



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MILANO

# Bambini in età scolare ed esposizione personale all'inquinamento atmosferico

Luca Boniardi, Ph. D.

Dipartimento di Scienze Cliniche e di Comunità (DISCCO)

# INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Un motivo di preoccupazione a livello mondiale

## AIR POLLUTION – THE SILENT KILLER

Every year, around **7 MILLION DEATHS** are due to exposure from both outdoor and household air pollution.

**Air pollution is a major environmental risk to health.** By reducing air pollution levels, countries can reduce:



Stroke



Heart disease



Lung cancer, and both chronic and acute respiratory diseases, including asthma

REGIONAL ESTIMATES ACCORDING TO WHO REGIONAL GROUPINGS:



CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution



## WHO IS MOST IMPACTED BY AIR POLLUTION?

### Children

Pneumonia is the leading cause of death in children under five years of age. Air pollution is a major risk factor.

### Women

Women working in smoky kitchens are exposed to high levels of household air pollution.

### Outdoor workers

People who work outdoors, such as street vendors and traffic officers, are affected by air pollution.

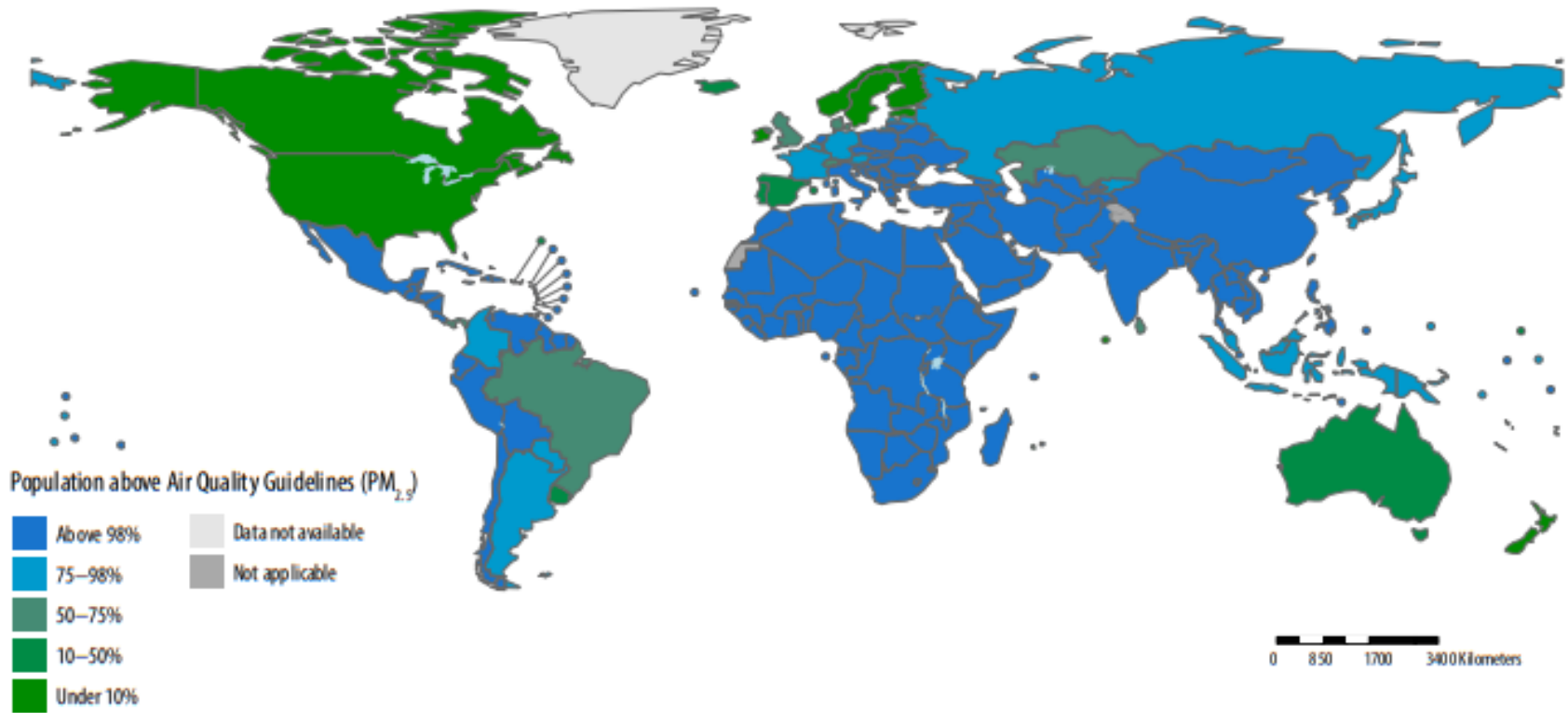
CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution



# INQUINAMENTO ATMOSFERICO

## L'esposizione dei bambini a PM<sub>2.5</sub>



# INQUINAMENTO ATMOSFERICO

## L'impatto sulla salute dei bambini

Review

A Section 508-conformant HTML version of this article is available at <https://doi.org/10.1289/EHP4381>.

### Association between Outdoor Air Pollution and Childhood Leukemia: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis

Tommaso Filippini,<sup>1</sup> Elizabeth E. Hatch,<sup>2</sup> Kenneth J. Rothman,<sup>2,3</sup> Julia E. Heck,<sup>4</sup> Andrew S. Park,<sup>4</sup> Alessio Crippa,<sup>5</sup> Nicola Orsini,<sup>6</sup> and Marco Vinceti<sup>1,2</sup>

Research

### Prenatal Particulate Air Pollution and DNA Methylation in Newborns: An Epigenome-Wide Meta-Analysis

Olena Gruzjeva,<sup>1,2</sup> Cheng-Jian Xu,<sup>3,4,5</sup> Paul Yousefi,<sup>6,7</sup> Caroline Relton,<sup>6,7</sup> Simon Kebede Merid,<sup>1</sup> Carrie V. Breton,<sup>8</sup> Lu Gao,<sup>8</sup> Heather E. Volk,<sup>9,10</sup> Jason I. Feinberg,<sup>9</sup> Christine Ladd-Acosta,<sup>11</sup> Kelly Bakulski,<sup>11</sup> Charles Auffray,<sup>12</sup> Nathanaël Lemonnier,<sup>12,13</sup> Michelle Plusquin,<sup>14,15</sup> Akram Ghantous,<sup>16</sup> Zdenko Herceg,<sup>16</sup> Tim S. Nawrot,<sup>14,17</sup> Costanza Pizzi,<sup>18</sup> Lorenzo Richiardi,<sup>18</sup> Franca Rusconi,<sup>19</sup> Paolo Vineis,<sup>15</sup> Manolis Kogevinas,<sup>20-22</sup> Janine F. Felix,<sup>23-25</sup> Liesbeth Duijts,<sup>23,26</sup> Herman T. den Dekker,<sup>23-25</sup> Vincent W. V. Jaddoe,<sup>23-25</sup> José L. Ruiz,<sup>27,28</sup> Mariona Bustamante,<sup>20-22,27</sup> Josep Maria Martine Vrijheid,<sup>20-22</sup> Kristine B. Gutzkow,<sup>30</sup> Regina Grazuleviciene,<sup>31</sup> Carles Hernandez,<sup>32</sup> Johanna Lepeule,<sup>34</sup> Jean Bousquet,<sup>35,36</sup> Anna Bergström,<sup>1,2</sup> Inger Kull,<sup>1,37,38</sup> Cilla Sjöström,<sup>39</sup> the Biobank-based Integrative Omics Studies (BIOS) Consortium,<sup>43</sup> Ulrike Gehring,<sup>40</sup> Rosalind J. Wright,<sup>47</sup> Cheng Peng,<sup>48</sup> Diane R. Gold,<sup>48,49</sup> Itai Kloog,<sup>50</sup> Dawn L. DeMarse,<sup>51</sup> Gerard H. Koppelman,<sup>3,4</sup> Stephanie J. London,<sup>51</sup> Andrea A. Baccarelli,<sup>52\*</sup> and Erik S. Venn<sup>1,2</sup>

### Outdoor Air Pollution and the Burden of Childhood Asthma across Europe

Haneen Khreis<sup>1,2,3,4</sup>, Marta Cirach<sup>2,3,4</sup>, Natalie Mueller<sup>2,3,4</sup>, Kees de Hoogh<sup>5,6</sup>, Gerard Hoek<sup>7</sup>, Mark J Nieuwenhuijsen<sup>2,3,4</sup> and David Rojas-Rueda<sup>2,3,8</sup>

50–75%

10–50%

Under 10%

### Ambient air pollution and overweight and obesity in school-aged children in Barcelona, Spain

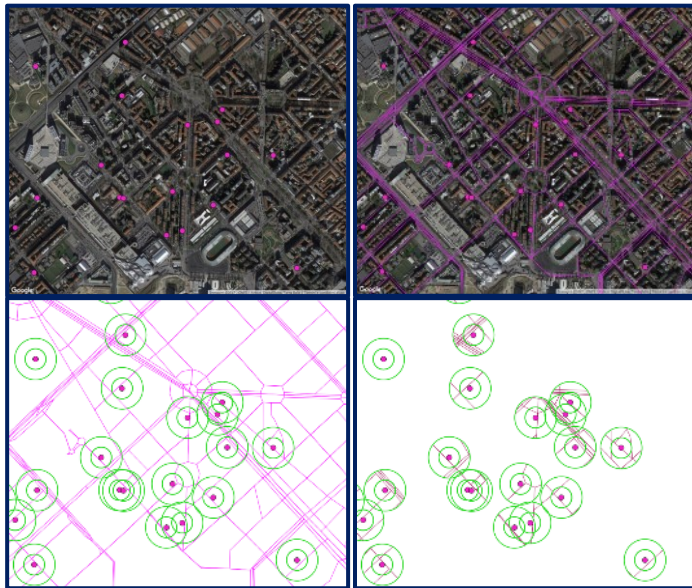
Jeroen de Bont<sup>a,b,c</sup>, Maribel Casas<sup>a,b,c</sup>, Jose Barrera-Gómez<sup>a,b,c</sup>, Marta Cirach<sup>a,b,c</sup>, Ioar Rivas<sup>d</sup>, Damaskini Valvi<sup>e</sup>, Mar Álvarez<sup>a,b,c</sup>, Payam Davvand<sup>a,b,c</sup>, Jordi Sunyer<sup>a,b,c</sup>, Martine Vrijheid<sup>a,b,c,\*</sup>



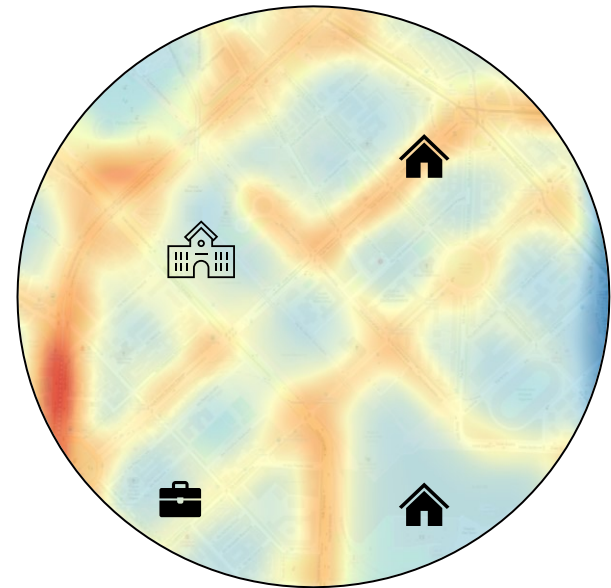
# INQUINAMENTO ATMOSFERICO

La stima dell'esposizione per studi epidemiologici

Proxy di traffico



Stima concentrazioni



Attribuzione valore  
centralina



# Perché misurare l'esposizione personale?

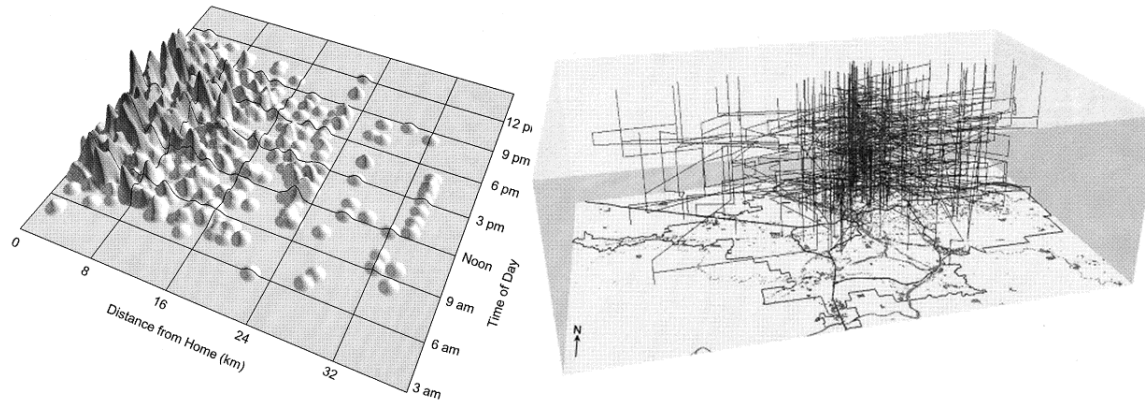


Grafico della densità di attività (sinistra) e grafico "aquario spazio-tempo" (destra)

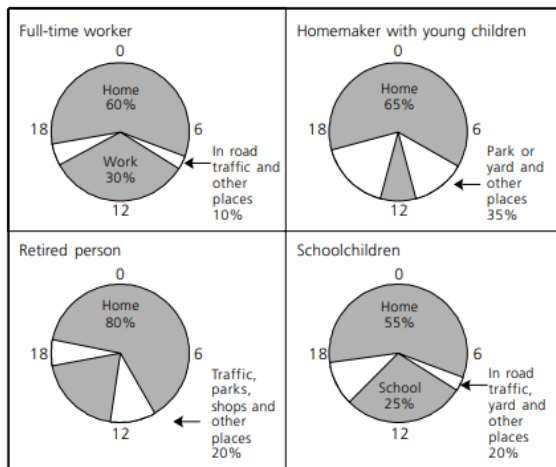
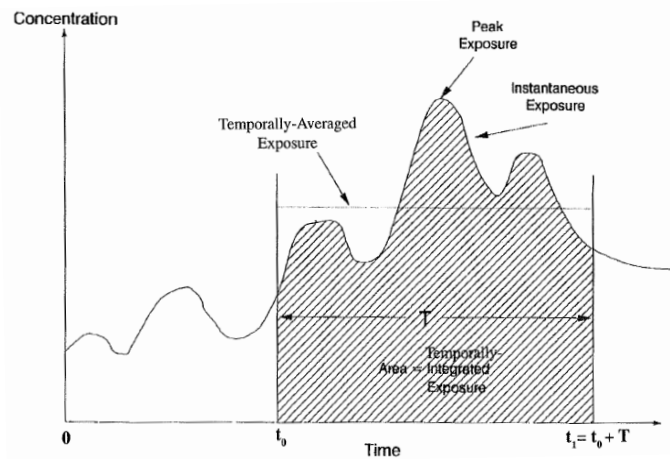
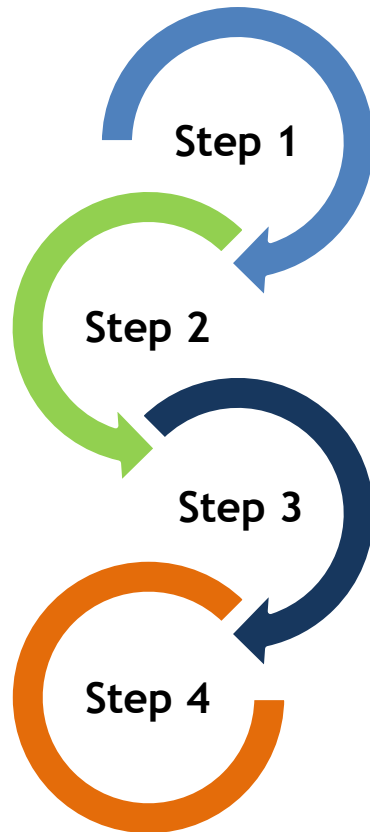


Grafico a torta tempo-attività



Ipotetico profilo temporale dell'esposizione personale

Può un approccio partecipativo nel campo delle scienze dell'esposizione aggiungere valore sociale al mantenendo alta la qualità del processo scientifico?



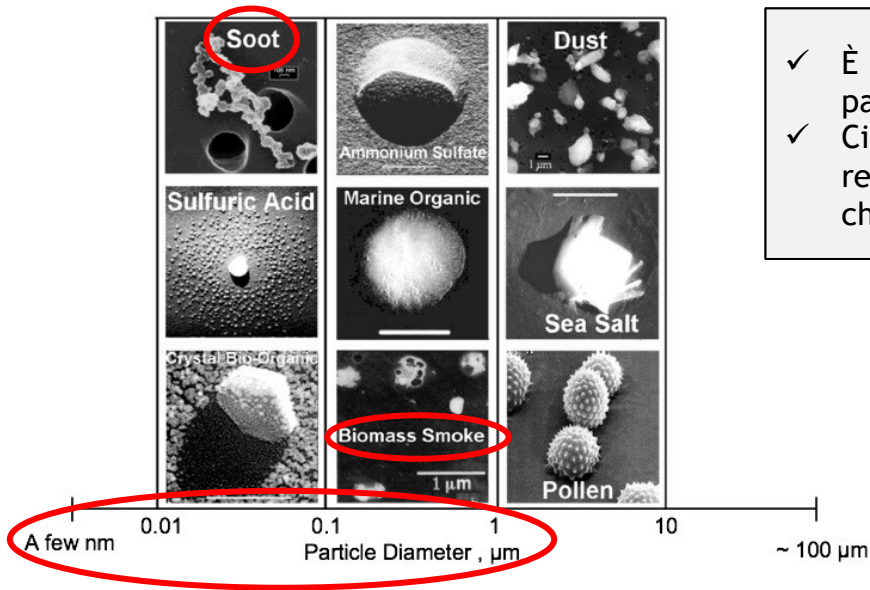
**Due campagne di monitoraggio stagionali su punti fissi di campionamento per studiare e modellizzare la dispersione spaziale del black carbon (BC) nel bacino d'utenza di una scuola elementare**

**Due interventi di educazione ambientale partecipata e basata sull'esperienza per coinvolgere insegnanti, bambini e genitori nel processo di ricerca**

**Due campagne stagionali di monitoraggio personale dell'esposizione a BC, includendo anche tecniche di biomonitoraggio**

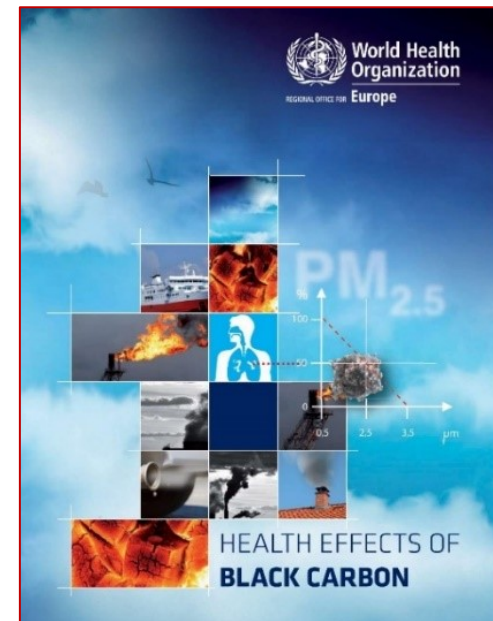
**Validazione dei modelli di dispersione utilizzando i dati personali di esposizione con focus sul tragitto casa-scuola**

# Perché il Black Carbon?



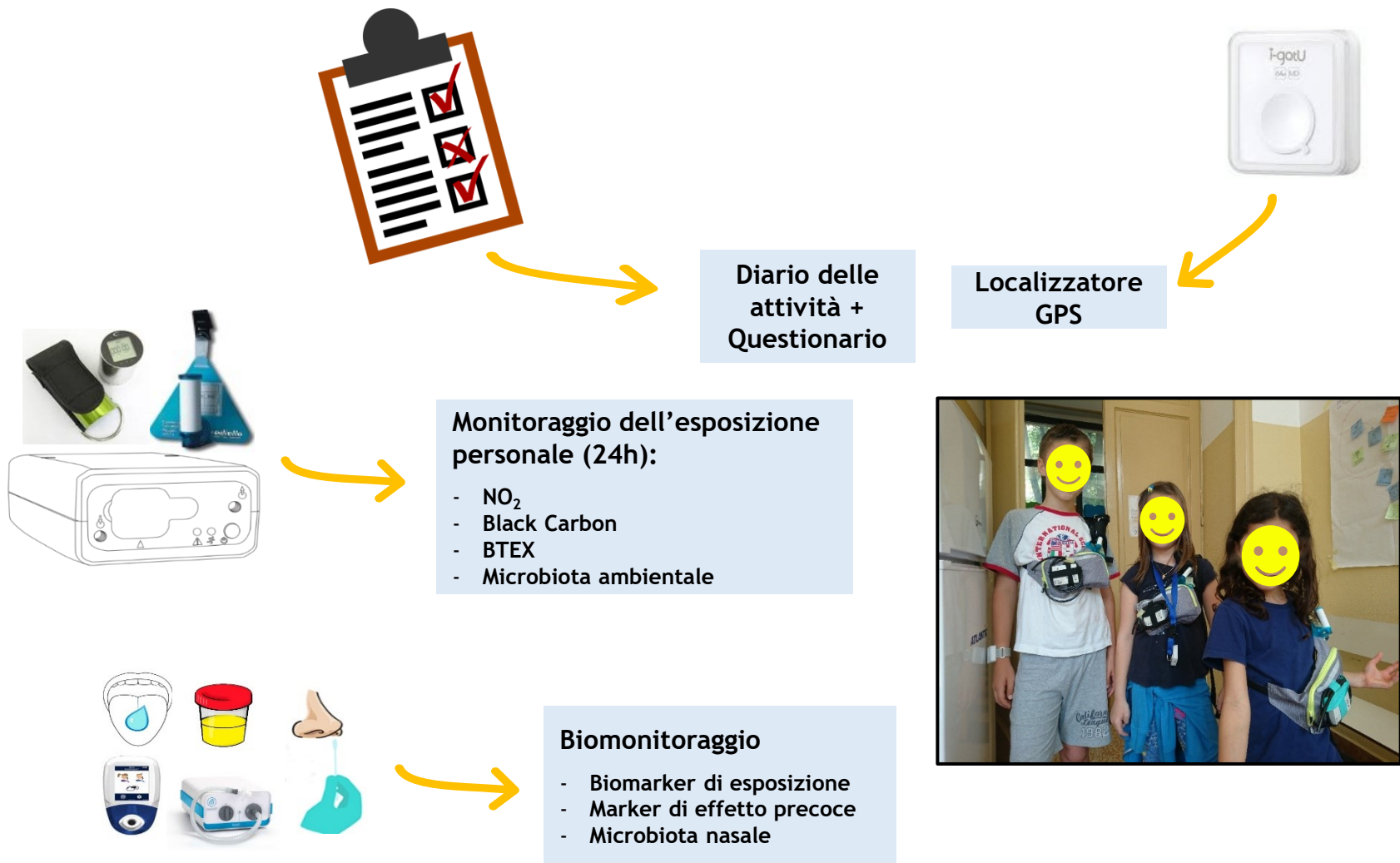
- ✓ È parte delle frazioni fine e ultrafine del particolato
- ✓ Ci sono sufficienti evidenze in letteratura in relazione ai suoi effetti sulla salute, sia a breve che a lungo termine

- ✓ È un inquinante primario, direttamente riconducibile ai processi di combustione, soprattutto legati a traffico, sistemi di riscaldamento e fumo di sigaretta.
- ✓ È un climalterante, soprattutto su scala locale

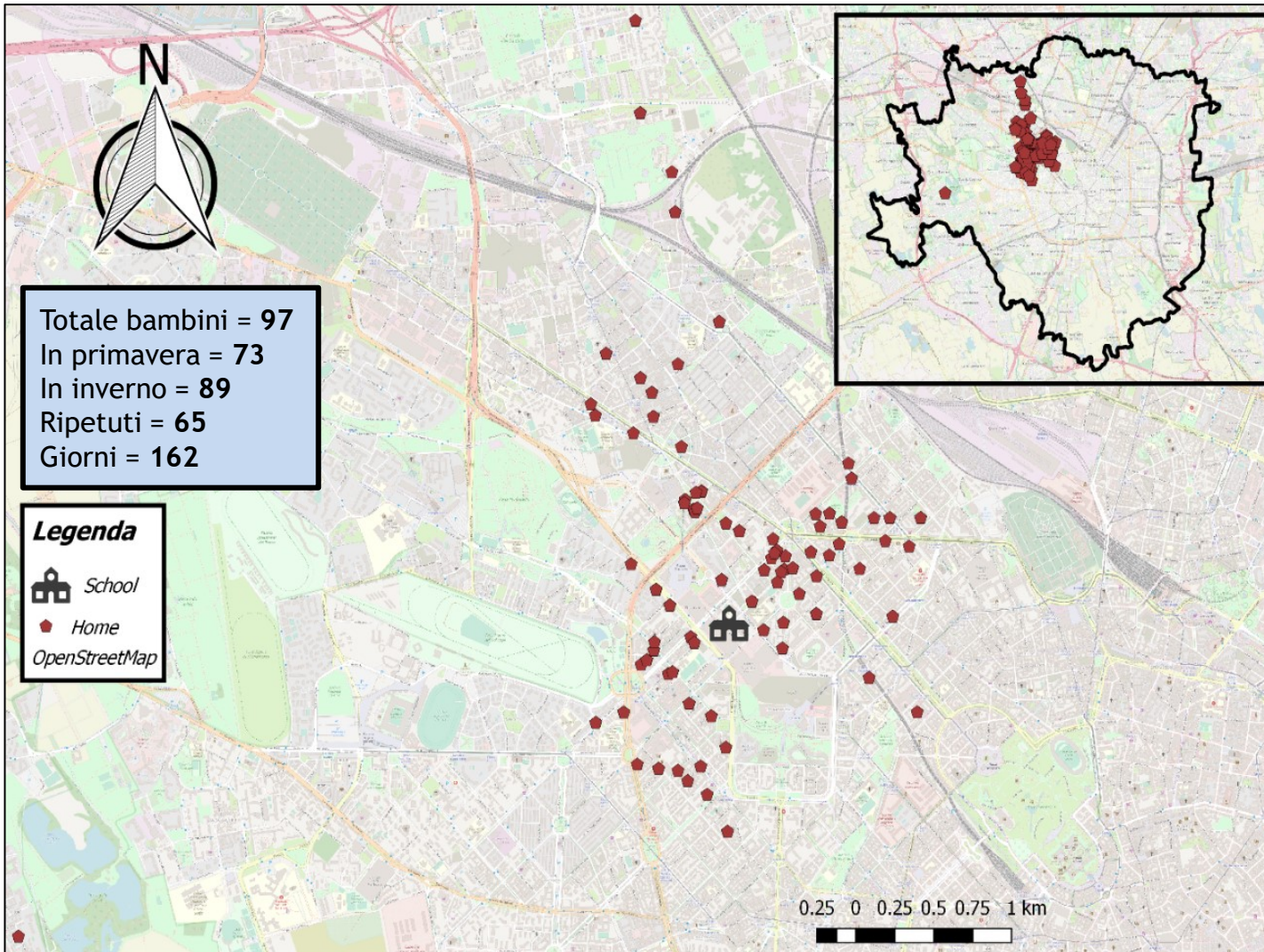




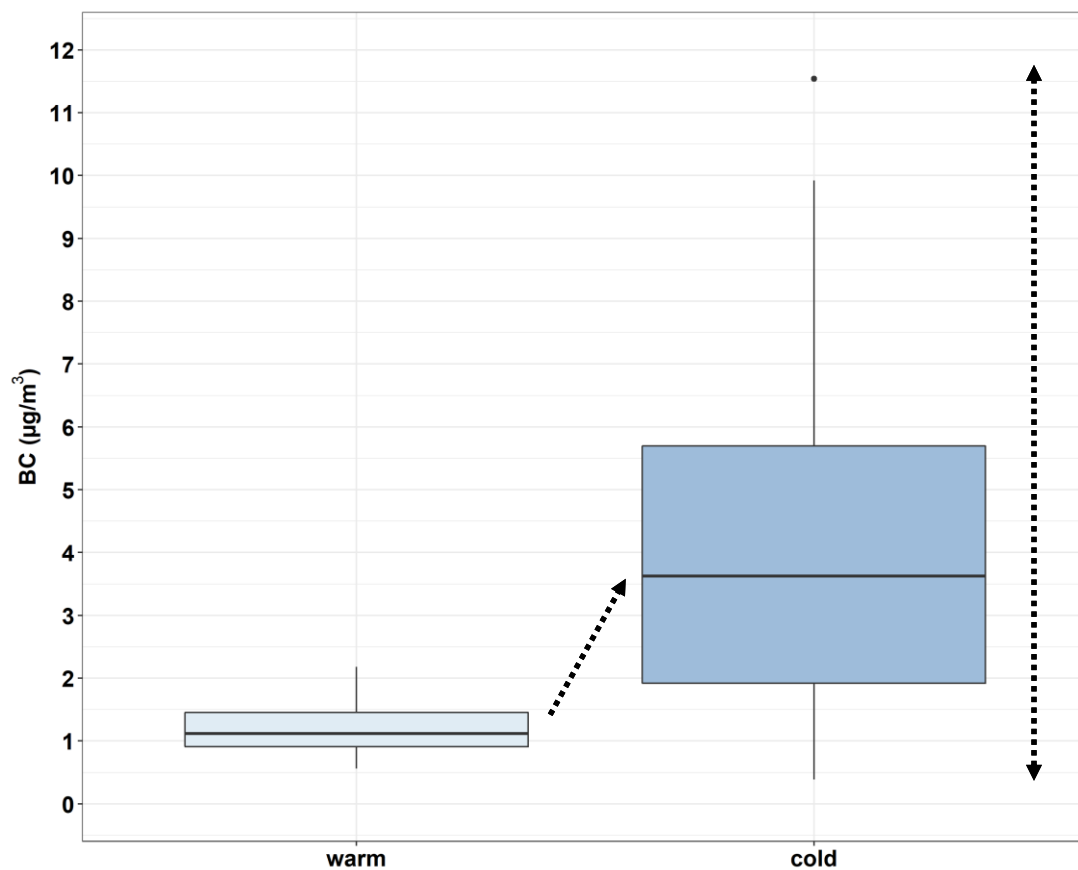
# Materiali e metodi



# L'area di ricerca

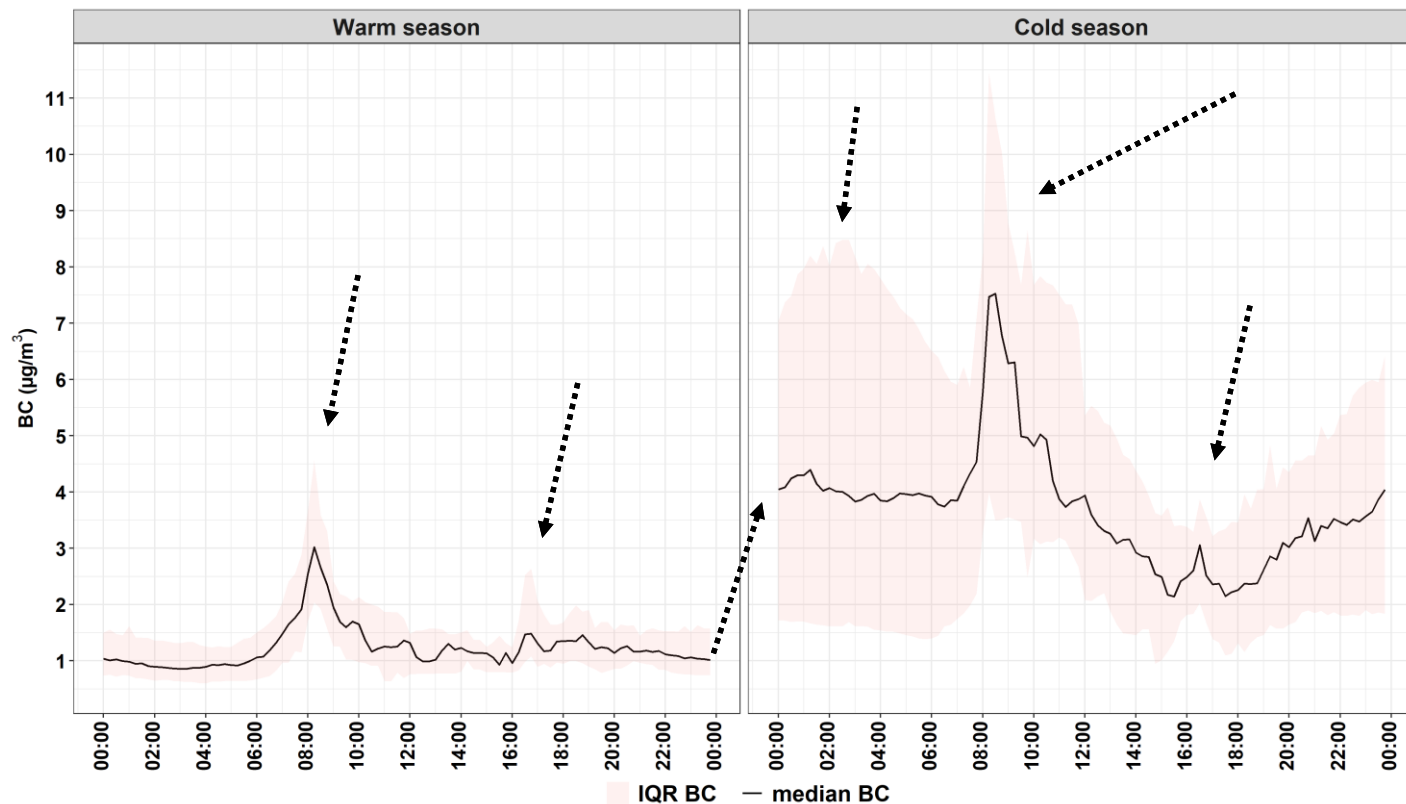


# L'esposizione personale media dei bambini



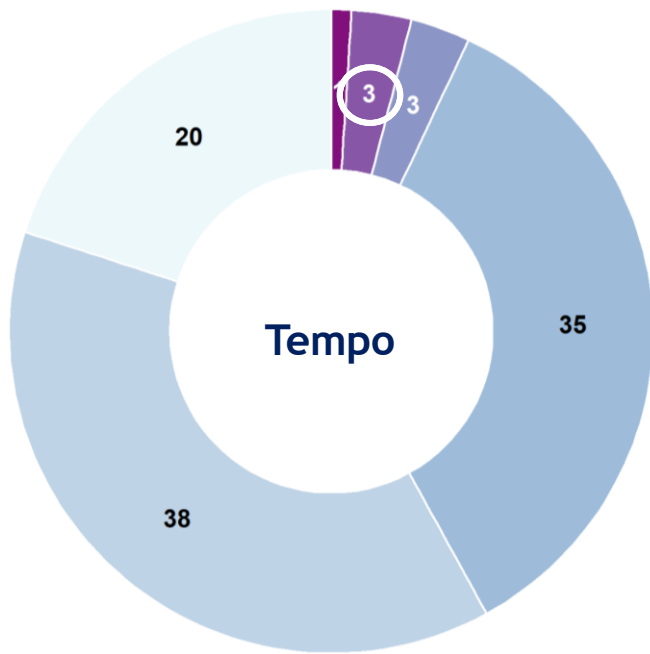
- ✓ *La stagione invernale è il periodo più critico per l'esposizione personale a BC*
- ✓ *Durante la stagione invernale si osserva anche una maggiore variabilità*

# Il profilo temporale dell'esposizione

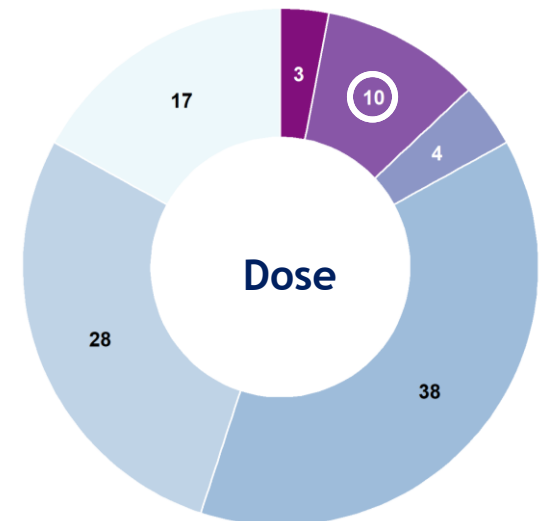
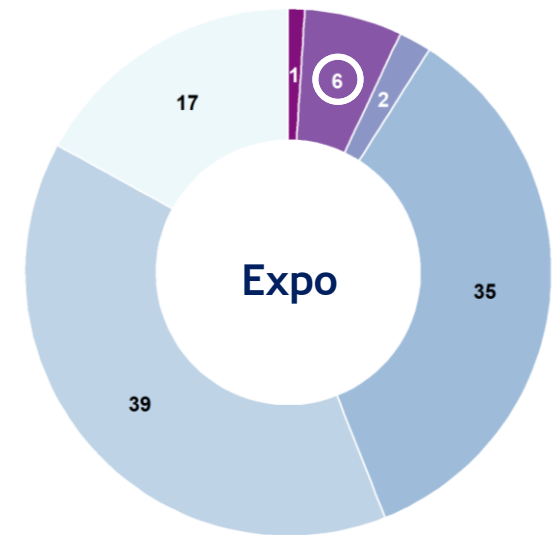
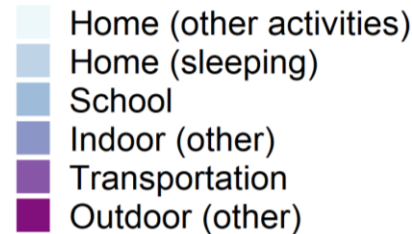


- ✓ *La stagione invernale è il periodo più critico per l'esposizione personale a BC*
- ✓ *L'ora di punta mattutina (8-9) è la finestra giornaliera temporale in cui si osservano le concentrazioni personali di BC maggiori*
- ✓ *Il picco pomeridiano/serale è molto più modesto*
- ✓ *Durante l'inverno si osserva un picco di concentrazioni notturno*

# Il contributo dei microambienti (%)

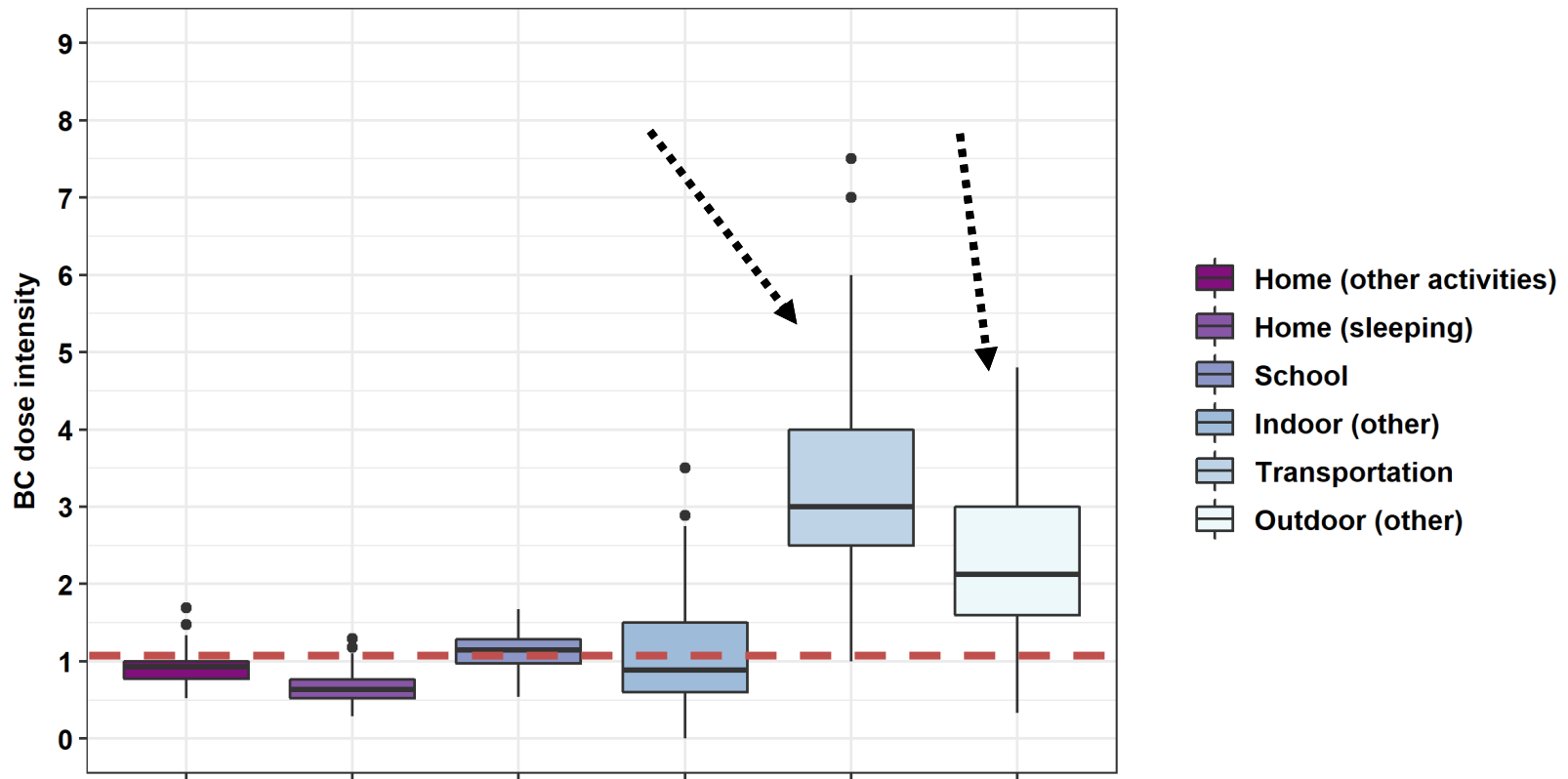


## Microambiente



- ✓ *I bambini passano la maggior parte del loro tempo a scuola e a casa e in generale in ambienti indoor*
- ✓ *Di conseguenza, la maggior parte dell'esposizione e della dose inalata si riceve proprio in questi ambienti*
- ✓ *Tuttavia, il microambiente "Transportation" (spostamenti nella città) aumenta il suo peso relativo quando si passa dal tempo, all'esposizione e alla dose inalata giornaliera*

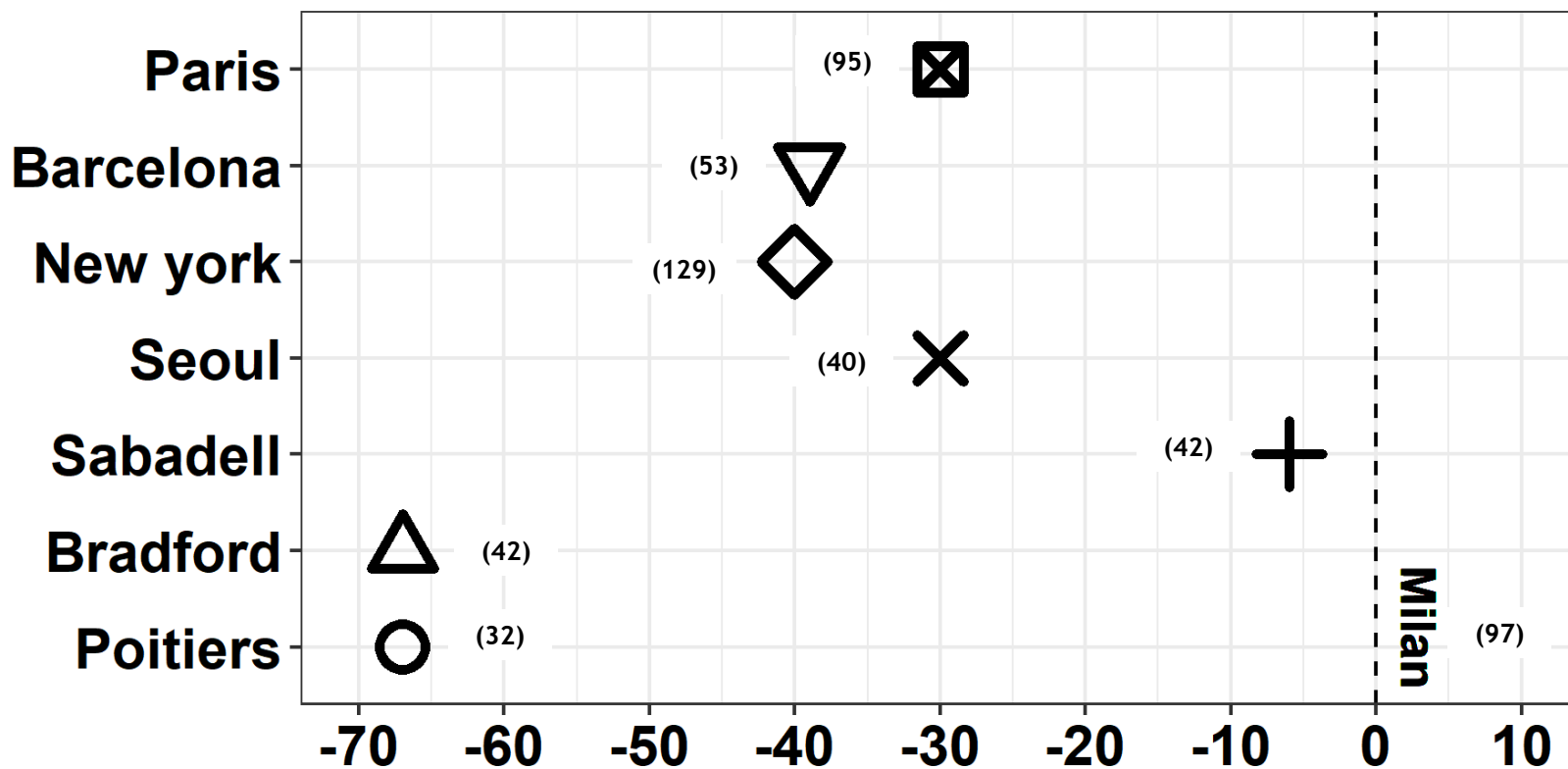
# Intensità dell'esposizione (dose)



✓ L'esposizione a BC nei microambienti «Transportation» e negli ambienti Outdoor è la più intensa. Cioè i bambini sono stati esposti a concentrazioni elevate di BC in periodi di tempo limitati.

# Differenza tra città in %

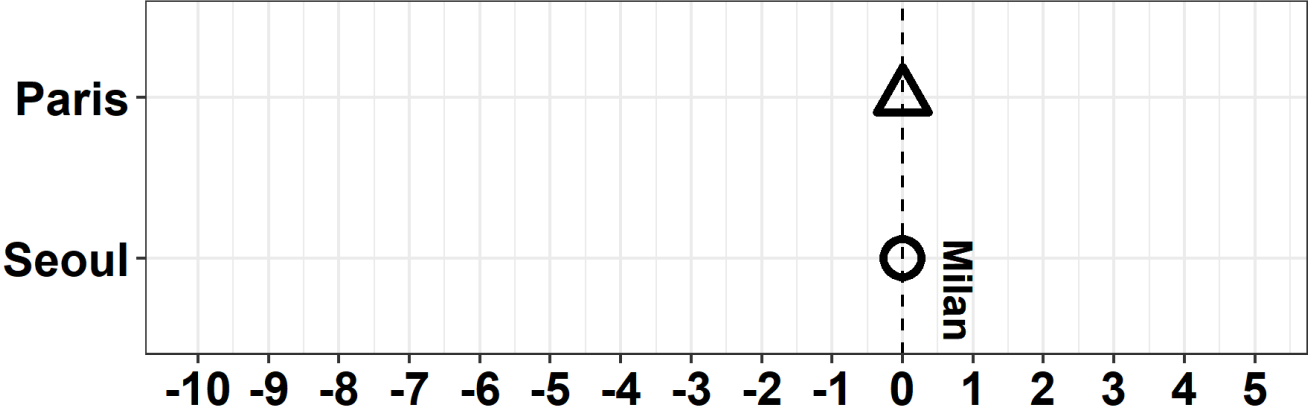
Dati di esposizione personale aggregati non stagionali



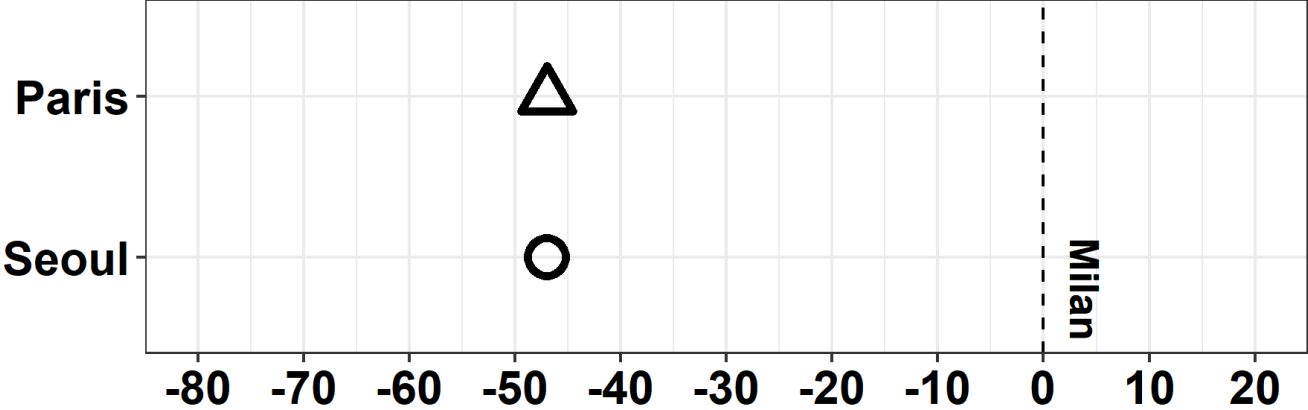
# Differenza tra città in %

L'andamento stagionale

Primavera



Inverno

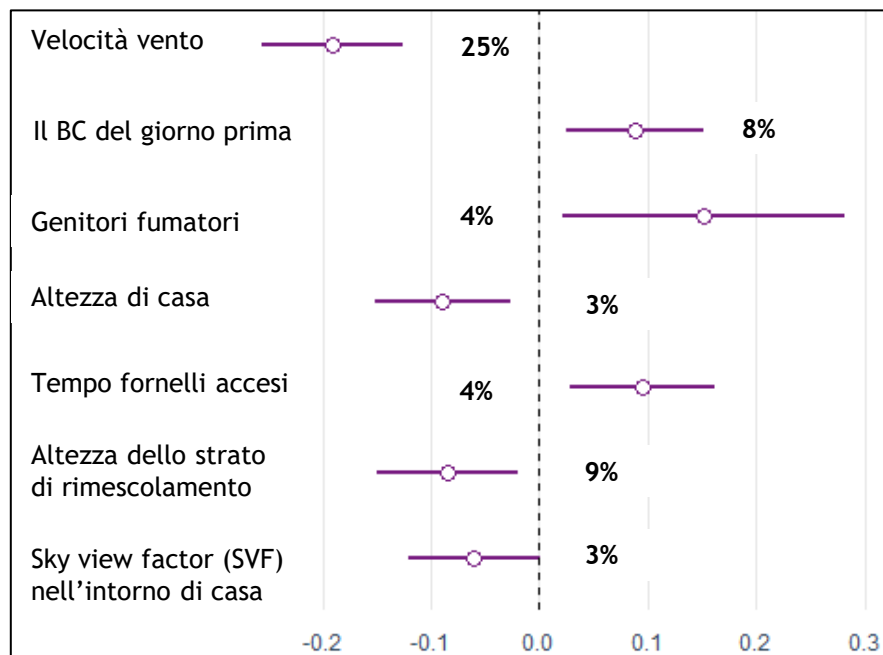




# I determinanti di esposizione #1

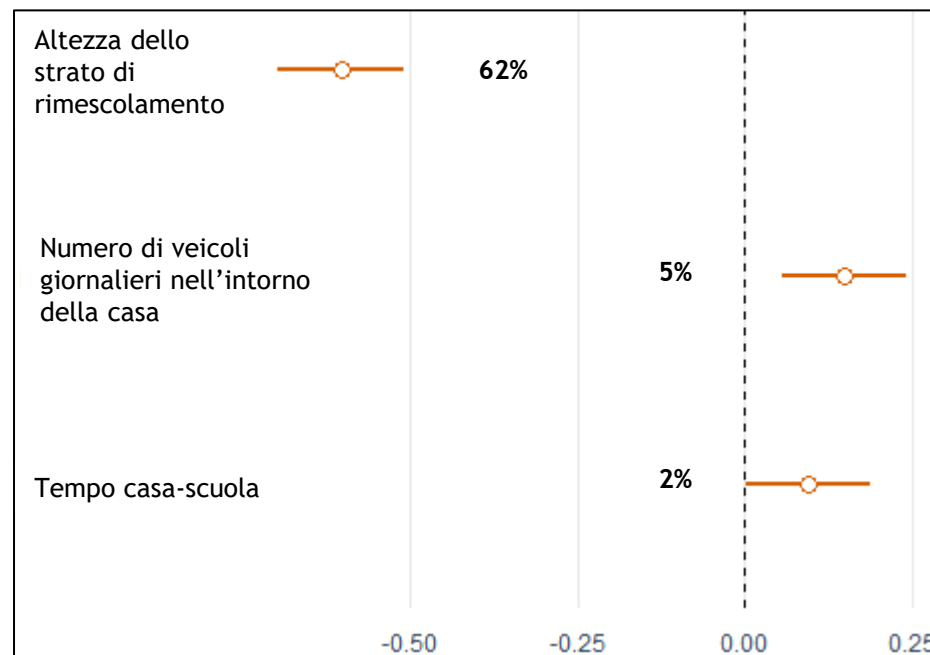
Quali fattori spiegano l'esposizione personale?

Primavera  
(mediana)



Variabilità totale spiegata dal modello: 56%

Inverno  
(mediana)



Variabilità totale spiegata dal modello: 69%

*N.B: risultati non pubblicati, attualmente in peer review*

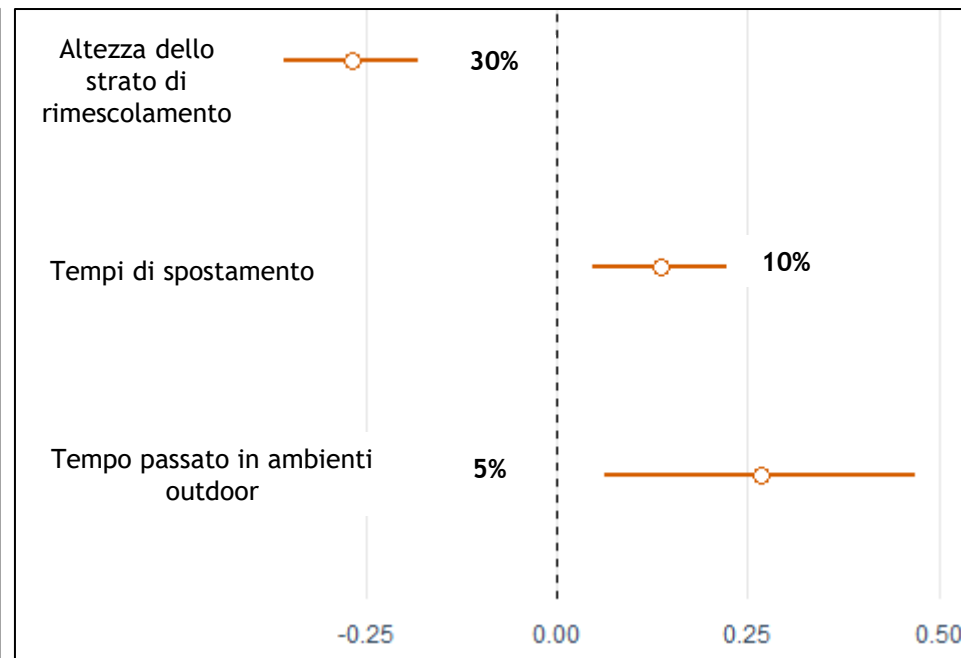
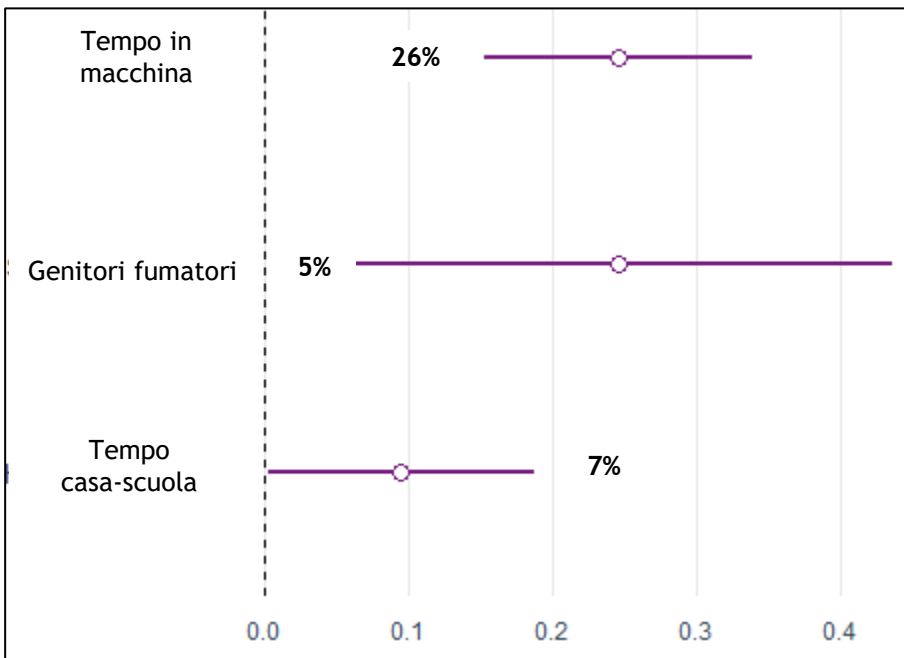


# I determinanti di esposizione #2

Quali fattori spiegano l'esposizione personale?

Primavera  
(99° percentile)

Inverno  
(99° percentile)



Variabilità totale spiegata dal modello: 38%

Variabilità totale spiegata dal modello: 45%

*N.B: risultati non pubblicati, attualmente in peer review*



# Conclusioni

- ✓ A Milano abbiamo un evidente problema durante la stagione invernale
- ✓ L'orario di punta del traffico mattutino corrisponde in ogni stagione al momento di massima esposizione dei bambini in età scolare
- ✓ La maggior parte della loro esposizione avviene in **ambienti indoor**, tuttavia l'esposizione più intensa si osserva in relazione agli spostamenti in città
- ✓ Le variabili meteorologiche, ed in particolare l'altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera, giocano un ruolo fondamentale anche in relazione all'esposizione personale
- ✓ Proprio per questo sembrano ancor più necessarie politiche coraggiose di abbattimento delle emissioni sia su scala locale che regionale e sovraregionale
- ✓ Il traffico nell'intorno delle case, delle scuole, e nel percorso casa-scuola è un fattore importante da prendere in considerazione nelle politiche di mitigazione dei rischi da esposizione a inquinamento atmosferico
- ✓ La presenza di genitori fumatori rimane una variabile significativa che gioca un ruolo nel determinare l'esposizione personale dei bambini

# Riferimenti bibliografici

- Alvarez-Pedrerol, M., et al., 2017. Impact of commuting exposure to traffic-related air pollution on cognitive development in children walking to school. *Environ. Pollut.* 231, 837-844. <http://dx.doi.org//10.1016/j.envpol.2017.08.075>
- Boniardi, L., et al., 2019a. Annual, seasonal, and morning rush hour Land Use Regression models for black carbon in a school catchment area of Milan, Italy. *Environ. Res.* 176, 11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2019.06.001>
- Boniardi, L., et al., 2019b. Is a Land Use Regression Model Capable of Predicting the Cleanest Route to School? *Environments*. 6, 90. <http://dx.doi.org/10.3390/environments6080090>
- Buonanno, G., et al., 2013. Children exposure assessment to ultrafine particles and black carbon: The role of transport and cooking activities. *Atmos. Environ.* 79, 53-58. <http://dx.doi.org//10.1016/j.atmosenv.2013.06.041>
- Caserini, S., et al., 2017. Influence of climate change on the frequency of daytime temperature inversions and stagnation events in the Po Valley: historical trend and future projections. *Atmos Res.* 184, 15-23. <http://dx.doi.org//10.1016/j.atmosres.2016.09.018>
- De Nazelle, A., et al., 2017. Comparison of air pollution exposures in active vs. passive travel modes in European cities: A quantitative review. *Environ. Int.* 99, 151-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.12.023>
- Donaire-Gonzalez, ., et al., 2019. Personal assessment of the external exposome during pregnancy and childhood in Europe. *Environ. Res.* 174, 95-104. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.04.015>
- Dons, E., et al., 2019. Transport most likely to cause air pollution peak exposures in everyday life: Evidence from over 2000 days of personal monitoring. *Atmospheric Environment*. 213, 424-432. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.06.035>
- Filippini, T., et al., 2019. Association between Outdoor Air Pollution and Childhood Leukemia: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *Environ. Health Perspect.* 127, 046002. <http://dx.doi.org//10.1289/EHP4381>
- Jeong, H., Park, D., 2017. Contribution of time-activity pattern and microenvironment to black carbon (BC) inhalation exposure and potential internal dose among elementary school children. *Atmos. Environ.* 164, 270-279. <http://dx.doi.org//10.1016/j.atmosenv.2017.06.007>
- Khreis, H., et al., 2017. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ. Int.* 100, 1-31. <http://dx.doi.org//10.1016/j.envint.2016.11.012>
- Paunescu, A. C., et al., 2016. Personal measurement of exposure to black carbon and ultrafine particles in schoolchildren from PARIS cohort (Paris, France). *Indoor Air.* 27, 766-779. <http://dx.doi.org//10.1111/ina.12358>
- Perera F.P., 2017. Multiple Threats to Child Health from Fossil Fuel Combustion: Impacts of Air Pollution and Climate Change. *Environ. Health Perspect.* 125, 141-148. <http://dx.doi.org//10.1289/EHP299>.
- Rivas, I., et al., 2016. Spatiotemporally resolved black carbon concentration, schoolchildren's exposure and dose in Barcelona. *Indoor Air.* 26, 391-402. <https://doi.org/10.1111/ina.12214>
- Rivas, I., et al., 2018. How to protect school children from the neurodevelopmental harms of air pollution by interventions in the school environment in the urban context. *Environ. Int.* 121, 199-206. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.063>
- Rojas-Rueda D., et al. , 2019. Environmental Burden of Childhood Disease in Europe. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 16, 1084. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061084>
- WHO, 2018. CLEAN AIR FOR HEALTH: Geneva Action Agenda. Available online, last access 04/2020. <https://www.who.int/phe/news/clean-air-for-health/en/>
- WHO, Air pollution and child health: prescribing clean air. 2018. Available online, last access 04/2020. <https://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en/>

