Am J Public Health* 108, 33–35 (2018).
135. Waddell, S. L., Jayaweera, D. T., Mirsaeidi, M., Beier, J. C. & Kumar, N. Perspectives on the Health Effects of Hurricanes: A Review and Challenges. *Int J Environ Res Public Health* 18, (2021).
136. Kambali, S. *et al.* Pulmonary nontuberculous mycobacterial disease in Florida and association with large-scale natural disasters. *BMC Public Health* 21, 2058 (2021).
137. Honda, J. R., Bernhard, J. N. & Chan, E. D. Natural disasters and nontuberculous mycobacteria: a recipe for increased disease? *Chest* 147, 304–308 (2015).
138. Annesi-Maesano, I., Maesano, C. N., D’Amato, M. & D’Amato, G. Pros and cons for the role of air pollution on COVID-19 development. *Allergy* 76, 2647–2649 (2021).
139. McMichael, A. J., Woodruff, R. E. & Hales, S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet* 367, 859–869 (2006).
140. D’Amato, G. *et al.* The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens. *Allergy* 75, 2219–2228 (2020).
141. D’Amato, M. *et al.* The impact of cold on the respiratory tract and its consequences to respiratory health. *Clinical and Translational Allergy* 8, 20 (2018).
142. Fuller, R. *et al.* Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health* 6, e535–e547 (2022).
143. Brunekreef, B. *et al.* Ten principles for clean air. *European Respiratory Journal* 39, 525–528 (2012).
144. First Global Conference on Air Pollution and Health. <https://www.who.int/news-room/events/detail/2018/10/30/default-calendar/air-pollution-conference>.
145. WHO Manifesto for a healthy recovery from COVID-19. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-manifesto-for-a-healthy-recovery-from-covid-19>.
146. Air quality in Europe 2022 — European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022>.

147. Air quality in Europe - 2020 report — European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>.
148. Corte UE condanna l'Italia per violazione della direttiva sulla qualità dell'aria. <https://www.altalex.com/documents/news/2020/11/20/corte-ue-condanna-italia-per-violazione-della-direttiva-sulla-qualita-dell-aria>.
149. Ramanathan, V., Samet, J., Neira, M. & Sorondo, M. S. Air Pollution, Climate Change, and Health: A Declaration from the Vatican. *Ann Am Thorac Soc* 15, 1027–1029 (2018).
150. EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf.
151. Laudato si' (24 maggio 2015) | Francesco. https://www.vatican.va/content/francesco/it/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html.
152. ISPRA. Annuario in cifre 2021. I SPRA Stato dell'Ambiente 97/2022 ISBN: 978-88-448-1103-7
153. EU Clean Air Forum. https://environment.ec.europa.eu/events/eu-clean-air-forum-2021-11-18_en (2021).
154. Marco Martuzzi. La sesta Conferenza ministeriale su ambiente e salute: risultati e prospettive. *E&P*.
155. Siti di interesse nazionale (SIN). *Plone site* <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/siti-contaminati/siti-di-interesse-nazionale-sin>.
156. *SENTIERI - Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto.* (2023).
157. Wild, C. P. Complementing the genome with an ‘exposome’: the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 14, 1847–1850 (2005).
158. Niedzwiecki, M. M. *et al.* The Exposome: Molecules to Populations. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 59, 107–127 (2019).

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Sara Maio, Giuseppe Sarno, Ilaria Stanisci e Patrizia Silvi (Istituto di Fisiologia Clinica CNR, Pisa) per la preziosa assistenza editoriale.

Si ringrazia il Gruppo *Minds for one health* (M4OH), di cui sono stati ripresi alcuni documenti pubblicati nel 2022-23.

Si ringraziano anche i componenti del Comitato Esecutivo GARD-Italia per gli utili commenti.