

## PNRR Missione 4 –Componente 2 –Investimento 1.3 –Partenariato esteso 8

**Programma di Ricerca** – AGE-It - A NOVEL PUBLIC-PRIVATE ALLIANCE TO GENERATE SOCIOECONOMIC, BIOMEDICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR AN INCLUSIVE ITALIAN AGEING SOCIETY; **Spoke n. 3** – Fattori clinici e ambientali, stato funzionale e multi morbilità: stratificare la progressione e la prognosi delle malattie, della fragilità e della disabilità;  
**Tematica 4** – L'impatto del cambiamento climatico e dell'inquinamento sulla salute in una popolazione che invecchia

**Kick-off meeting, 25/11/2024**

# Impatto dell'inquinamento dell'aria e del cambiamento climatico su invecchiamento e patologie croniche a differenti latitudini: valutazione dei rischi e delle strategie preventive Il progetto AIRCLIMACT

**Francesco Gianfagna (PI)**, Giovanni  
Veronesi  
EPIMED - Università dell'Insubria, Varese  
<http://epimed.uninsubria.it>

Alessandro Gialluisi, Anna Picca  
Università LUM G. Degennaro, Casamassima



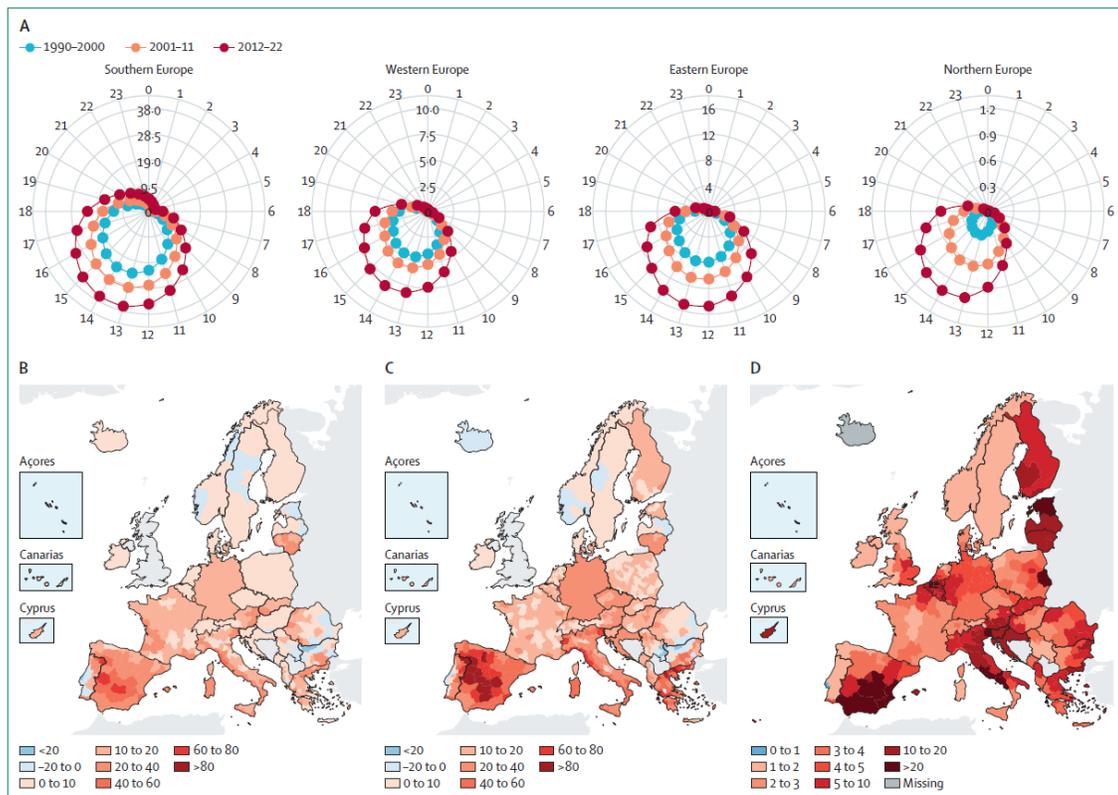
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELL'INSUBRIA



UNIVERSITÀ  
**LUM**  
GIUSEPPE  
DEGENNARO

# 1. Introduzione - Cambiamenti climatici e salute

## EU – Cambiamento numero di ore/anno a rischio caldo e % numero di morti attribuiti a calore



2013-22 vs  
2003-12, M

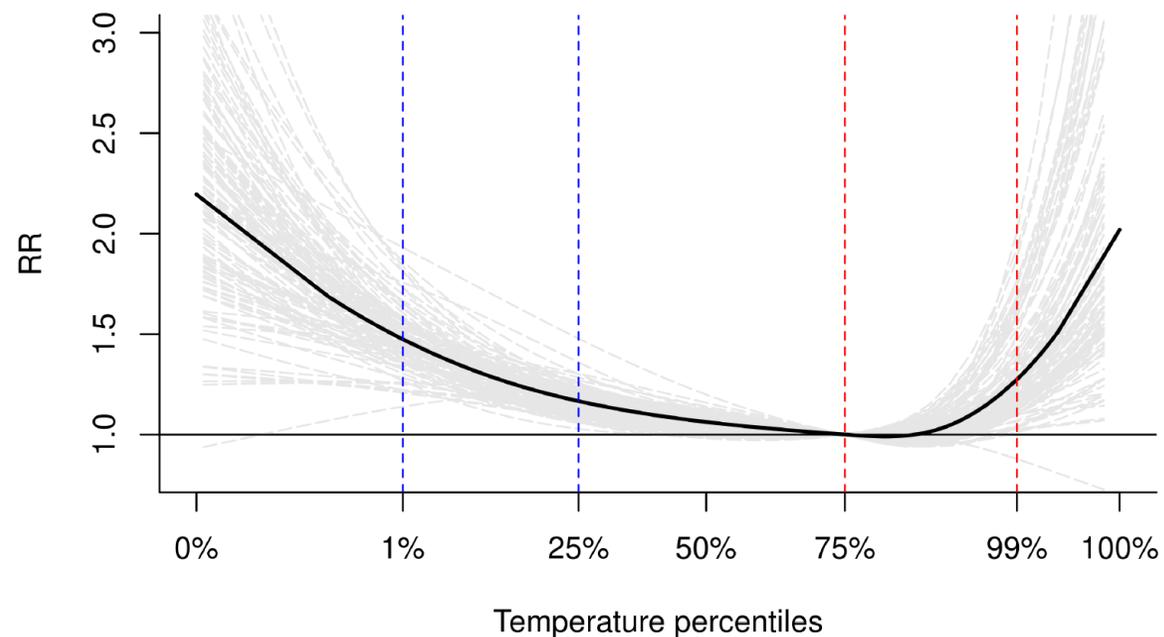
2013-22 vs  
2003-12, F

2003-22 vs  
**1850-1900**

Lancet Countdown, Lancet Public Health 2024



## ITA - Incremento di rischio (RR) di mortalità giornaliera, per provincia (in grigio) e stima meta-analitica (in nero)



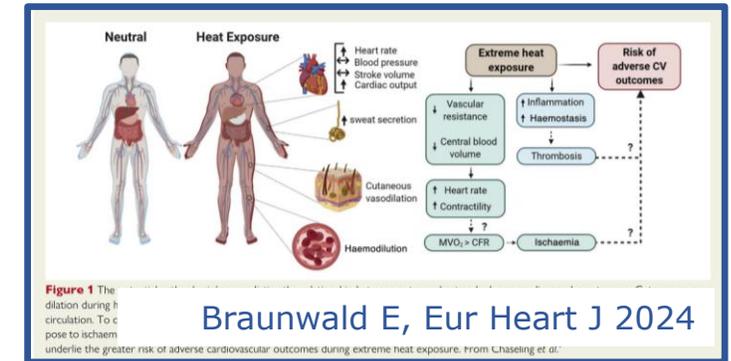
Stafoggia M, Epidemiol Prev 2023



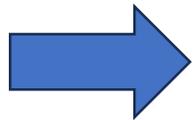
## 2. Obiettivi

Quali **effetti congiunti** dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento **sui rischi di salute?**

Quali **meccanismi di biologici** che li sottendono, in particolare **nella fase dell'invecchiamento?**



**Coorti di popolazione:** costituiscono un **enorme valore aggiunto**, potendo disporre di **dati individuali su stili di vita** (quali fumo, dieta, attività fisica) e fattori di **suscettibilità/vulnerabilità** (e.g. socio-economici) **difficilmente disponibili** in maniera completa e affidabile **nelle banche dati amministrative sanitarie**.



**Armonizzare ed integrare in due coorti di popolazione italiana** (30000 uomini e donne), rappresentative del nord e del sud, **i dati climatici e di inquinamento**, in modo da poter stimare gli eventuali effetti congiunti su **incidenza e mortalità delle principali patologie croniche** in coorti di popolazione italiane che invecchiano

### 3. METODI Popolazione in studio - Le coorti di popolazione

**Dati armonizzati** stante la comune partecipazione a studi internazionali di popolazione [e.g. MORGAM Project]

#### Coorte RoCAV

Popolazione generale 50-75 anni (al 2012), reclutata nel 2013-2016 tra i residenti **nella città di Varese**

- **N=3 777 partecipanti**
  - **Visita basale:** questionari su stili di vita, fattori sociali; storia clinica, farmacologica, occupazionale, familiare; misurazioni di parametri antropometrici, pressione ematica, ECG e spirometria; biobanca (**infla, insulina, BA**); **indice caviglia-braccio e velocità dell'onda sfigmica, ecografia dell'aorta addominale**
- Follow-up:** stato in vita completo al 31/12/2020. Eventi CV incidenti (CHD, stroke, AF, HF, VTE) al 31/12/2022. Nel corso del progetto: estensione al 31/12/2024. Richiamo N=1500 nel 2021 (COVID-19)

Gianfagna F, BMC Cardiovasc Disord 2016



#### Coorte Moli-sani

Popolazione generale >35 anni (al 2005), reclutata nel 2005-2010 tra i residenti in alcuni centri della **Regione Molise**



- **N=24 325 partecipanti**
  - **Visita basale:** questionari su stili di vita, fattori sociali; storia clinica, farmacologica, occupazionale, familiare; misurazioni di parametri antropometrici, pressione ematica, ECG e spirometria, biobanca (**infla&emostasi, troponina, NT-pro-BNP, Cystatin C, C-peptide, testosterone, VitD, genoma, metilazione del DNA**); **test psicometrici, osteodensitometria**
- Follow-up:** stato in vita completo al 31/12/2020. Eventi CV incidenti (CHD, stroke, AF, HF, VTE), **neurologici e oncologici** al 31/12/2022. Nel corso del progetto: estensione al 31/12/2024. Richiamo 2471 (2015) e 1500 nel 2021 (COVID-19)

Di Castelnuovo A, Eur J Prev Cardiol 2012



## 4. METODI Dati in studio - **Inquinamento e clima**

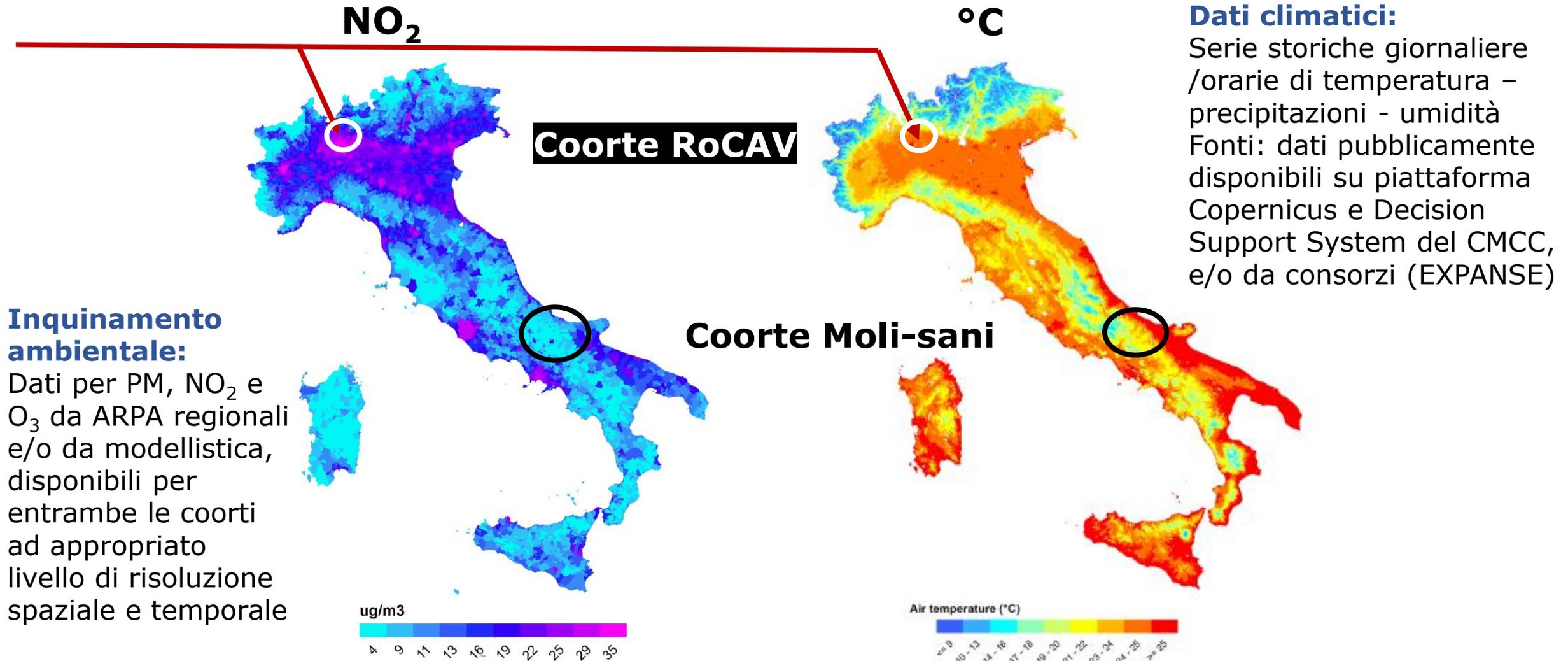


Figure 1. Annual average concentrations of PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>2</sub>. Italy, 2016-2019

Figure 2. Daily mean air temperature from June to August. Italy, 2013-2015.

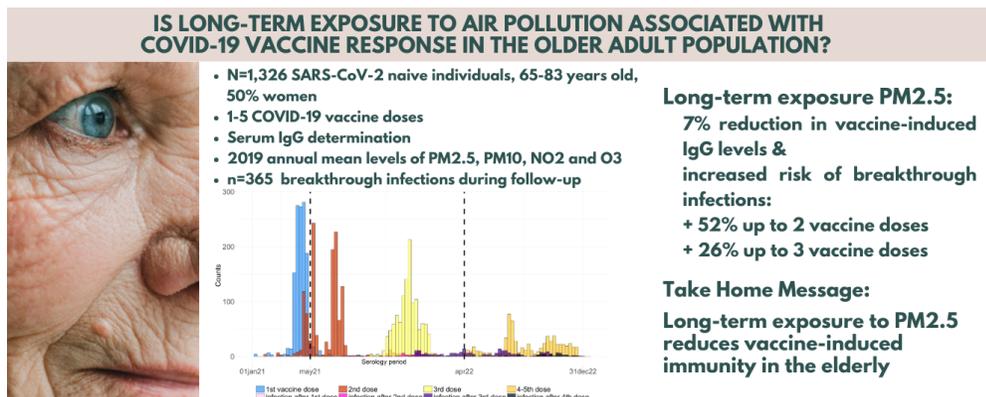


# 4. METODI Dati in studio - Inquinamento e clima

## Coorte RoCAV

Esposizione di lungo-periodo a inquinamento atmosferico e **COVID-19 in Provincia di Varese**

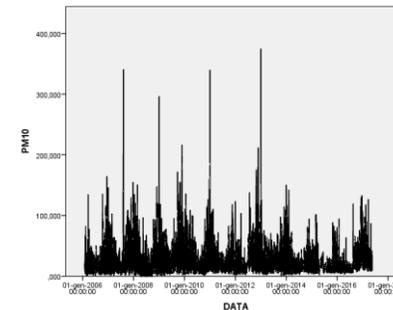
- Incremento di 5%** nel rischio di infettività per incremento di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella media annua di **PM2.5** - maggiore nella fascia di età 55-74 anni [Veronesi G. et al, *OEM* 2022]
- L'esposizione a **miscele di inquinanti** determina un numero di **casi aggiuntivi** dovuti a **interazione** di  $\text{PM}_{10}$  con  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_3$  ( $\text{PM}_{10}$ : 854 infezioni da SARS-CoV-2, e 174 ospedalizzazioni per COVID-19 per 100,000 anni-persona, coexp  $\text{O}_3$ : + 278 infezioni da SARS-CoV-2 [Veronesi G. et al, *Epidemiology* 2025])



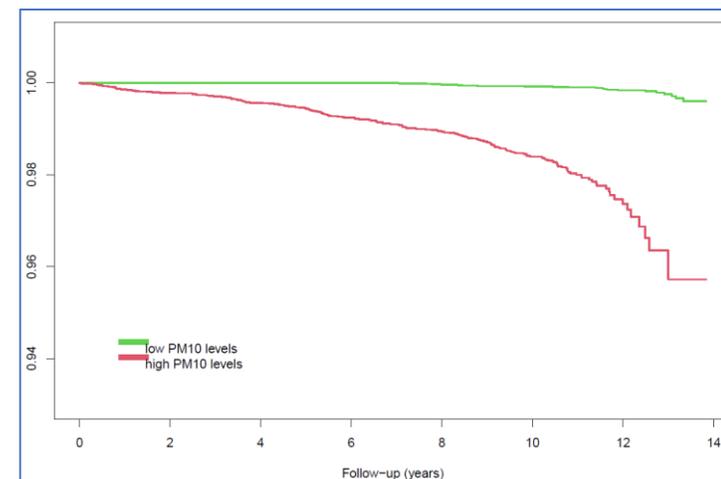
## Coorte Moli-sani

Esposizione a inquinamento atmosferico e Parkinson **nella coorte Moli-sani**

Air pollution levels for each land box



Yearly levels of (2006-2018) **nitrogen oxides** ( $\text{NOX}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), ozone (**O3**), carbon monoxide (**CO**), sulfur dioxide (**SO2**), particulate matter (**PM10**), **BTX hydrocarbons** (benzene, toluene and xylene)



Total events: 213  
Median (IQR) follow-up: 11.2 (2.0) y

[Gialluisi A. et al, *under review*]

## 5. METODI Piano di analisi

---

### 1. Individuazione e armonizzazione dei dati

- Preparazione di mappe climatiche e ambientali [mesi 1-5]
- *Record linkage* tra dati climatici e ambientali e i partecipanti, tramite indirizzi di residenza geo-referenziati [mesi 5-6]
- Estensione del follow-up di eventi sanitari per i partecipanti alle coorti [mesi 1-7]

**2. Analisi dei dati:** sviluppo di modelli di sopravvivenza utilizzando sia metodi «classici» che con approccio «machine learning», separatamente in entrambe le coorti e produzione di stime *pooled*

- Mortalità per causa [mesi 7-10]
- Incidenza patologie cardiovascolari [mesi 11-12]

## 6. RISULTATI **ATTESI**

---

**Disponibilità di dati armonizzati** climatici, ambientali e sanitari **su ampio campione di popolazione italiana** (circa 30,000 soggetti complessivamente)

**Rappresentative** di popolazioni a **differente pressione ambientale** e climatica, di contesti **urbani e rurali**, e del **nord e sud Italia**;

- **stime di impatto, indipendenti da altre co-esposizioni** che mancano in coorti amministrative, quali gli **stili di vita** [step forward verso la «causalità»]
- **stime di impatto congiunte** legate alla co-esposizione climatica e ambientale;
- **meccanismi di azione** e pathway biologici;
- In sottogruppi potenzialmente a **maggiore suscettibilità e vulnerabilità**, quali gli **anziani** e i soggetti con **basso stato socio-economico**
- Benchmark per **espansione ad ulteriori fattori di esposizione**, quale ad esempio le precipitazioni (e.g. siccità)

## 7. IMPATTO **ATTESO**

---

Il progetto risulta **innovativo** rispetto al panorama di attuali conoscenze sugli effetti del cambiamento climatico sui rischi di salute, per la **diversità e la caratterizzazione delle coorti incluse**

La potenzialità dello studio di **identificare strati di popolazione a maggior rischio di salute** legato al clima e all'inquinamento, nonché di stilare **linee guida per la prevenzione e/o mitigazione** di tali rischi, rappresenta un elemento forte di **trasferibilità dei risultati** del progetto

**Il Progetto AIRCLIMACT – Grazie per l'attenzione!**