

EVENTO FORMATIVO PER IL PERSONALE MEDICO

Aria pulita: conoscere, misurare, informare, curare

In occasione della presentazione della campagna informativa
Scegli di vivere due anni in più.

**Sabato
15 novembre
ore 9-13**

Villa Raby
sede OMCeO Torino
Corso Francia 8, Torino

L'inquinamento atmosferico rappresenta oggi uno dei principali fattori di rischio per la salute nelle aree urbane, con effetti documentati sia a breve sia a lungo termine.

Il ruolo del personale medico è cruciale non solo nella gestione clinica, ma anche nella prevenzione primaria.

Informare sugli effetti dell'inquinamento e promuovere comportamenti protettivi (riduzione dell'uso dell'auto, attenzione all'esposizione all'ozono) rappresenta un atto di salute pubblica.

Accreditato per Medici Chirurghi e Odontoiatri / Evento n. 4196 - 467517 / Crediti ECM: 3 / Obiettivo formativo nazionale (26)

Effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico

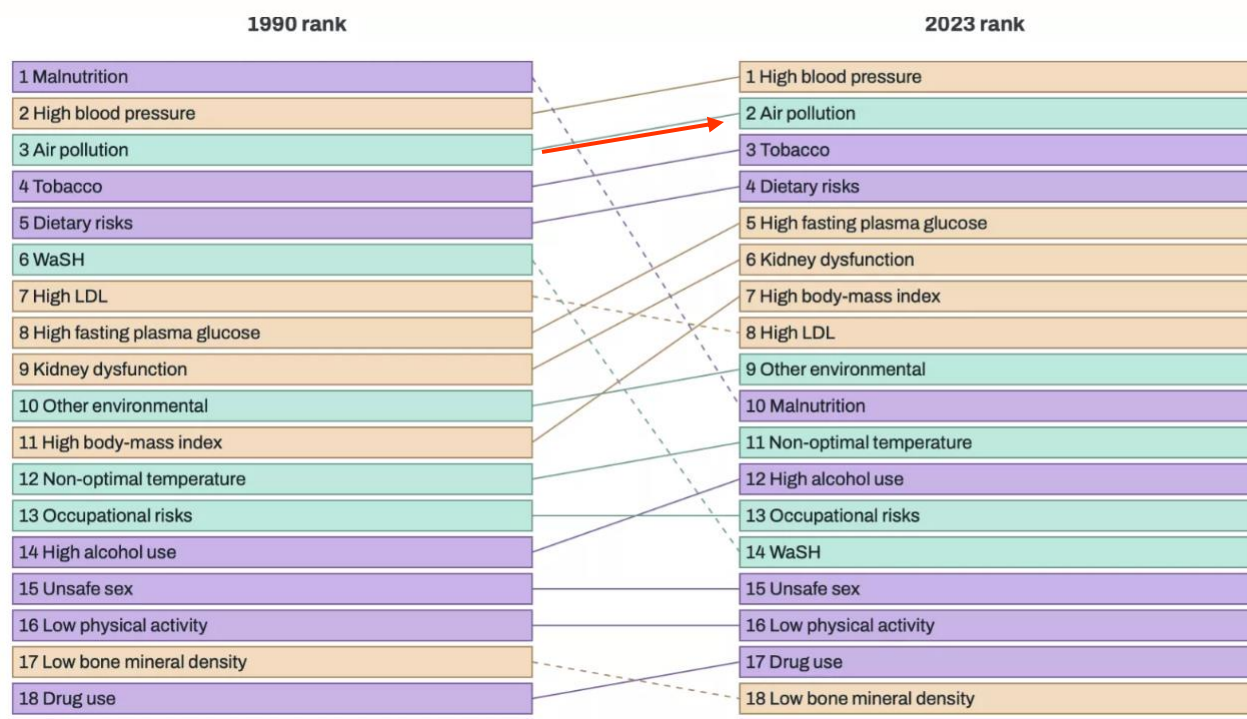
Antonella Bena

1. Rilevanza in termini di sanità pubblica
2. Modelli di studio
3. Overview
4. Prospettive future

1. Rilevanza in termini di sanità pubblica
2. Modelli di studio
3. Overview
4. Prospettive future

Burden of 375 diseases and injuries, risk-attributable burden of 88 risk factors, and healthy life expectancy in 204 countries and territories, including 660 subnational locations, 1990–2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023

[GBD 2023 Disease and Injury and Risk Factor Collaborators](#) *



L'inquinamento atmosferico è una delle principali minacce per la salute globale, superata solo dall'ipertensione.

- inquinamento atmosferico: 2° causa di morte prematura
- causa di 7,9 milioni di decessi nel 2023
- 8% del carico totale di malattie è causato dall'inquinamento da particolato (PM)

NOTIZIE

Le conseguenze sulla salute e sull'ambiente dell'esposizione all'inquinamento atmosferico rimangono pesanti in tutta Europa

Secondo l'ultima valutazione dell'impatto sulla salute della qualità dell'aria, pubblicata dall'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) con l'entrata in vigore delle nuove norme, quasi 240 000 decessi all'anno nell'Unione europea possono essere attribuiti al particolato fine, uno dei principali inquinanti atmosferici. Ancora una volta, che gli europei rimangono esposti a concentrazioni di inquinanti atmosferici notevolmente superiori ai livelli raccomandati dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS). Una valutazione separata ha altresì rilevato che quasi tre quarti degli ecosistemi europei sono esposti a livelli dannosi di inquinamento atmosferico.

Pubblicato 19/12/2024 — Ultima modifica 19/12/2024 — 5 min read — Photo: © Ivan Beshev, ImaginAIR / EEA

Cambia la lingua

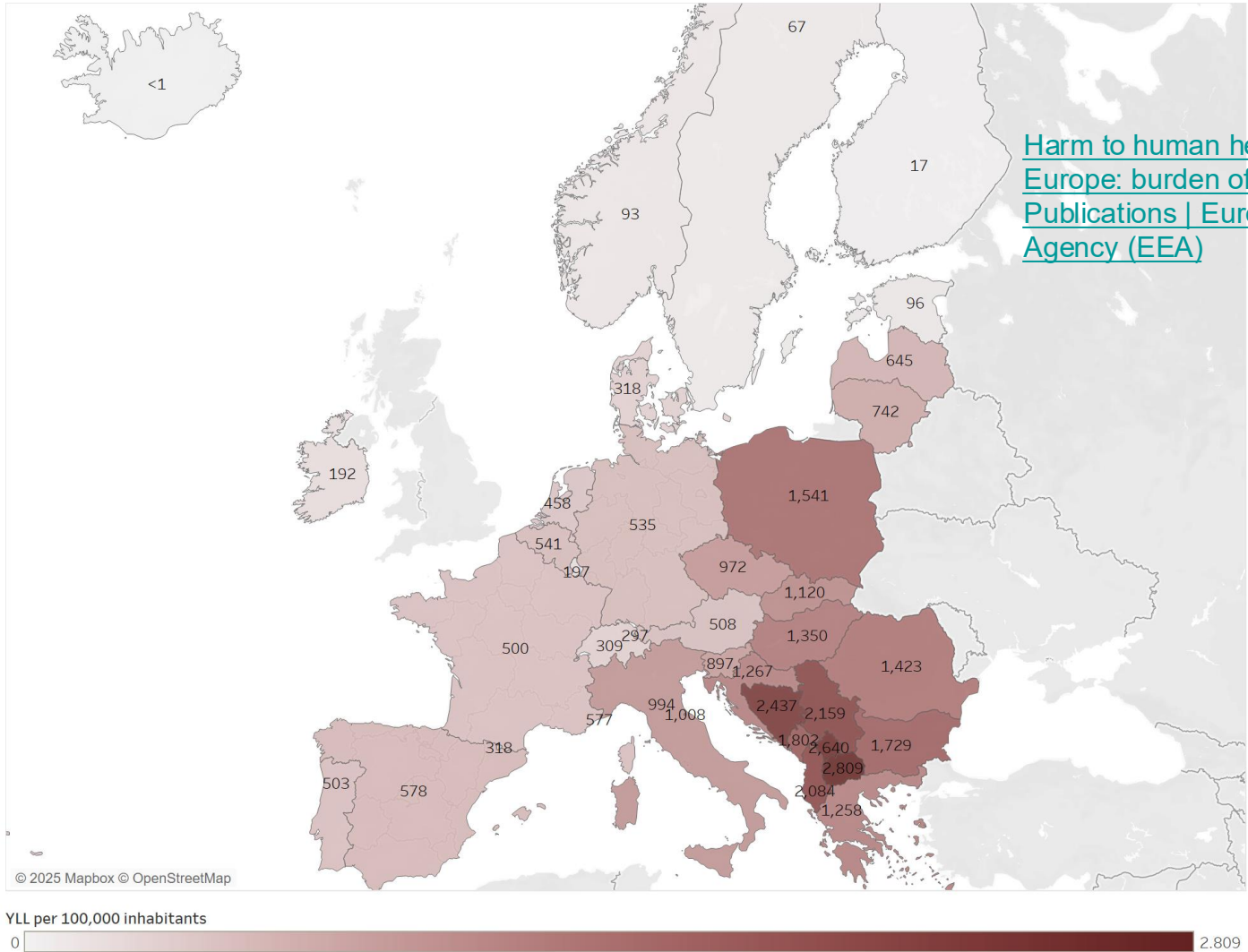
[Le conseguenze sulla salute e sull'ambiente dell'esposizione all'inquinamento atmosferico rimangono pesanti in tutta Europa — Agenzia europea dell'ambiente](#)

nel 2022 almeno 239 000 decessi nell'UE sono stati causati dall'esposizione all'inquinamento da particolato fine (PM_{2,5}) superiore alla concentrazione di 5 µg/m³ raccomandata dall'OMS

Key messages

- ➔ In 2022, European citizens remained exposed to air pollutant concentrations that were considerably higher than those recommended by the World Health Organization (WHO). Reducing air pollution to these levels could prevent a significant number of annual deaths in EU Member States (EU-27): 239,000 from exposure to particulate matter (PM_{2.5}); 70,000 from exposure to ozone (O₃) and 48,000 from exposure to nitrogen dioxide (NO₂).
- ➔ Between 2005 and 2022, the number of deaths in the EU attributable to PM_{2.5} fell by 45%, achieving the 55% reduction target outlined in the zero pollution action plan for 2030.
- ➔ In addition to premature mortality, the impacts from living with diseases related to air pollution are significant. It is vital that these impacts are considered when assessing the overall health burden of air pollution, as well as the benefits that would arise from cleaner air in Europe.

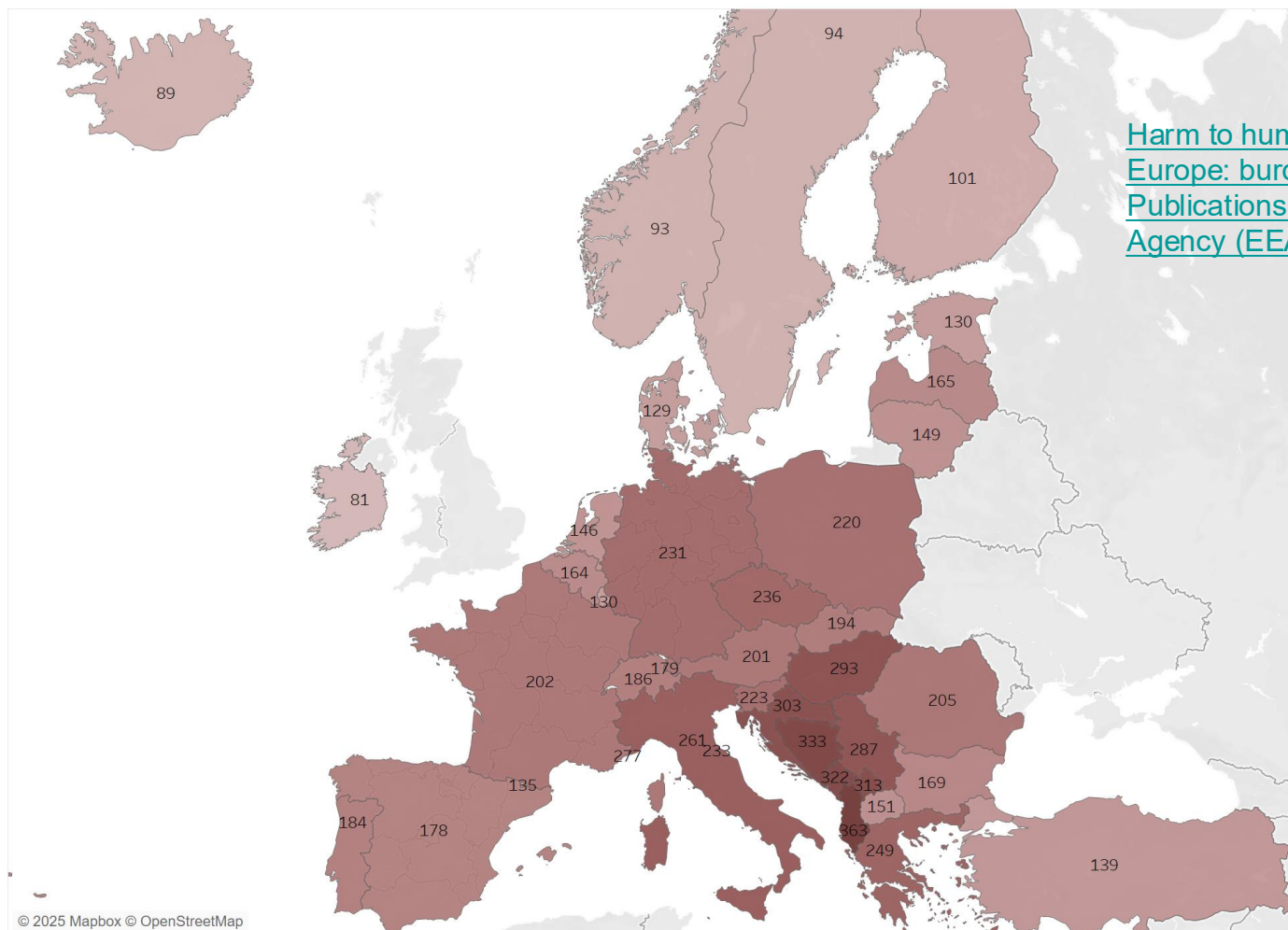
Tra il 2005 e il 2022, il **numero di decessi nell'UE** imputabili al particolato fine o PM_{2,5} è **diminuito del 45 %**,



[Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2024 | Publications | European Environment Agency \(EEA\)](#)

PM2.5

- In 2022 in Italy exposure to PM2.5 concentrations above the 2021 WHO AQ guideline level of 5µg/m3 was linked to:
- 48,600 attributable deaths
 - 113 attributable deaths per 100,000 inhabitants at risk
 - 425,200 years of life lost
 - 994 years of life lost per 100,000 inhabitants at risk



[Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2024 | Publications | European Environment Agency \(EEA\)](#)

O3

YLL per 100,000 inhabitants



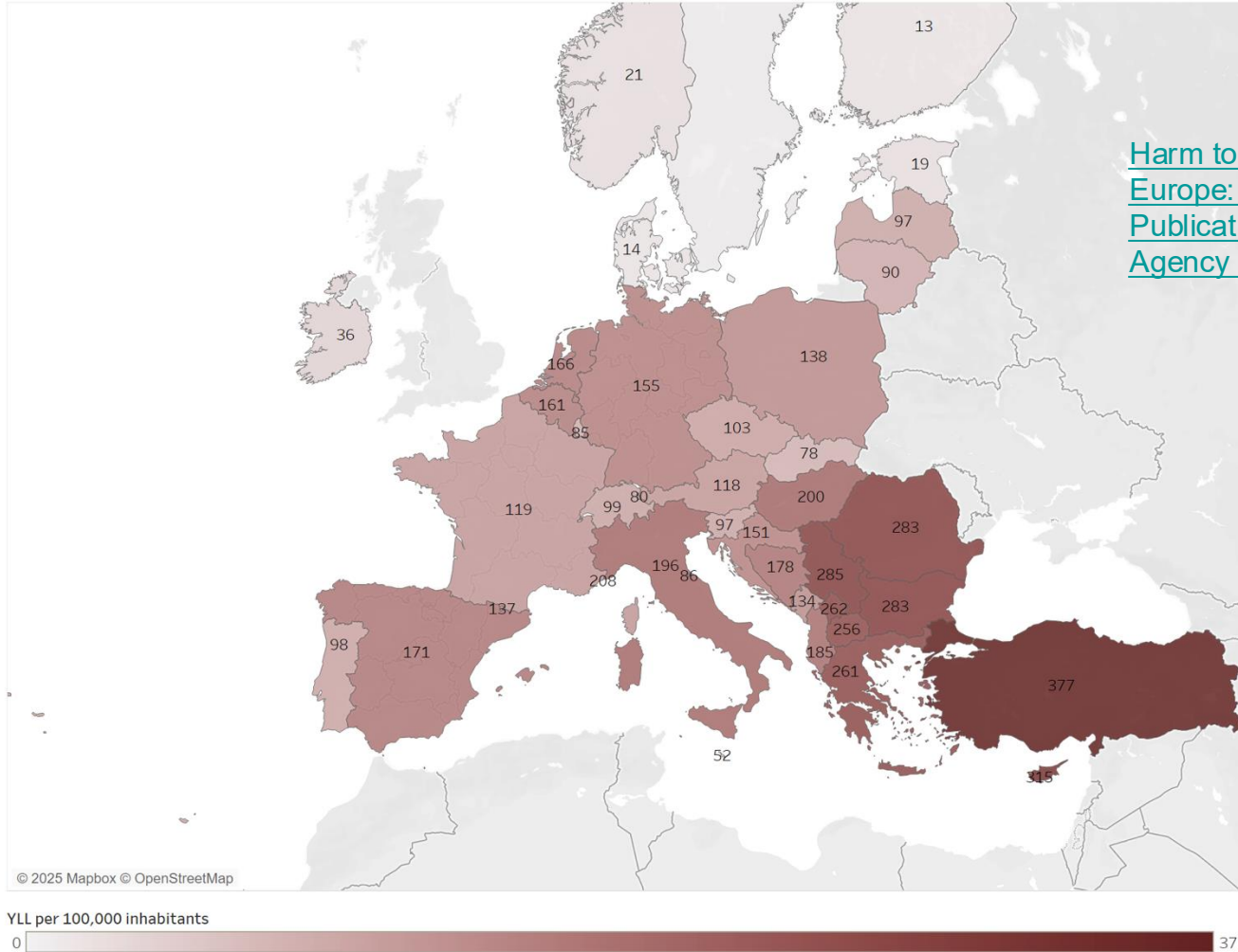
In 2022 in Italy exposure to O₃ concentrations above the 2021 WHO AQ guideline level of 60µg/m³ was linked to:

- 13,600 attributable deaths
- 29 attributable deaths per 100,000 inhabitants at risk
- 119,700 years of life lost
- 261 years of life lost per 100,000 inhabitants at risk

Antonella Bena – 15 ottobre 2025

[Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2024 | Publications | European Environment Agency \(EEA\)](#)

NO₂



In 2022 in Italy exposure to NO₂ concentrations above the 2021 WHO AQ guideline level of 10 µg/m³ was linked to:

- 9,600 attributable deaths
- 22 attributable deaths per 100,000 inhabitants at risk
- 84,200 years of life lost
- 196 years of life lost per 100,000 inhabitants at risk

1. Rilevanza in termini di sanità pubblica
- 2. Modelli di studio**
3. Overview
4. Prospettive future

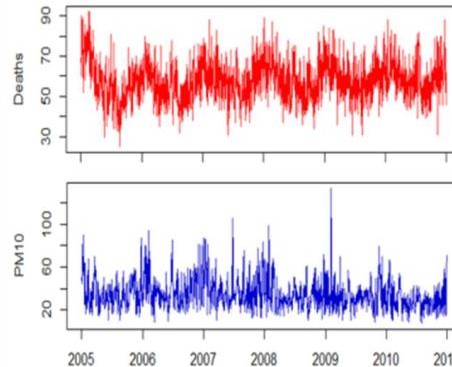
Gli studi di epidemiologia ambientale sono complessi per una serie di ragioni strutturali. Si tratta di indagare effetti sulla salute che sono per natura ***multifattoriali***; le caratteristiche individuali possono rivestire un ruolo determinante. Lo stile di vita insalubre, le cattive abitudini alimentari, il fumo di tabacco e lo stato socioeconomico svantaggiato sono fattori di rischio estremamente diffusi: è necessario predisporre strumenti metodologici adeguati al rilevamento e trattamento

schema concettuale
dell'ipotesi eziologica
e del quesito statistico
alla base degli studi
sugli **effetti acuti** (o “a
breve termine”)



ETIOLOGICAL HYPOTHESIS

Peaks in air pollution cause
concurrent peaks in mortality

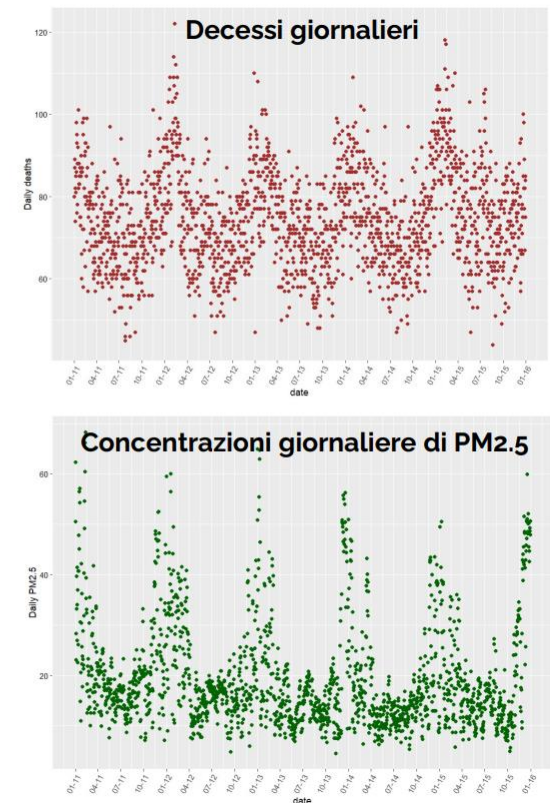


STATISTICAL QUESTION

Is there a correlation
between **daily time series**
of air pollutant and mortality,
after adjustment for time-
varying confounders?

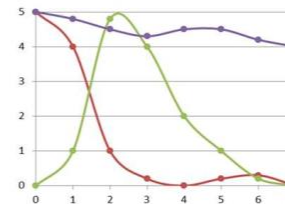
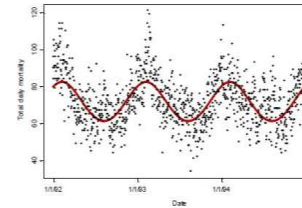
Studio di serie temporali

- l'unità di osservazione è il tempo (**giorno**)
- L'esito, l'esposizione ed i confondenti **variano nel tempo**
- In epidemiologia ambientale, disegno usato per studiare gli **effetti acuti di esposizioni ambientali** in cui:
 - L'esposizione e l'esito sono misurati a livello di popolazione (**approccio ecologico**)
 - Analisi della **correlazione statistica** tra le variazioni temporali dell'esposizione e quelle dell'esito, **al netto di fattori confondenti**



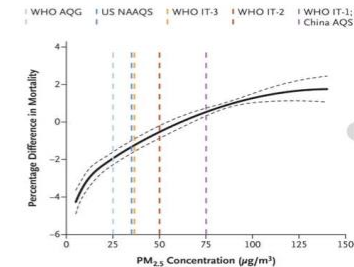
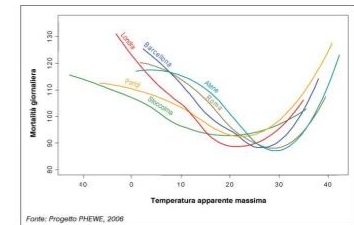
- **Confondenti:**

- Trend stagionali e di lungo periodo
- Giorno della settimana
- Meteorologia (e.g. temperatura dell'aria)



- Analisi della latenza temporale (lag)

- Analisi della relazione **concentrazione-risposta**



■ MISA 1 e 2

- MISA1: EP2001, 8 città coinvolte, dati 1990-1999
- MISA2: EP2004, 15 città coinvolte, dati 1996-2002



■ EPIAIR 1 e 2

- EPIAIR 1: EP2009, 10 città coinvolte, dati 2001-2005
- EPIAIR 2: EP2013, 25 città coinvolte, dati 2006-2010



Sorveglianza epidemiologica dell'inquinamento atmosferico

- **BEEP:** Ricoveri a livello nazionale (8,000 comuni), mortalità in 5 regioni Italiane



- **BIGEPI:** EP2024, Mortalità a livello nazionale (8,000 comuni)

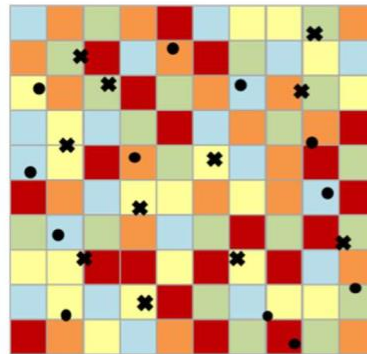


schema concettuale
dell'ipotesi eziologica
e del quesito statistico
alla base degli studi
sugli **effetti cronici** (o
“a lungo termine”)



ETIOLOGICAL HYPOTHESIS

Chronic exposure to air pollution
increases the risk of adverse
events on the long run

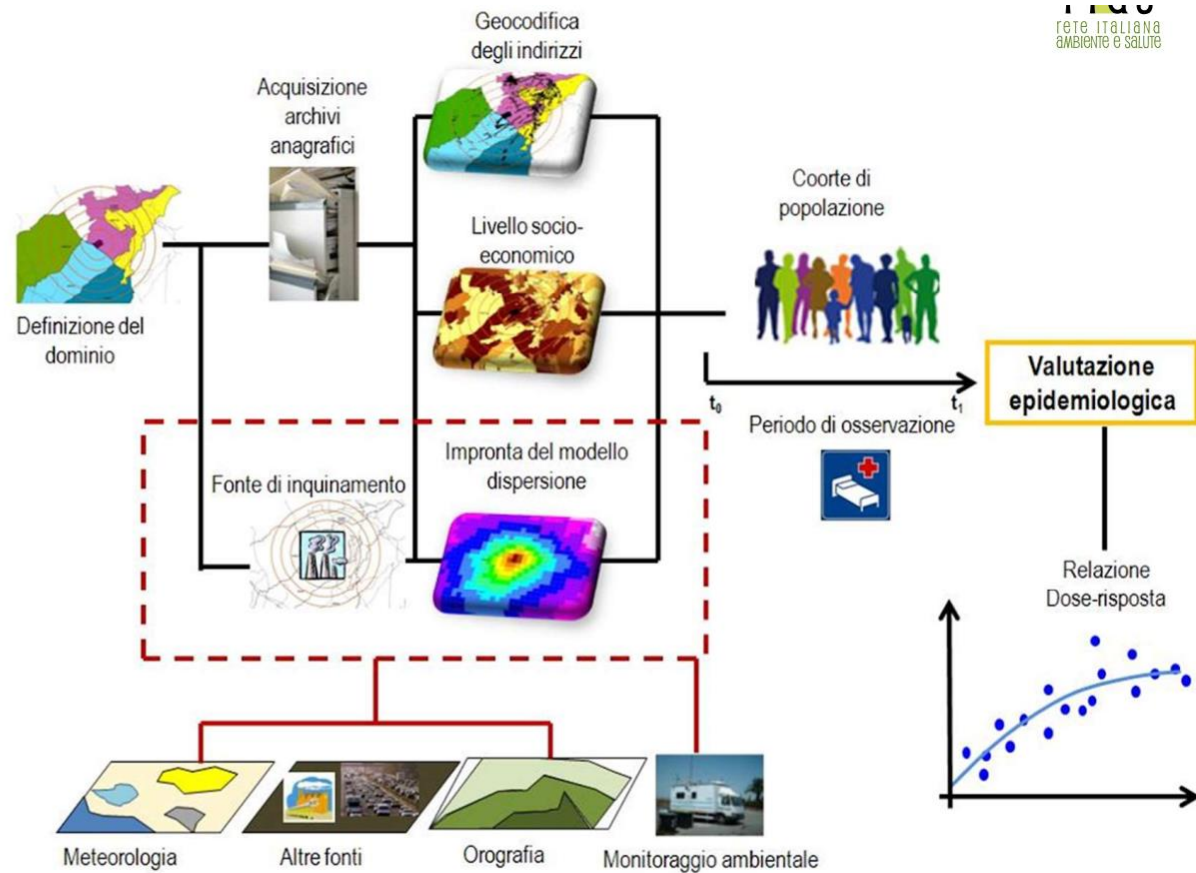


STATISTICAL QUESTION

Is there a correlation between
the **spatial distribution of air
pollutant** (E) and mortality (D),
after adjustment for individual
and area-level confounders?

Studio di coorte

- L'unità di osservazione è **l'individuo**.
- Un gruppo di individui (coorte) è definito sulla base di una **specifica esposizione ad un fattore di rischio** per una determinata malattia
- Tutti i soggetti devono essere **privi della malattia** al baseline -> **analisi di incidenza**
- **Gli individui vengono seguiti nel tempo** dal baseline fino al verificarsi dell'esito ovvero all'uscita dallo studio



- **ESCAPE:** «*European Study of Cohorts for Air Pollution Effects*»
22 coorti (360,000 individui) da 13 paesi, modelli LUR città-specifici
- **ELAPSE:** «*Effects of Low-Level Air Pollution: A Study in Europe*»
19 coorti (23 milioni di individui) da 12 paesi, modello LUR in tutta Europa
- **EXPANSE:** «*EXposome Powered tools for healthy living in urbAN SETtings*»
20 partners da 14 paesi, focus sull'esposoma urbano
- **EPICOVAIR:** «*Inquinamento atmosferico e COVID-19 in Italia*»
Indagine su inquinamento e COVID-19 tra 4 milioni di casi in Italia
- **BIGEPI:** «*Big Data per la valutazione degli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico nella popolazione italiana*»
5 coorti (2,8 milioni di individui) da 5 città italiane, modelli satellitari



ids
rete italiana
ambiente e salute

ELAPSE



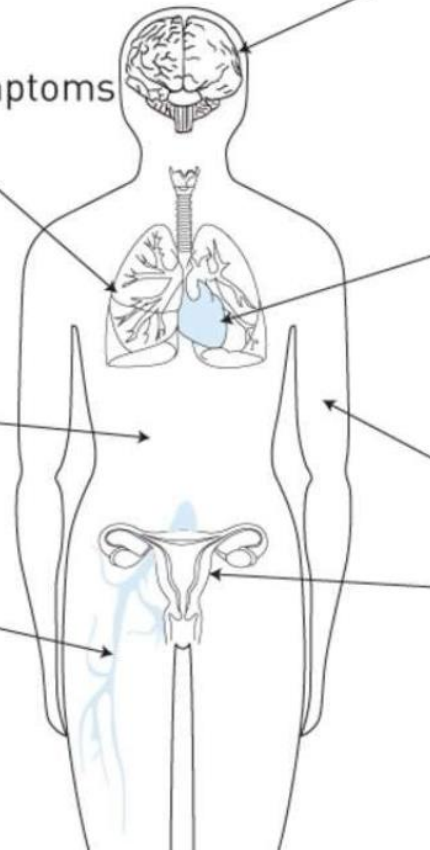
1. Rilevanza in termini di sanità pubblica
2. Modelli di studio
- 3. Overview**
4. Prospettive future

Respiratory disease mortality
Respiratory disease morbidity
Lung cancer
Pneumonia

Upper and lower respiratory symptoms
Airway inflammation
Decreased lung function
Decreased lung growth

Insulin resistance
Type 2 diabetes
Type 1 diabetes
Bone metabolism

High blood pressure
Endothelial dysfunction
Increased blood coagulation
Systemic inflammation
Deep venous thrombosis



Stroke
Neurological development
Mental health
Neurodegenerative diseases

Cardiovascular disease mortality
Cardiovascular disease morbidity
Myocardial infarction
Arrhythmia
Congestive heart failure
Changes in heart rate variability
ST-segment depression

Skin ageing

Premature birth
Decreased birthweight
Decreased fetal growth
Intrauterine growth retardation
Decreased sperm quality
Pre-eclampsia

Source: ERS 2017

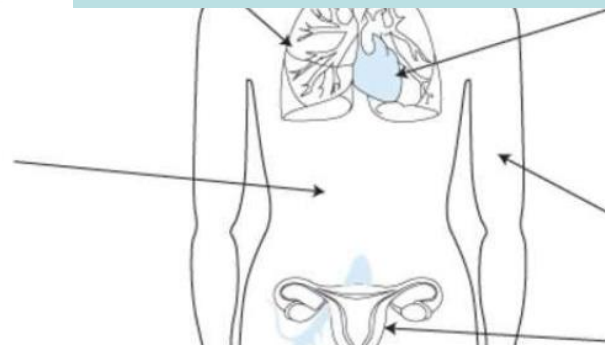
Respiratory disease mortality
Respiratory disease morbidity
Lung cancer
Pneumonia
 Upper and lower respiratory tract infections
 Airway inflammation
 Decreased lung function
 Decreased lung growth

Insulin resistance
Type 2 diabetes
Type 1 diabetes
 Bone metabolism

High blood pressure

Forte evidenza di una relazione causale tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico da particolato con un diametro aerodinamico inferiore a $2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) e la mortalità per tutte le cause, per infezioni acute delle basse vie aeree, cardiopatia ischemica, ictus, broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) e cancro ai polmoni.

Lancet 2020;396(10258):1223-49



Arrhythmia
Congestive heart failure
 Changes in heart rate variability
 ST-segment depression
 Skin ageing

Premature birth

Un numero crescente di prove suggerisce anche una relazione con l'asma, il diabete di tipo II e gli impatti sulla mortalità neonatale dovuti al basso peso alla nascita e alla breve gestazione, nonché effetti neurologici nei bambini e negli adulti.

Eur Respir J 2017;49(1):1600419

Low birth weight
 Growth retardation
 Poor quality

Nel mondo tra il 2000 e il 2023, i decessi globali per **malattie non trasmissibili** dovuti all'inquinamento atmosferico sono aumentati del 13% (da 5,99 milioni a 6,8 milioni, ovvero 110 decessi in più ogni giorno). Il 50% dei decessi per malattie respiratorie croniche e il 25% per malattie cardiache sono attribuibili all'inquinamento atmosferico.

<https://www.healthdata.org/news-events/newsroom/news-releases/new-report-shows-nearly-9-10-global-air-pollution-deaths-are>

Respiratory disease mortality
Respiratory disease morbidity
Lung cancer
Pneumonia
 Upper and lower respiratory tract infections
 Airway inflammation
 Decreased lung function
 Decreased lung growth

Insulin resistance
Type 2 diabetes
Type 1 diabetes
 Bone metabolism

High blood pressure
 Endothelial dysfunction

Congestive heart failure
 Changes in heart rate variability
 ST-segment depression
 Skin ageing

Premature birth
Decreased birthweight
 Reduced fetal growth
 Growth retardation
 Low birth quality

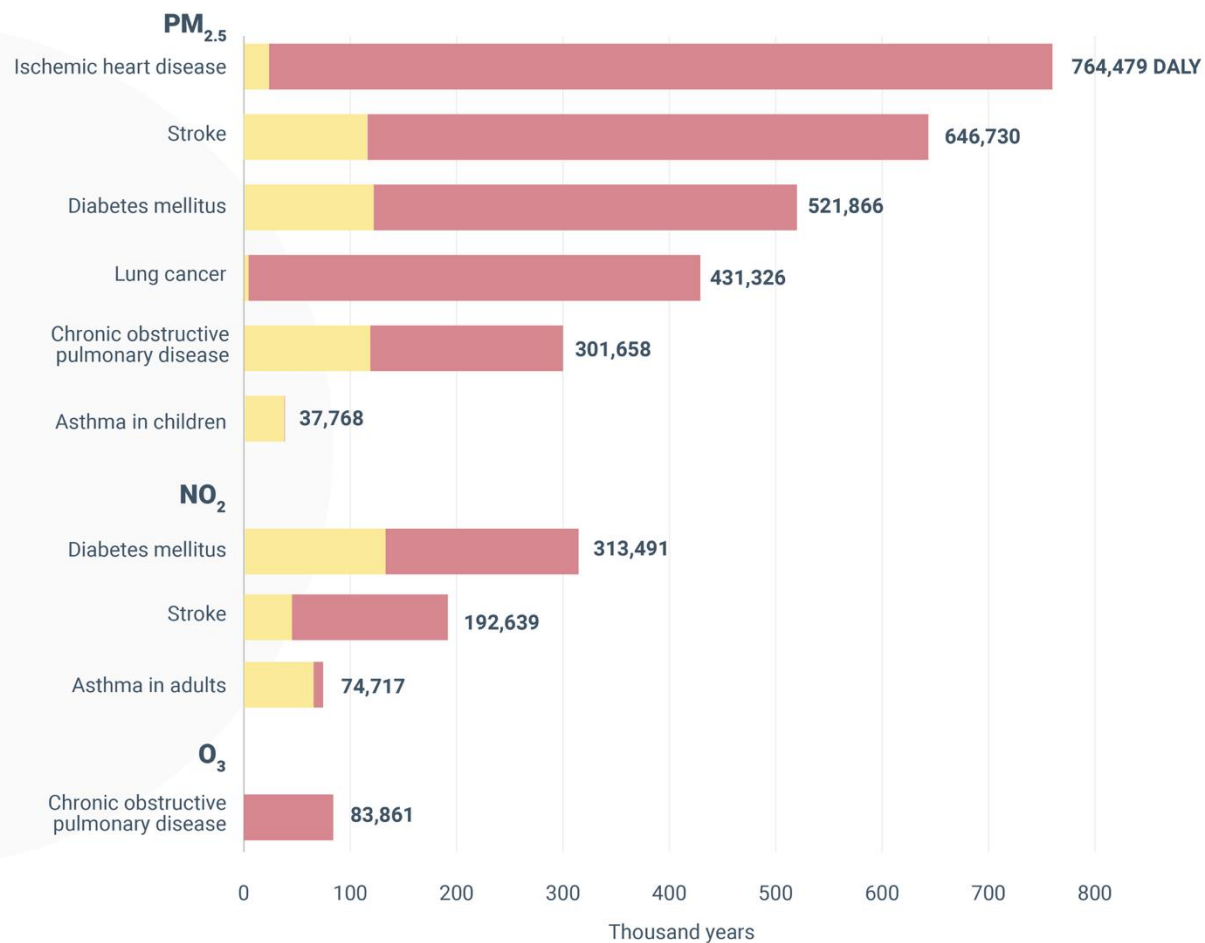
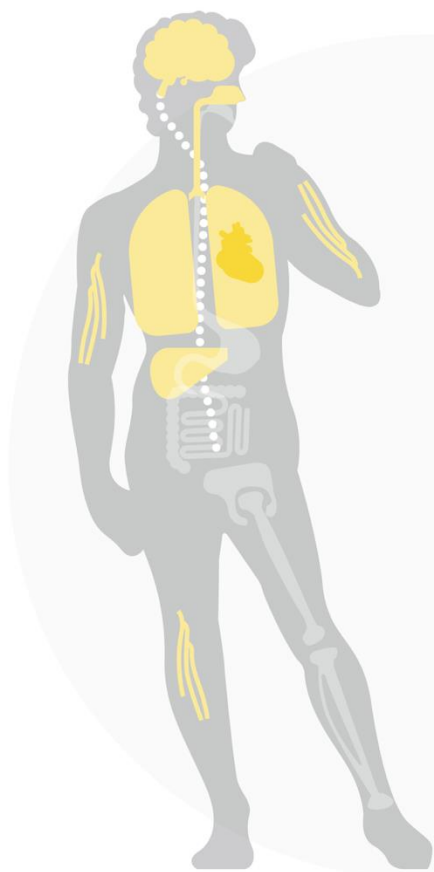


32% delle nascite pretermine nel 2023 sono state attribuite all'esposizione all'inquinamento atmosferico da PM.

<https://www.healthdata.org/research-analysis/health-topics/air-pollution>

Disability-adjusted life years (DALY)

● Years lived with disability (YLD) ● Years of life lost (YLL)



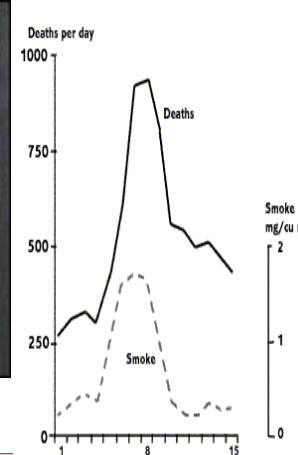
Associazioni significative con PM_{2.5} (HR 1.05 per 5µg/m³), NO₂ (HR 1.04 per 10 µg/m³) e Black Carbon (HR 1.04 per 0.5X10⁻⁵/m).

Le curve dose-risposta sono più ripide alle basse concentrazioni
Effetti dannosi si verificano anche a livelli di *concentrazione di inquinanti molto bassi e non esistono soglie* rilevabili al di sotto delle quali l'esposizione può essere considerata sicura per la totalità della popolazione

ELAPSE project, Stafoggia et al Lancet Planetary Health 2022;
7 coorti amministrative; 28 milioni di persone



Londra, 1952



Logan WP. Mortality in the London fog incident, **1952**. Lancet. 1953 Feb 14;1(6755):336-8.

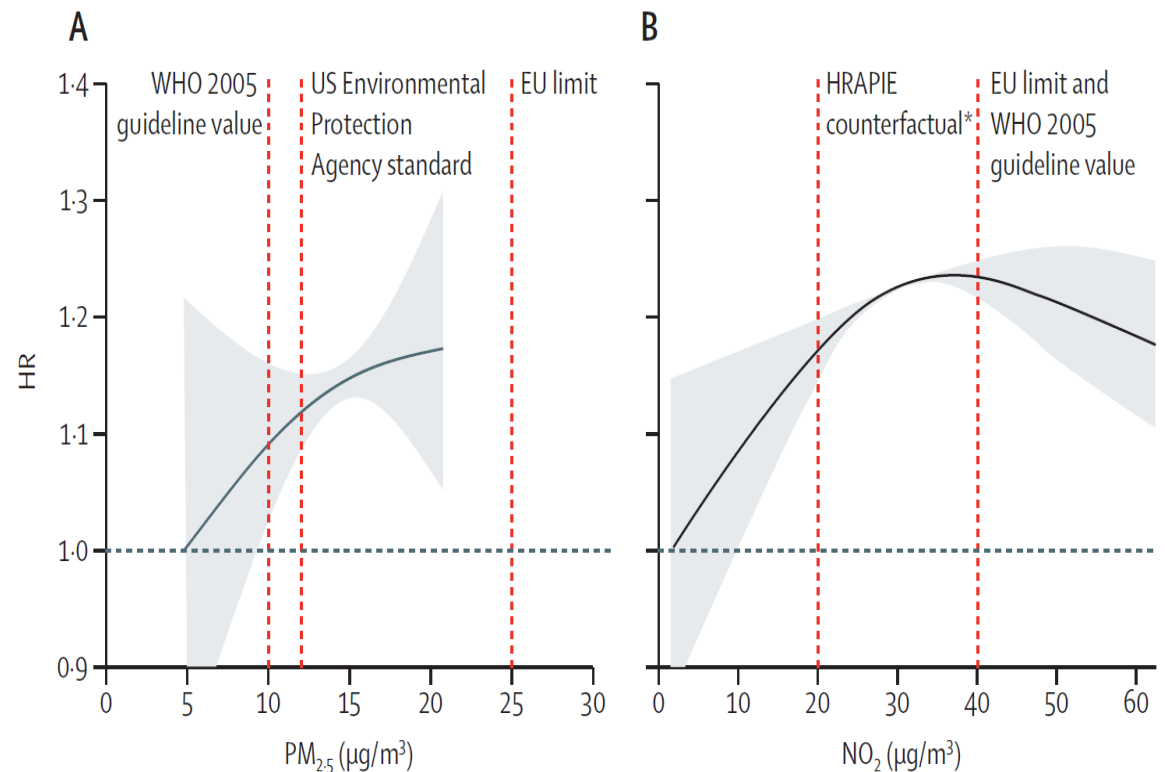


Figure 3: Meta-analytical concentration-response functions of the association between air pollutants and non-accidental mortality

Effetti a breve termine

- maggiori negli anziani
- non solo in aree urbane ma anche in aree suburbane e rurali

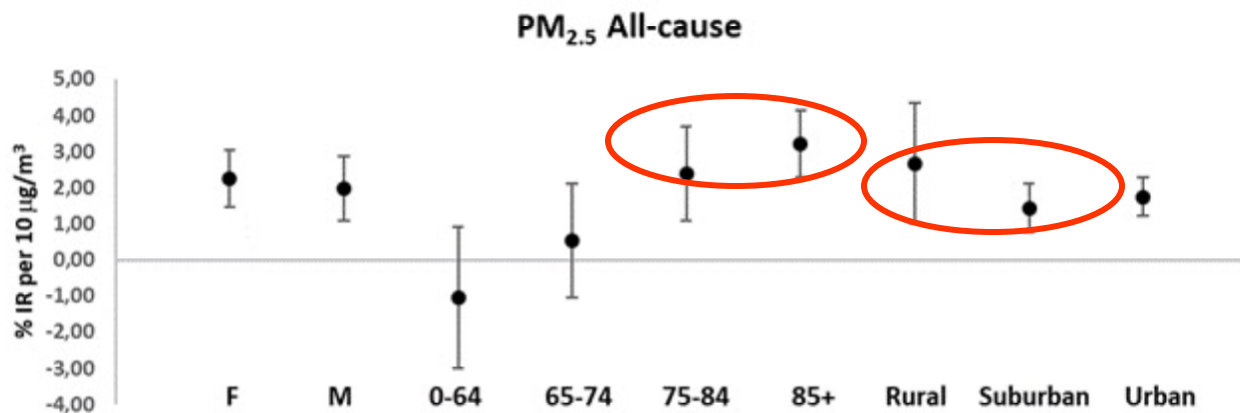


Figura 2. Percentuale di incremento di rischio (% IR) di mortalità per cause naturali per incrementi di 10 µg/m³ di PM_{2.5}. Analisi stratificate per sesso, gruppi di età e grado di urbanizzazione.

La nuova direttiva sulla qualità dell'aria fissa al 2030 l'obiettivo di riduzione a $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ per $\text{PM}_{2.5}$, con possibilità di deroga fino al 2040



Impatto $\text{PM}_{2.5}$ - Decessi attribuibili in Italia

(Rapporti ISTISAN, ISS, 2021)

$\text{PM}_{2.5}$
(Avg. year 2015)

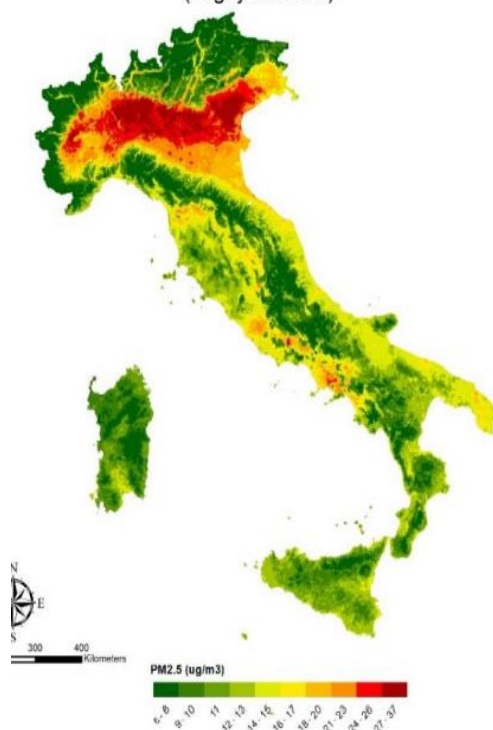


Table 6. $\text{PM}_{2.5}$ long-term exposure attributable deaths, Italy (2016-2019)

Area	Population	PWE	Threshold: 10 mg/m³				Threshold: 5 mg/m³			
	30+	(mg/m³)	AD	95% CI		AF (%)	AD	95% CI		AF (%)
Natural causes										
Italy	42 952 673	16.5	28906	22083	32225	4.69	50856	38974	56608	8.26
North	19 354 371	20.5	20841	15952	23213	7.45	30589	23507	34003	10.93
Central	8 664 082	14.5	3916	2979	4375	3.10	8511	6501	9489	6.75
South	14 934 220	12.6	4149	3152	4637	1.98	11755	8966	13115	5.60

Considerando i nuovi limiti OMS, ogni anno il $\text{PM}_{2.5}$ è responsabile in Italia di **50.856 decessi (8,3% della mortalità totale)**, 11% nelle regioni settentrionali, 14% nelle 6 aree metropolitane più grandi

Nuovi valori AQG (OMS 2021)

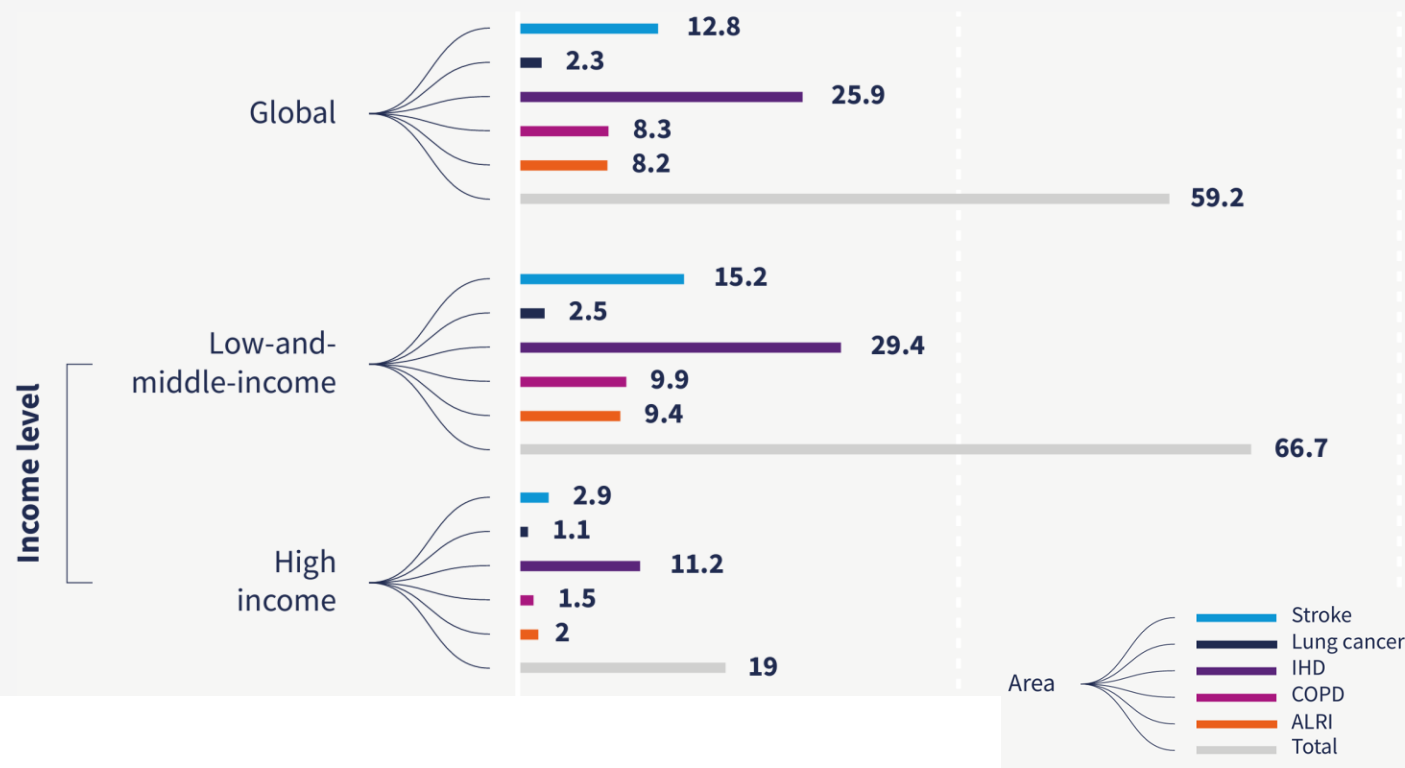
- $\text{PM}_{2.5}$ da 10 a $5\mu\text{g}/\text{m}^3$

Antonella Bena – 15 ottobre 2025

Indicatori Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile

3.9.1 – Mortalità attribuibile all’Inquinamento atmosferico, 23 settembre 2024

Fig. 3.1 Age-standardized mortality rates (per 100 000 capita) attributed to ambient air pollution in 2019, by region, income level and cause

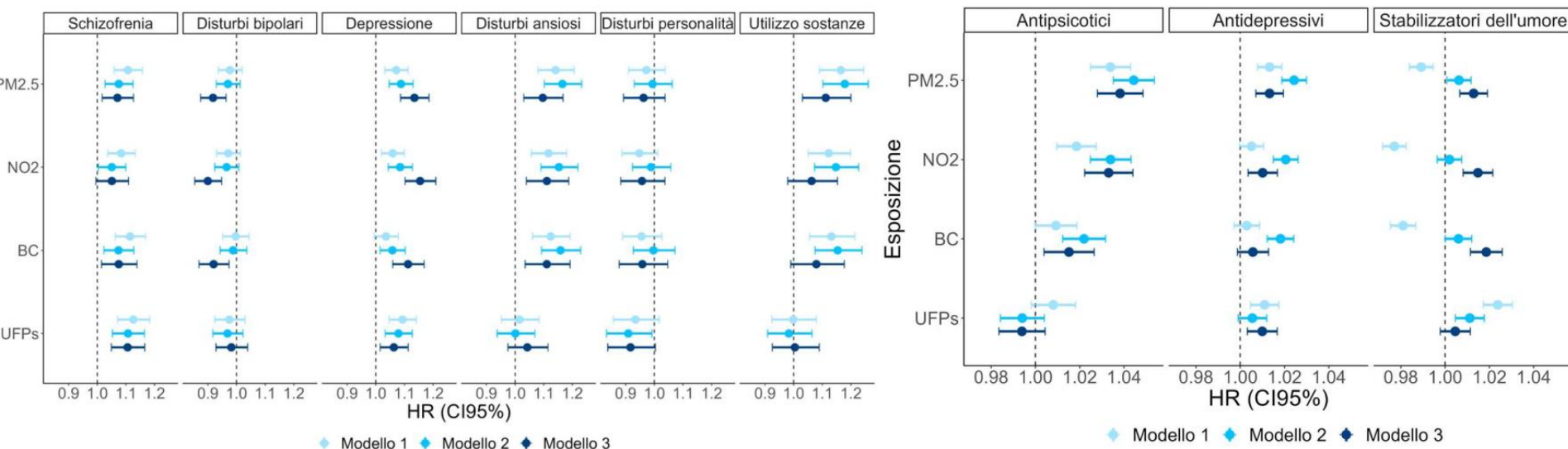


L'inquinamento atmosferico causa un elevato numero di decessi e disabilità soprattutto nei paesi a basso e medio reddito



Effetti cronici su patologie psichiatriche

Associazione tra concentrazioni medie annue di inquinanti ed incidenza di patologie psichiatriche, da fonte SDO (sinistra) o farmaceutica (destra): HR, e IC 95%. per incrementi degli inquinanti pari al loro IQR



1,739,277 individuals, 30 + years, from the 2011 census in Rome, Italy, and followed them up until 2019

Nobile et al. Environ Int. 2023 Nov;181:108302

	PM _{2.5}	NO ₂	BC	UFPs
IQR	1.13	7.86	0.39	2675.85
	µg/m ³	µg/m ³	*10 ⁻⁵ /m	part.



Review article

Environmental risk factors for all-cause dementia, Alzheimer's disease dementia, vascular dementia, and mild cognitive impairment: An umbrella review and meta-analysis

Aaron Jones^{a,b,*}, Muhammad Usman Ali^a, Alexandra Mayhew^{a,b,c}, Komal Aryal^a, Darly Dash^a, Derek R. Manis^{d,f}, Atiya Rehman^a, Vanessa Taler^{f,g}, Andrew P. Costa^{a,b}, David B. Hogan^h, Parminder Raina^{a,b,c}, Lauren Griffith^{a,b,c}

Results of meta-analysis of environmental risk factors.

Outcome	# of reviews	RR (95% CI)	I ²
All-cause dementia			
Fine particulate matter (PM 2.5)	9	1.28 (1.19, 1.38)	72.6%
Particulate matter (PM10)	3	1.10 (0.98, 1.23)	15.5%
Nitrogen dioxide (NO ₂)	6	1.04 (1.02, 1.07)	37.3%
Nitrogen oxides (NO _x)	5	1.10 (1.04, 1.16)	22.4%
Ozone (O ₃)	5	1.00 (0.98, 1.03)	0.3%
Carbon monoxide (CO)	2	1.52 (1.31, 1.77)	28.2%
Shift work	3	1.13 (1.08, 1.19)	0.0%
Night shift	3	1.14 (1.07, 1.20)	0.0%
Neighbourhood greenness	3	0.97 (0.95, 0.98)	0.0%
Chronic noise	2	1.07 (1.05, 1.10)	97.2%
Alzheimer's disease dementia			
Fine particulate matter (PM 2.5)	8	1.53 (1.07, 2.18)	97.4%
Particulate matter (PM10)	2	1.03 (0.83, 1.28)	62.2%
Nitrogen dioxide (NO ₂)	2	1.03 (0.95, 1.10)	0.0%
Ozone (O ₃)	5	1.06 (0.99, 1.15)	25.5%
ELF-MF	4	1.40 (1.24, 1.59)	0.0%
Vascular dementia			
Fine particulate matter (PM 2.5)	4	1.50 (1.25, 1.80)	0.0%
Particulate matter (PM10)	2	1.12 (1.04, 1.20)	0.0%

Gli inquinanti atmosferici, in particolare il PM2.5, sono associati a un rischio più elevato di demenza.

Migliorare la qualità dell'aria potrebbe ridurre il rischio di demenza.

1. Rilevanza in termini di sanità pubblica
2. Modelli di studio
3. Overview
4. **Prospettive future**

ESITI: indagare ***esiti alternativi*** (disordini neurologici e psichiatrici, esiti materni e infantili, ...)

ESPOSIZIONI: indagare ***esposizioni non convenzionali*** (Black Carbon, polveri ultrafini, sabbie desertiche, ...)

APPROCCIO “EXPOSOME”: indagare le interdipendenze tra inquinamento e ***altre esposizioni ambientali*** (temperatura, SES, spazi verdi, dieta, ...)

INFERENZA CAUSALE: applicare metodi innovativi di *inferenza causale* per fornire maggiori prove sul nesso di causalità tra inquinamento e salute

ACCOUNTABILITY STUDIES: disegnare studi che valutino ***l'efficacia degli interventi e delle politiche*** in termini di impatto sulla salute dei cittadini

Grazie

antonellabena25@gmail.com