

Valencia,
11, 12 y 13 de junio de 2019

Bases científico técnicas para la mejora de la
calidad del aire en España

¿Por qué debemos mejorar la calidad del aire?

Los efectos en la salud humana

Ferran Ballester



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA



Fundació per al Foment de la
Investigació Sanitària i Biomèdica
de la Comunitat Valenciana

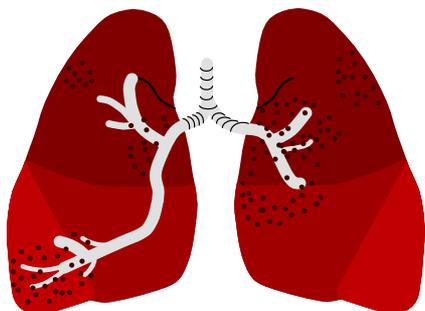
ciberesp



ÍNDICE

- Evidencias de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud
- Vulnerabilidad en las primeras etapas de la vida
- Impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población
- Cobeneficios en la lucha contra el cambio climático
- Comentarios finales

Efectos adversos probados debidos a exposición a CA



Mortalidad

Cambios permanentes en la función pulmonar

Hospitalizaciones

Urgencias

Consultas médicas

**Restricción actividad,
absentismo escolar**

Medicación

**Cambios transitorios en la función pulmonar
Efectos subclínicos, molestias**

POBLACION AFECTADA



Otros efectos

- ❖ Cáncer (Grupo I clasificación)
- ❖ Desarrollo intrauterino
- ❖ Sistema inmunitario
- ❖ Desarrollo neurológico

www.levante-emv.com

Levante

EL MERCANTIL VALENCIANO

C.Valenciana Más noticias Deportes Economía Opinión Cultura Ocio Vida y Estilo

Valencia Castelló Comarcas Safor Ribera Costera-Vall-Canal Camp de Morvedre L'Horta Marina Sucesos

● EN DIRECTO BALONCESTO (Euroliga): CSKA Moscú - Real Madrid



Alemania Romántica
RENANIA-PALATINADO

VUELA A
FRANKFU
PREC

Levante-EMV » Comunitat Valenciana

2 f 0

Salud

Un estudio valenciano relaciona la contaminación atmosférica con los partos prematuros

Un 40% de las embarazadas estuvieron expuestas por encima del valor límite fijado por la Unión Europea

02.08.2016 | 12:23

LEVANTE-EMV Investigadores del proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente), liderados por la Unidad Mixta de Investigación en Epidemiología y Medio Ambiente de la Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (FISABIO), la Universitat Jaume I (UJI) y la Universitat de València (UV), han estudiado la relación existente entre la calidad del aire ambiente y el riesgo para la salud en etapas vulnerables de la vida como el embarazo.



Un estudio valenciano relaciona la contaminación atmosférica con los partos prematuros

En concreto, los científicos han observado una asociación entre los niveles de dióxido de

Health effects of air pollution

short-term effects

exacerbation of asthma

cough, wheezing and shortness of breath

episodes of high air pollution increase respiratory and cardiovascular hospital admissions and mortality

long-term effects

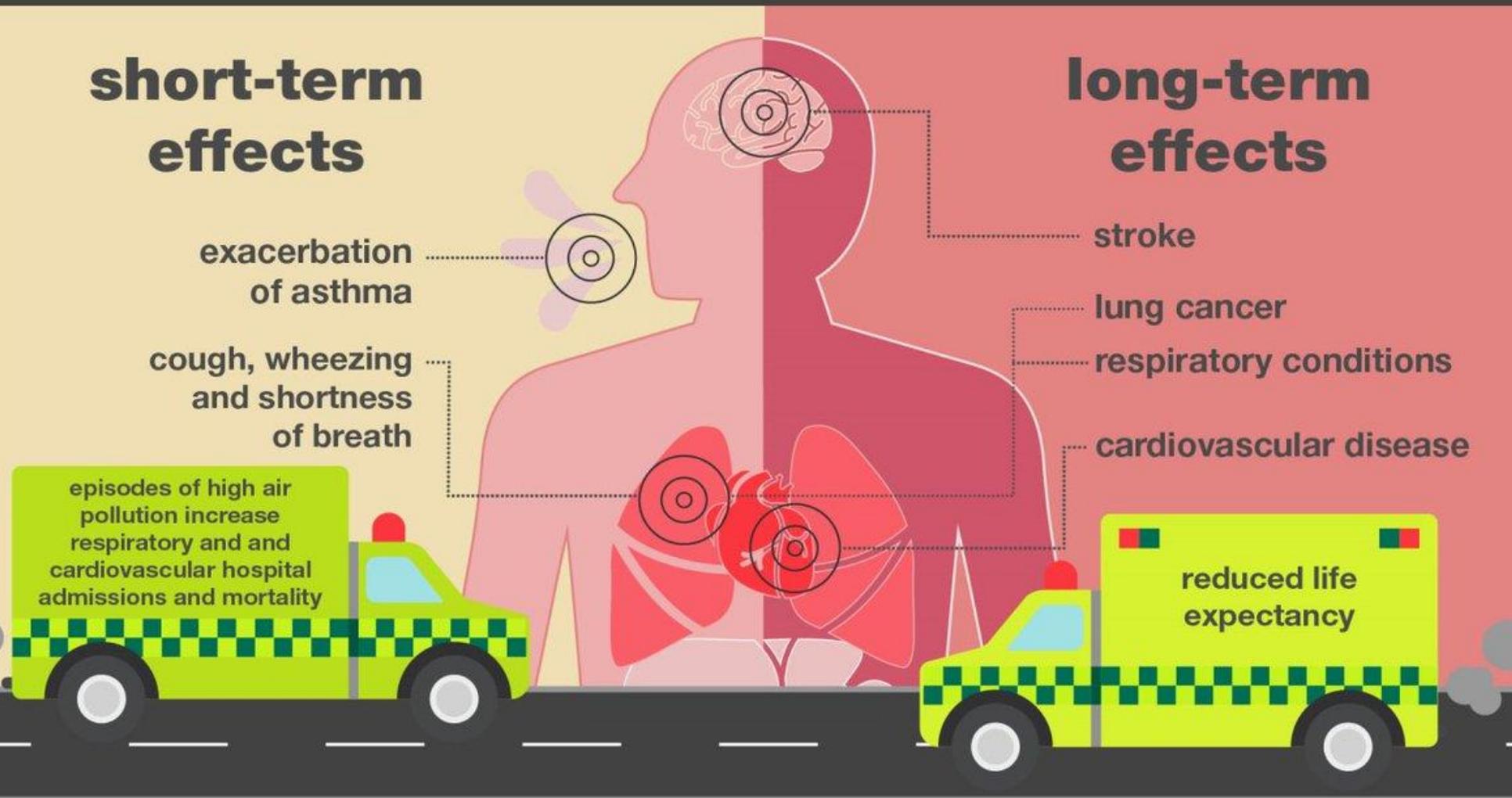
stroke

lung cancer

respiratory conditions

cardiovascular disease

reduced life expectancy



El episodio de Londres, 1952



Londres, diciembre 1952



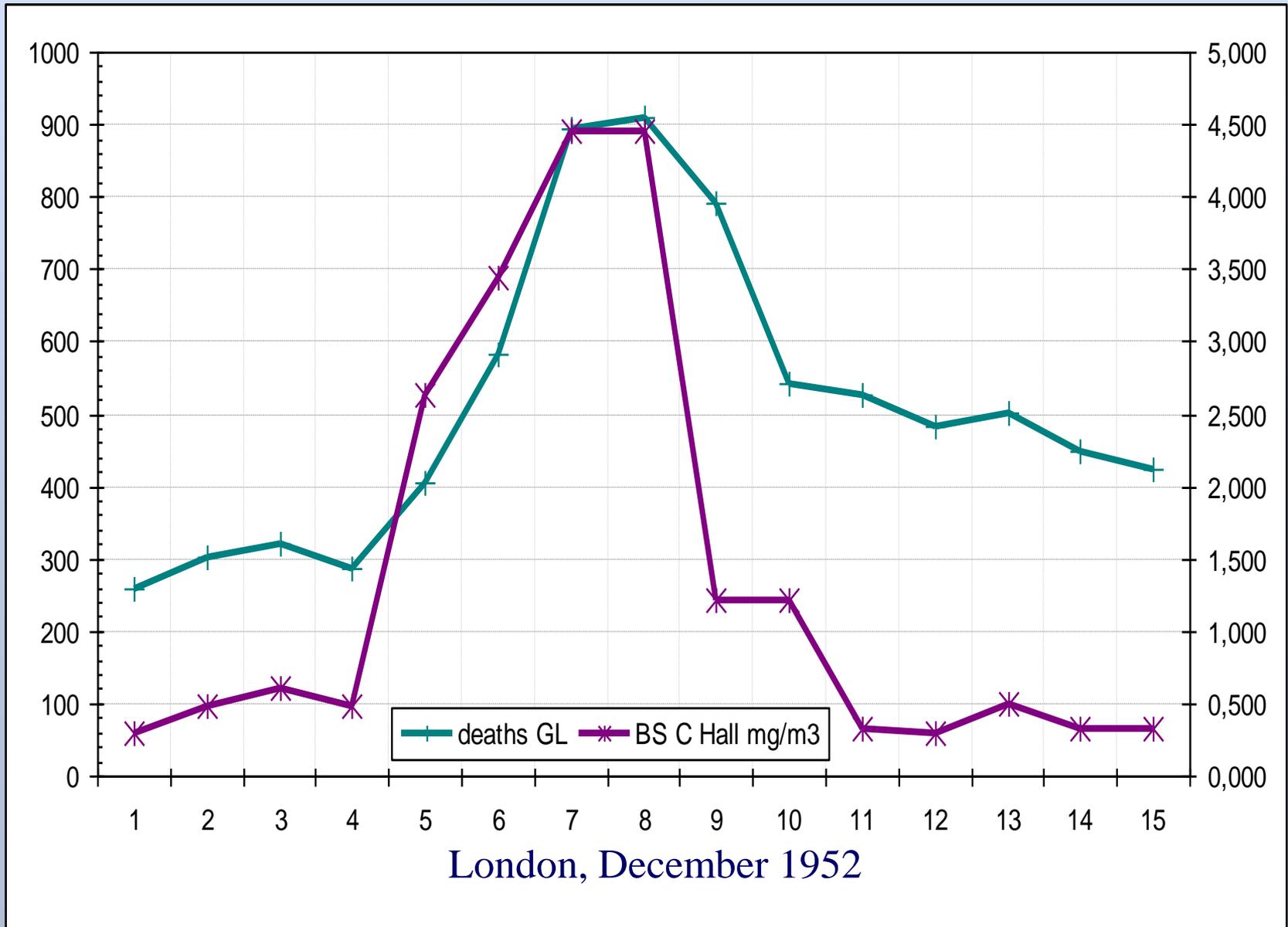
*Courtoisie de P. Germonneau, Saint Maurice,
France*

Londres, diciembre 1952

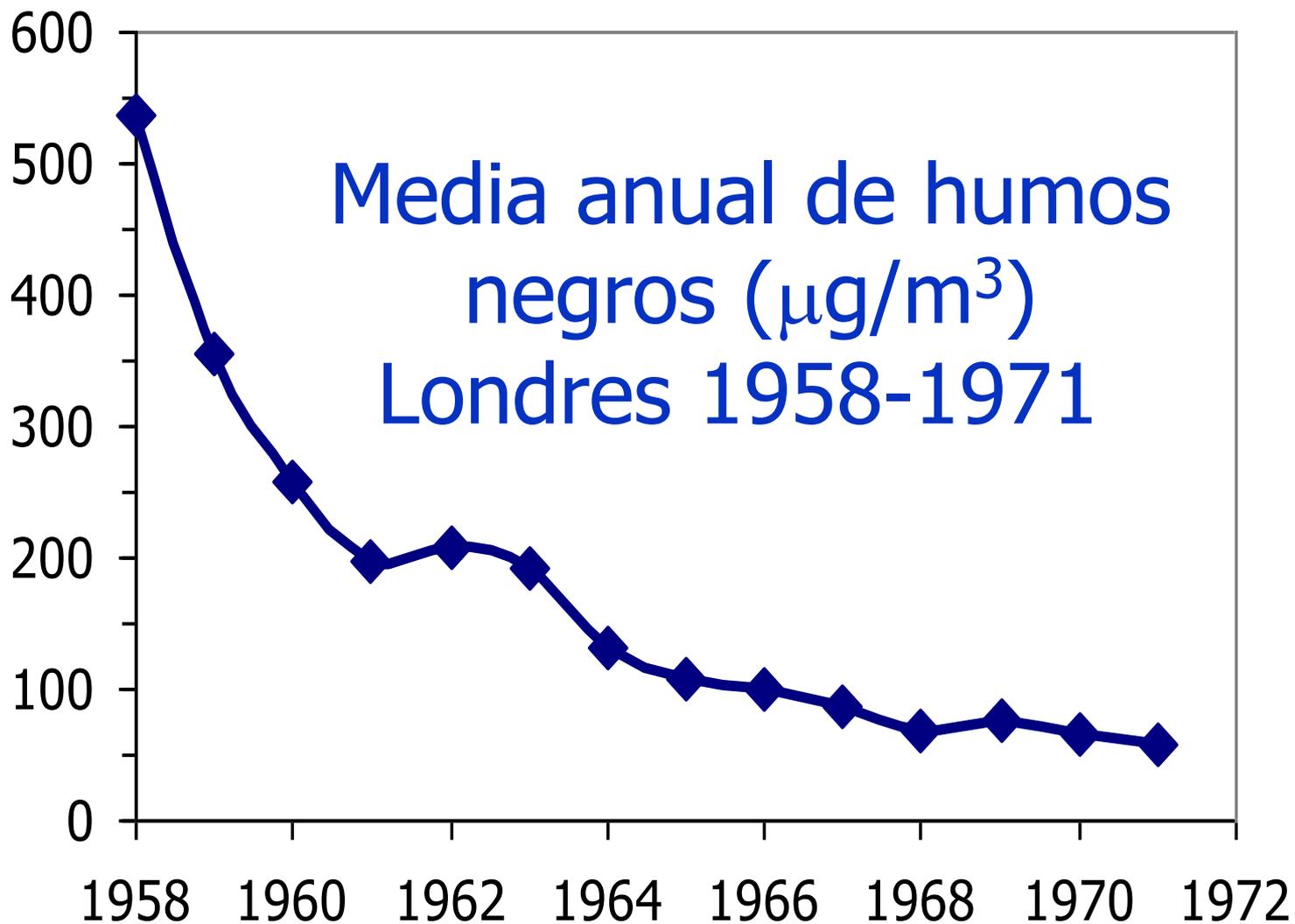


*Courtoisie de P. Germonneau, Saint Maurice,
France*

Humos negros y defunciones



Media anual de humos
negros ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Londres 1958-1971



Pekín emite su segunda alerta roja por contaminación





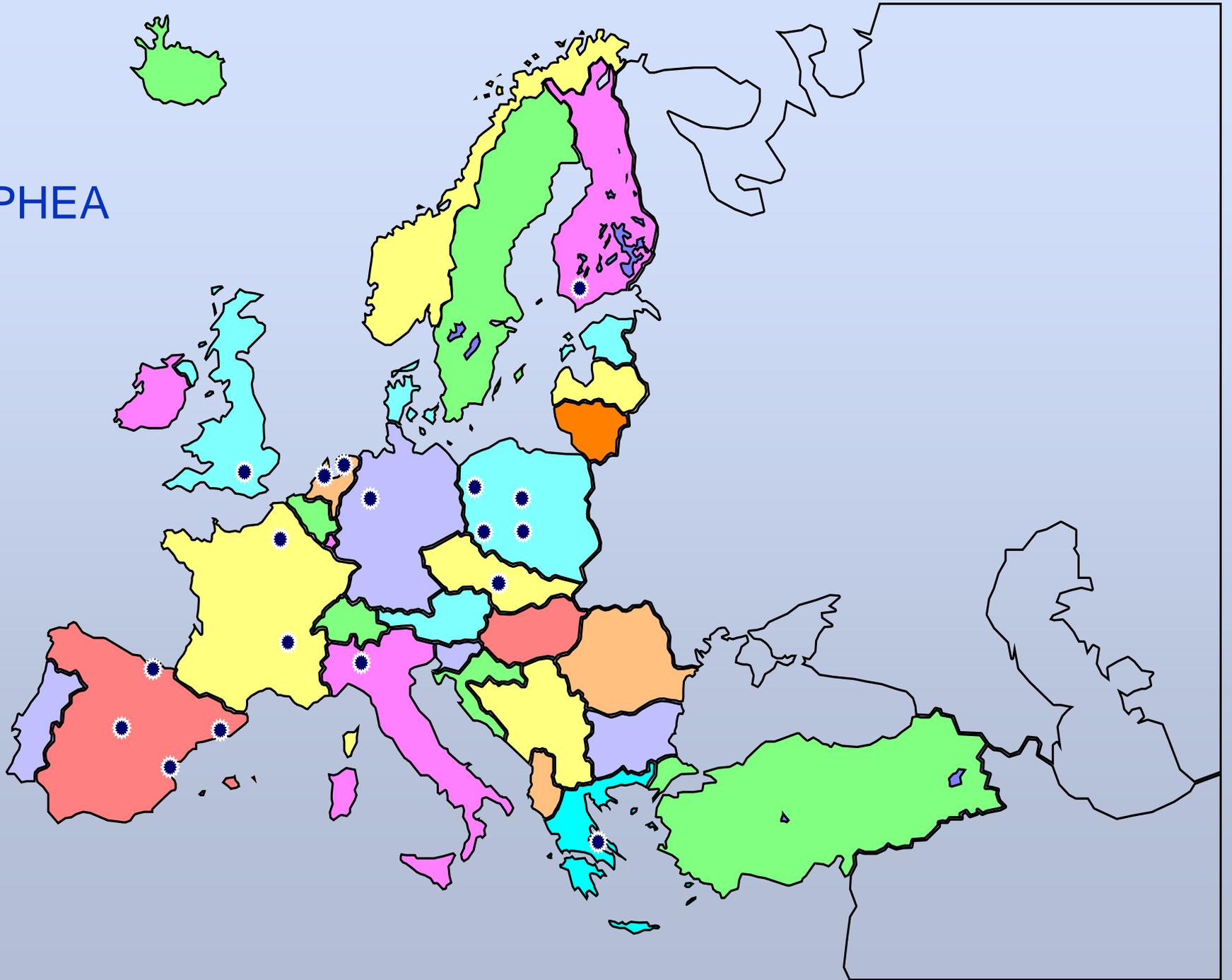
Madrid activa el protocolo contra la contaminación

Diciembre 2018

Estudios de series temporales

Efectos a corto plazo

• APHEA



ESTUDIO MULTICÉNTRICO DE LOS EFECTOS A CORTO PLAZO DE
LA CONTAMINACIÓN ATMÓSFERICA EN LA SALUD EN ESPAÑA



El Proyecto EMECAS

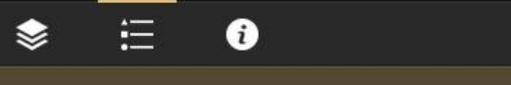


Resultados de APHEA y EMECAS

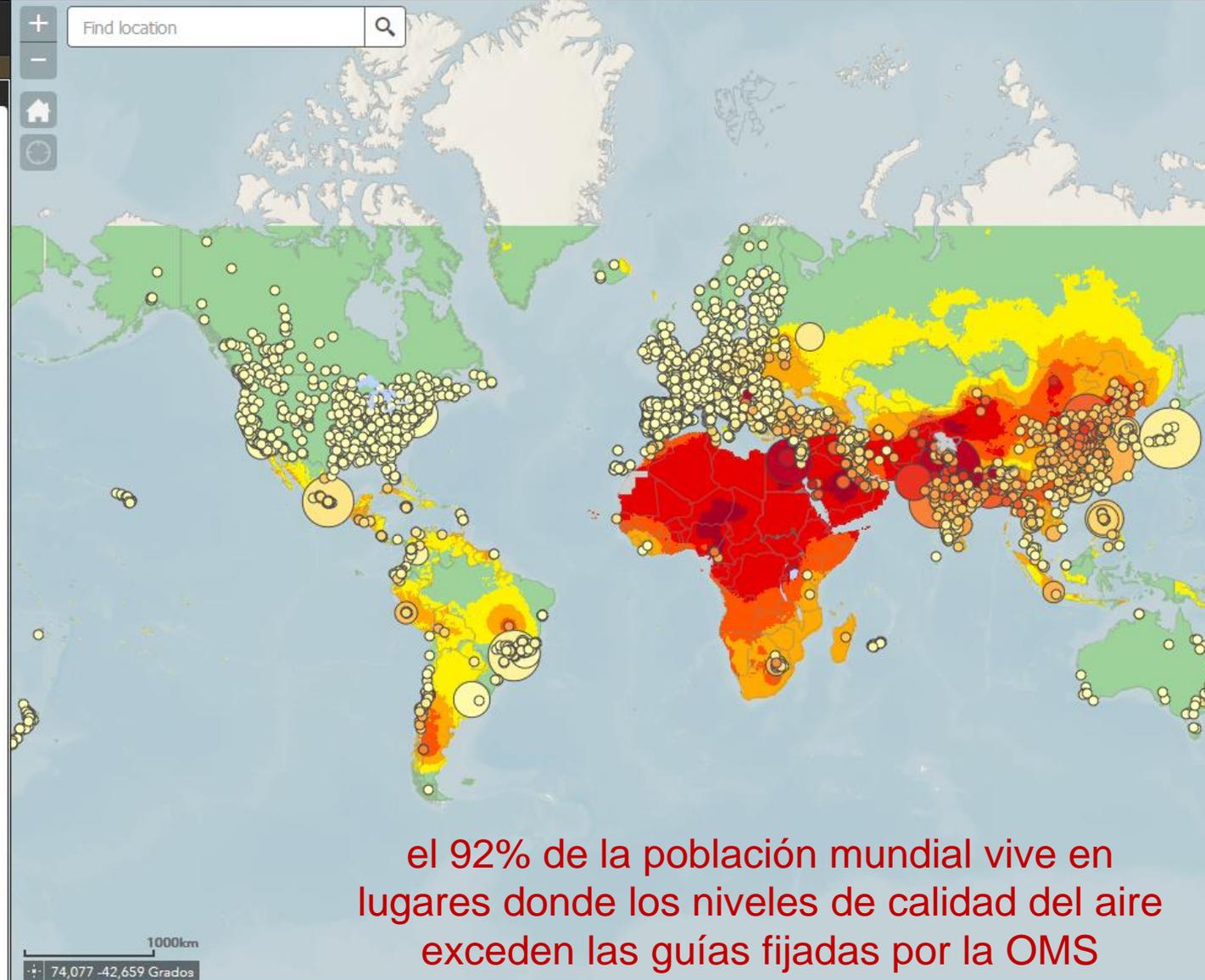
- Todos los contaminantes estudiados (PM, NO₂, SO₂, O₃) mostraron efecto sobre la **mortalidad total, cardiovascular y respiratoria**.
- Partículas, NO₂ y ozono se asociaron con **ingresos respiratorios, asma y bronquitis**
- Los efectos se encontraron en ciudades con niveles, en la mayoría de días, **por debajo de los límites establecidos por las agencias** y organismos internacionales (OMS, USEPA, UE)
- La magnitud del riesgo por **Δ de 10 μ /m³ de PM** se situaba **<1% Δ de la mortalidad** (1-1,5% causas CVS y resp.)

Estudios de cohortes

**Efectos a largo (y a corto)
plazo**



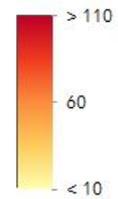
Find location



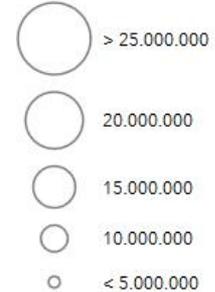
Leyenda

Annual mean ambient PM_{2.5} (ug/m³) - from measurements, 2018 update

Mean PM_{2.5} (ug/m³)

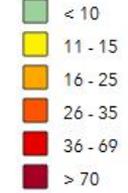


Population



Modeled annual mean PM_{2.5} for the year 2016 (ug/m³)

raster



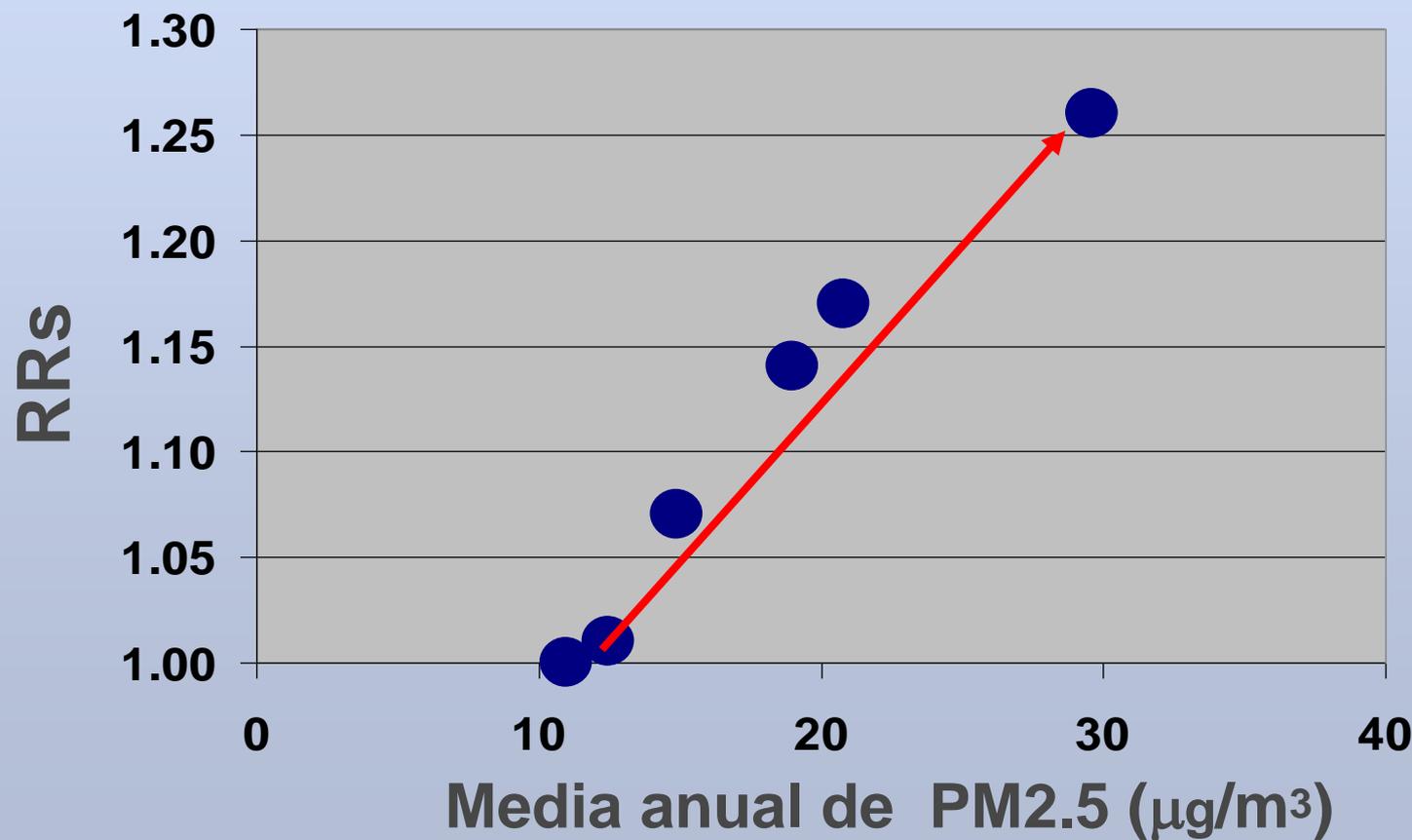
el 92% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden las guías fijadas por la OMS

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Riesgo relativo de morir ajustado por exposición a PM2.5

Harvard Six-City Cohort Study,

Dockery et al, NEJM 1993; 329:1753-9



Exposición a largo plazo a PM_{2,5} y mortalidad en la cohorte del Estudio Americano (EEUU) del Cáncer (n:500 000)

Cause of death	RR (\uparrow 10 μ g/m ³)
Total mortality	1.06 (1.02-1.11)
Cardiopulmonary	1.09 (1.03-1.16)
Lung cancer	1.14 (1.04-1.23)
Other causes	1.01 (0.95-1.06)

C.A. Pope et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002;287(9)1132-41

Cohorte de California de la ACS

N: 22.905 sujetos

Seguimiento: 1982-2000

Asignación de la exposición por residencia, estimado a partir de los datos de 23 estaciones de PM_{2.5}

Control por 44 covariables y ozono

Análisis de supervivencia

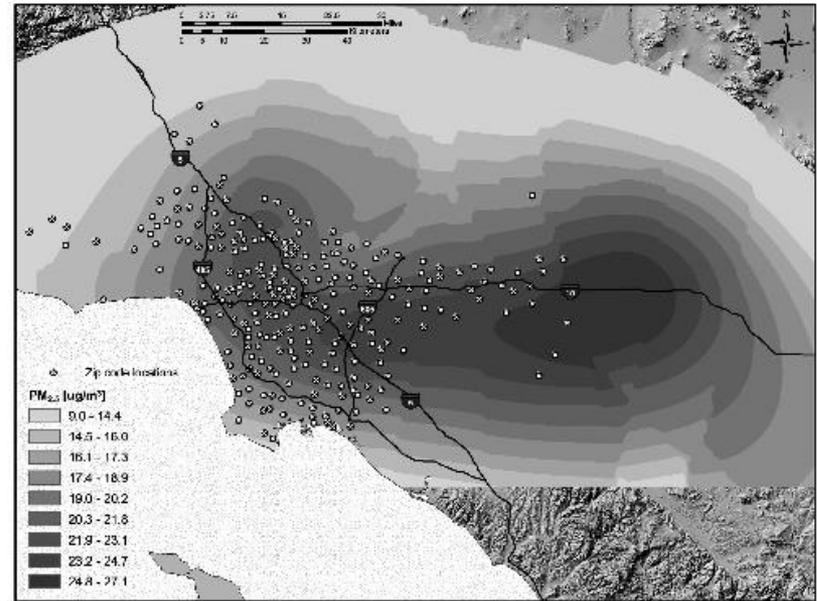


FIGURE 1. PM_{2.5} exposure surface for Los Angeles interpolated with a hybrid universal-multiquartic model.

RR ($\uparrow 10\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- Mortalidad por todas las causas: 1.17 (1.05-1.30)
- Enfermedad Isquémica: 1.38 (1.11-1.72)
- Cáncer de pulmon: 1.46 (0.99-2.16)

Mortality risk estimates for short and long-term exposure to ambient PM_{2.5}, O₃ and NO₂

Pollutant	Short term (daily mean)		Long term (annual mean)	
	Outcome	Risk estimate* (95% CI)	Outcome	Risk estimate* (95% CI)
PM_{2.5}	All cause	1.2% (0.45-2.0)	All cause	6.2% (4.0-8.3)
O₃	All cause	0.29% (0.14-0.43) ^a	Respiratory mortality	1.4% (0.5-2.4) ^b
		<i>a: Daily max 8-h</i>		<i>b: Daily max 8-h [April-Sept]</i>
NO₂	All cause	0.27% (0.16-0.42)	All cause	5.5% (3.1-8.0) ^c
				<i>C: Possible over estimation (0-33%)</i>

*per 10 µg/m³

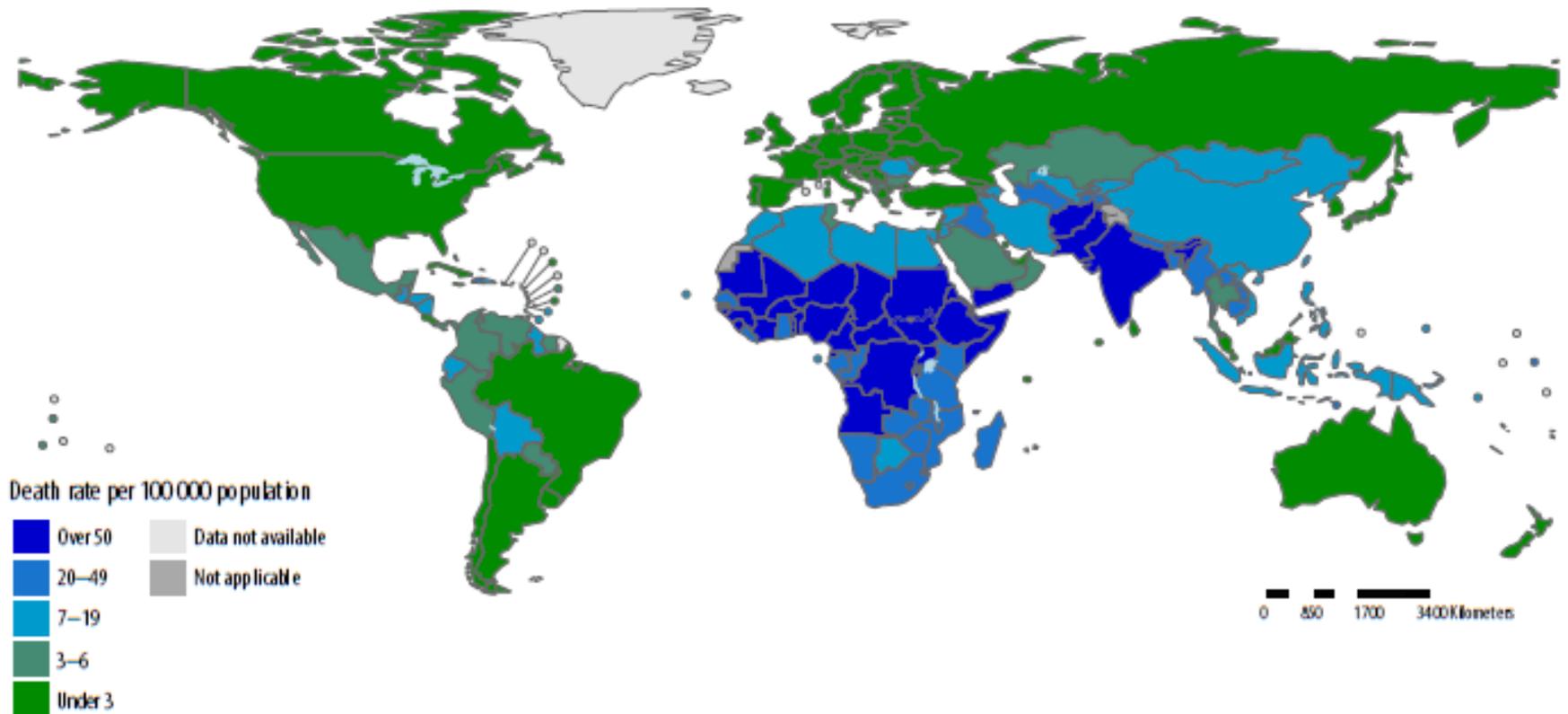
Sources: WHO, 2013, Health risks of air pollution in Europe –HRAPIE project.
Doherty et al. 2017.

Medio ambiente y salud infantil

- El desarrollo físico, social y intelectual de los niños, desde la concepción hasta la adolescencia, requiere un ambiente que proteja su salud.
- Un número creciente de enfermedades en los niños están ligadas a ambientes contaminados o inseguros.



Defunciones por 1000 habitantes debidas a IRVB debidas a contaminación del aire en población de menos de 5 años, 2016



ALRI, acute lower respiratory tract infection.

OMS, 2018

Vulnerabilidad Infantil a los contaminantes ambientales

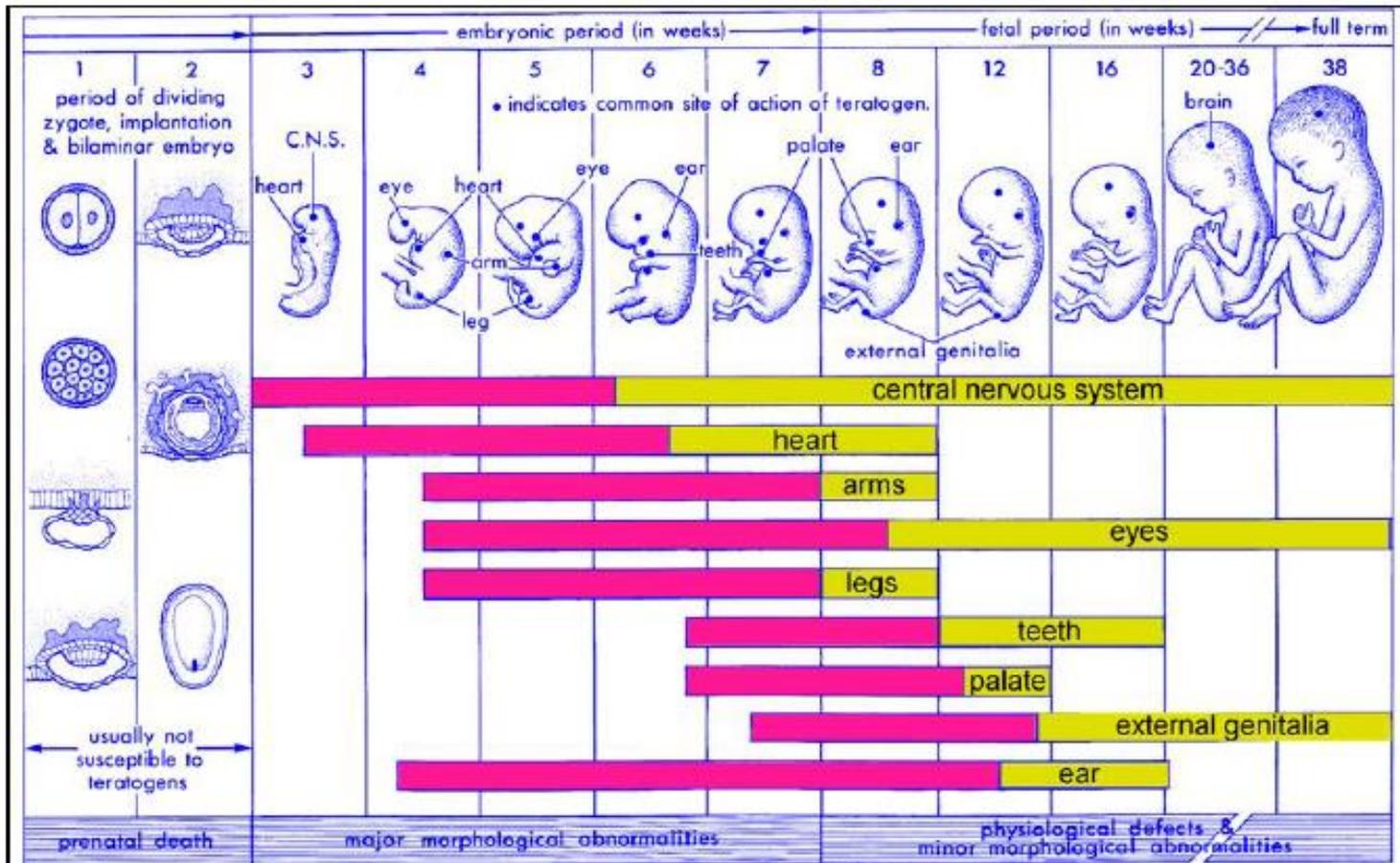
En cada estadio del desarrollo se producen procesos biológicos únicos e irrepetibles.

El momento de exposición a un tóxico determinará el efecto adverso
→ **Ventanas críticas de desarrollo**



El cerebro, el sistema nervioso, el inmune y los pulmones tienen un extenso periodo de desarrollo

“Los fetos no son niños pequeños”



Schematic illustration of the sensitive or critical periods in human development. Red denotes highly sensitive periods; yellow indicates stages that are less sensitive to teratogens.

Moore KL. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1973.

Proyecto INMA



OBJETIVOS:

1. Estudiar el impacto de los contaminantes ambientales más importantes en el aire, agua y dieta sobre el desarrollo y la salud en la infancia.
2. Evaluar cómo los factores genéticos, dietéticos y ambientales pueden modificar los efectos de los contaminantes en la salud.



Català / Valencià

Accés intranet

Continguts i persones Cercar

inm
Infancia y Medio Ambiente

<http://www.proyectoinma.org/>

Twitter #proyectoinma

INICI PROJECTE INMA CONTAMINACIÓ I SALUT ÀREES D'ESTUDI NOTÍCIES CONTACTE

Descripció general

INMA – Infància i Medi Ambient – és una xarxa d'investigació de grups espanyols que van crear un projecte amb l'objectiu d'estudiar el paper dels contaminants ambientals més importants en l'aire, l'aigua i la dieta durant l'embaràs i l'inici de la vida, i també els seus efectes en el creixement i desenvolupament infantil.

El desenvolupament físic, social i intel·lectual dels infants des de la concepció fins a finals de l'adolescència requereix un ambient protegit i protector de la salut. L'augment de malalties està relacionat amb ambients no saludables. Les exposicions prenatales i al començament de la vida, incloent-hi la dieta, s'associen amb la salut infantil i el desenvolupament humà, i predisposa efectes posteriors en els adults.

Així, el projecte INMA es basa en tres bases principals:





Proyecto INMA

Infancia y Medio Ambiente

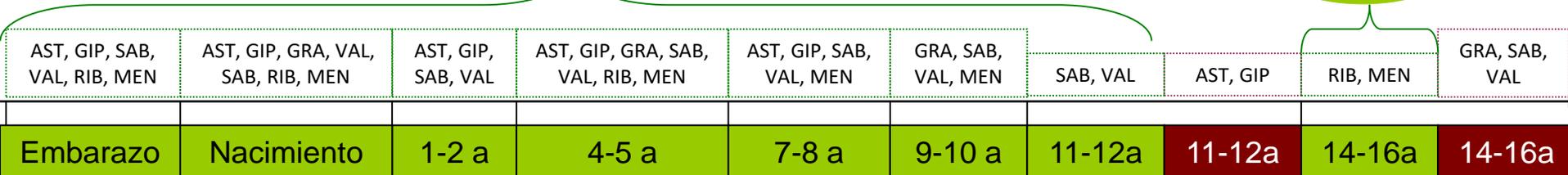


Zona de estudio	Año de inclusión	Población
Ribera d'Ebre	1997-1999	92
Menorca	1997-1998	492
Granada	2000-2002	668
Valencia	2003-2005	855
Sabadell	2004-2006	748
Asturias	2004-2007	438
Gipuzkoa	2006-2008	637

Aprox. 4000 pares mujeres-niño

Visitas ya realizadas (1997-2017)

Visitas ya realizadas (1997-2017)



AST: Asturias, GIP: Gipuzkoa, GRA: Granada, MEN: Menorca, RIB: Ribera d'Ebre, SAB: Sabadell, VAL: Valencia

Visita a realizar (2018-2020)

EMBARAZO

INFANCIA: 0, 1...(2, 4, 7, 9, 11, 14...) años

Exposición/ Susceptibilidad	Valoración Exposición y Efectos	Efectos
<p>Contaminación Atmosférica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua • Alimentos <p>COPs/Metales/ comp emergentes</p> <p>Condiciones Sociolaborales</p> <p>Dieta (nutrientes)</p> <p>Genética</p> <p>Radiaciones EM...</p>	<p>Cuestionarios</p> <p>Exploraciones Sanitarias</p> <p>Ev Psicométrica</p> <p>Determinaciones biológicas</p> <p>Mediciones ambientales</p> <p>GIS</p> <p>Registros sanitarios</p>	<p>Prematuridad</p> <p>Crecimiento pre y postnatal</p> <p>Desarrollo neuroconductual</p> <p>Alergias/Asma/Infecciones</p> <p>Desarrollo endocrino y sexual</p>



Infancia y Medio Ambiente

Medida de la contaminación atmosférica

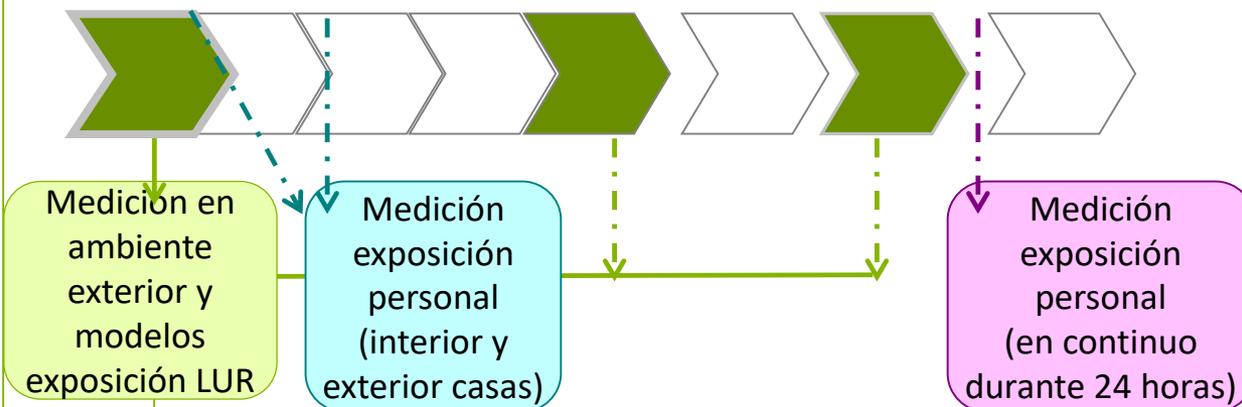
**Período /
Ventanas de
exposición**



En colaboración con



Método



Contaminantes

NO₂ , PM
y COVs

NO₂
Y benceno

NO₂

Partículas ultrafinas y negro de
humo (black carbon)

**Cohortes
participantes**

4 cohortes *de novo*
INMA

Valencia

Valencia y
Gipuzkoa

Sabadell y
Valencia

n

Estimaciones en
2506 mujeres en
embarazo

352 Niños/as

959 Niños/as

~ 200 Niños/as

Referencias

Iñiguez et al., 2009;
Estarlich et al., 2011;
Valero et al 2009;
Llop et al., 2011

Esplugues et al.,2010 a,b
Ferrero et al., 2017

Pañella et al., 2017



MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN EN AMBIENTE EXTERIOR

Durante embarazo e infancia

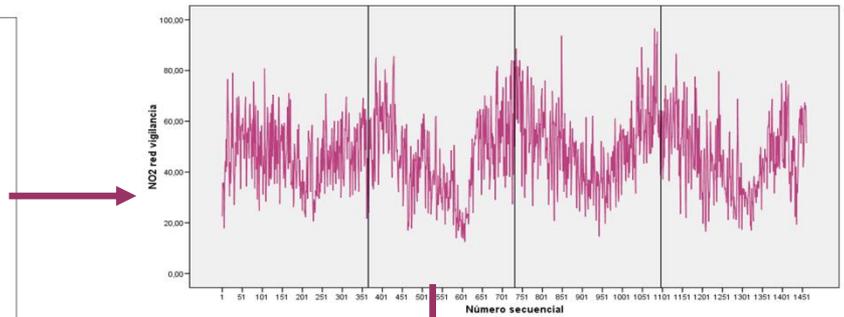
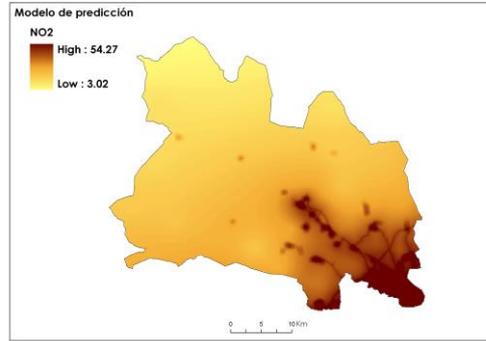
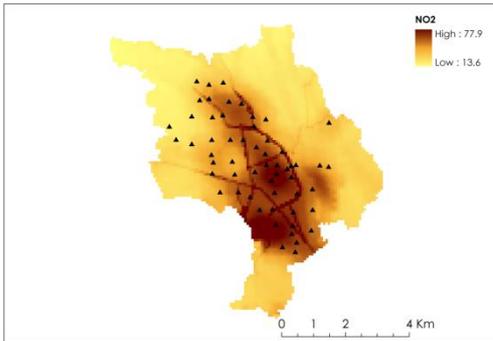


- Mediciones ambientales:
- Captadores pasivos
- NO₂ y COV
- Duración: 7 días
- Número de Campañas: 4 / 3

- Tráfico (intensidad distancia,...)
- Uso del suelo (urbano industrial)
- Altimetria
- Población

Modelización espacial (LUR)

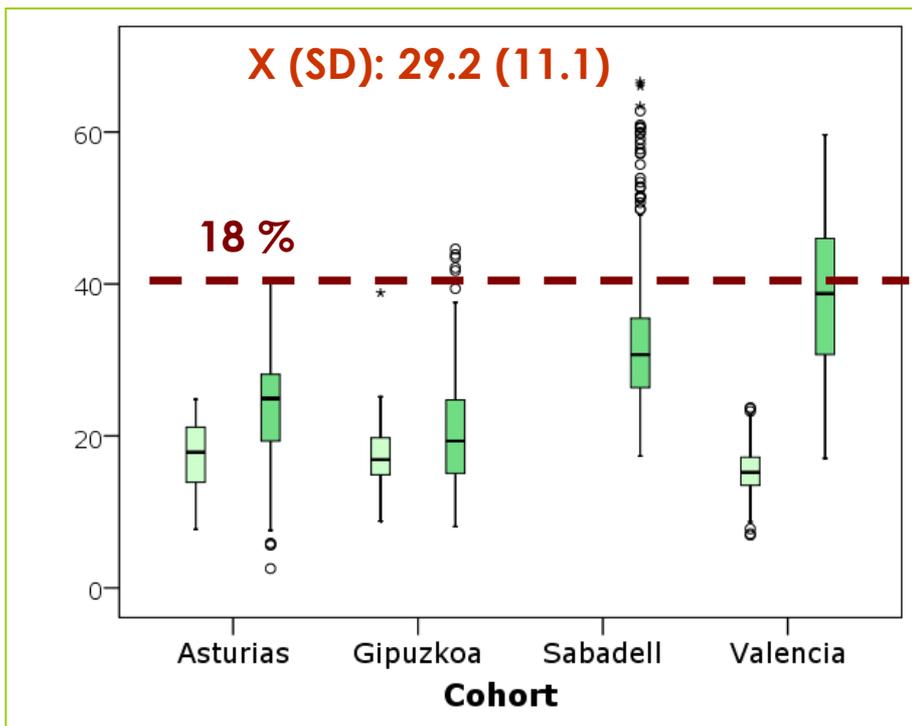
Modelización temporal



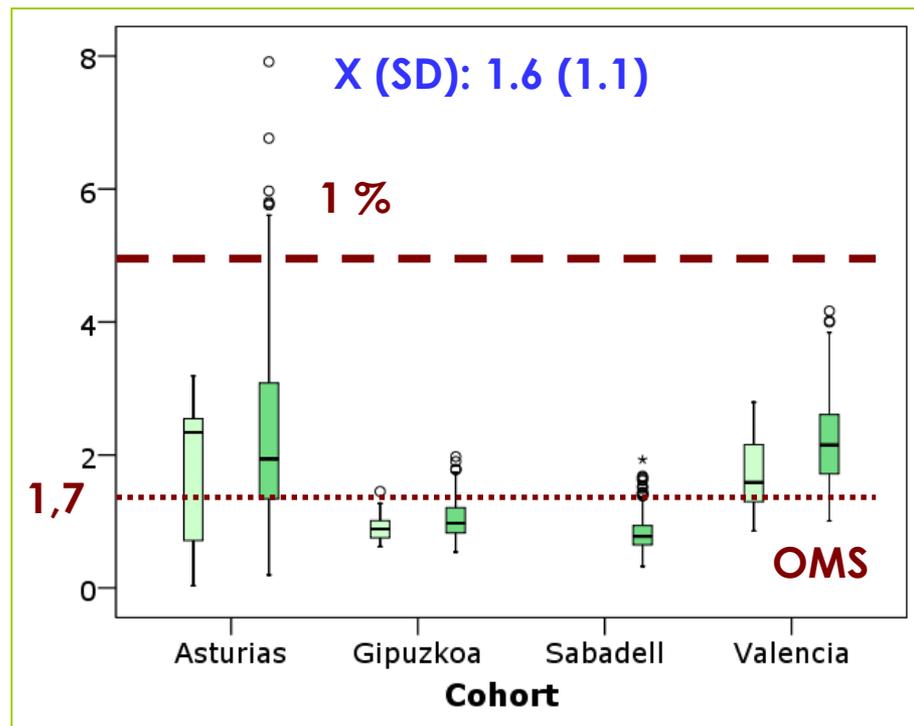
Estimación de la exposición individual para los periodos de interés

Niveles de exposición individual a contaminación exterior durante el embarazo

NO₂ (µg/m³)



Benzeno (µg/m³)



Tipo de zona

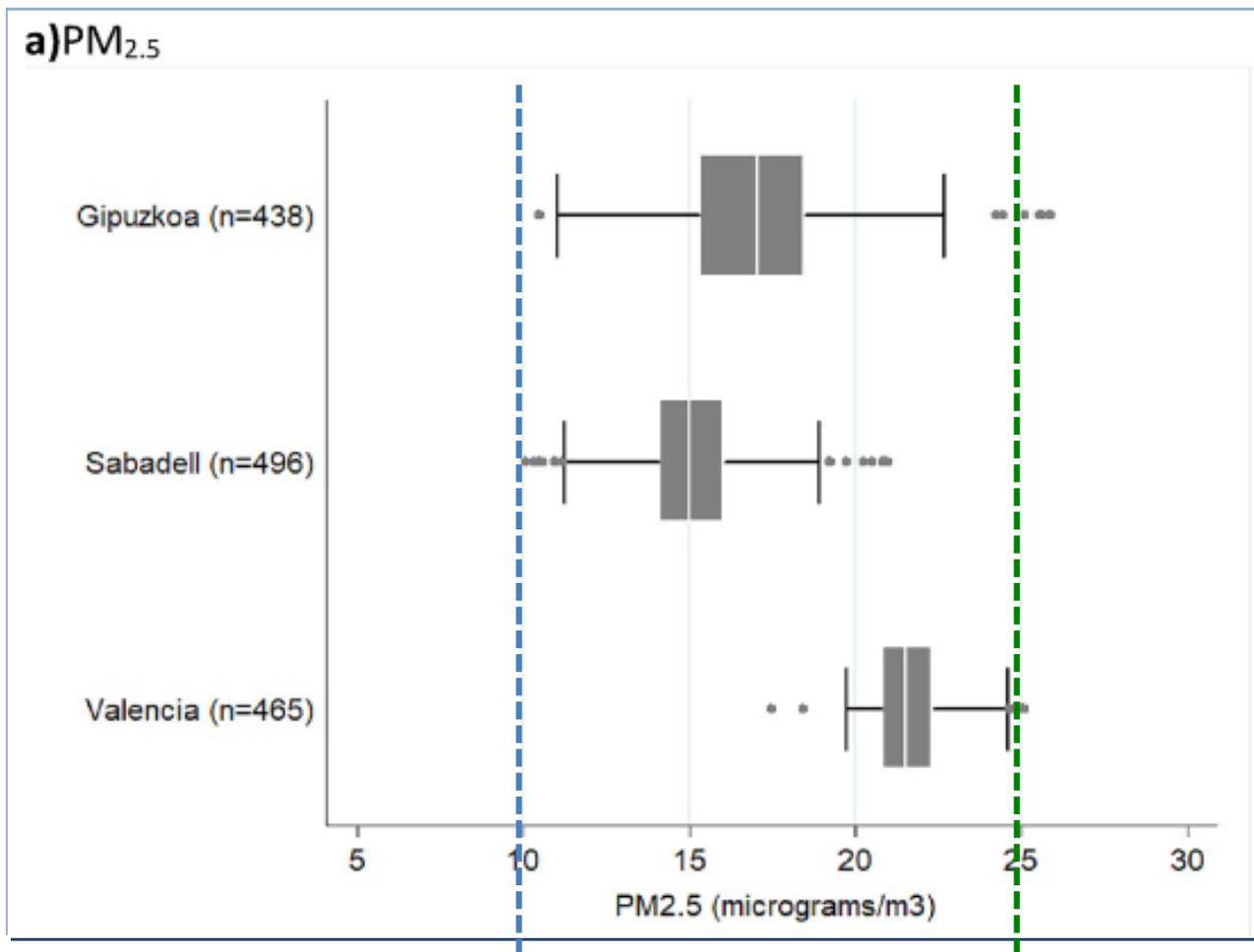


Rural



Urbana

Niveles de exposición individual a contaminación exterior durante el embarazo



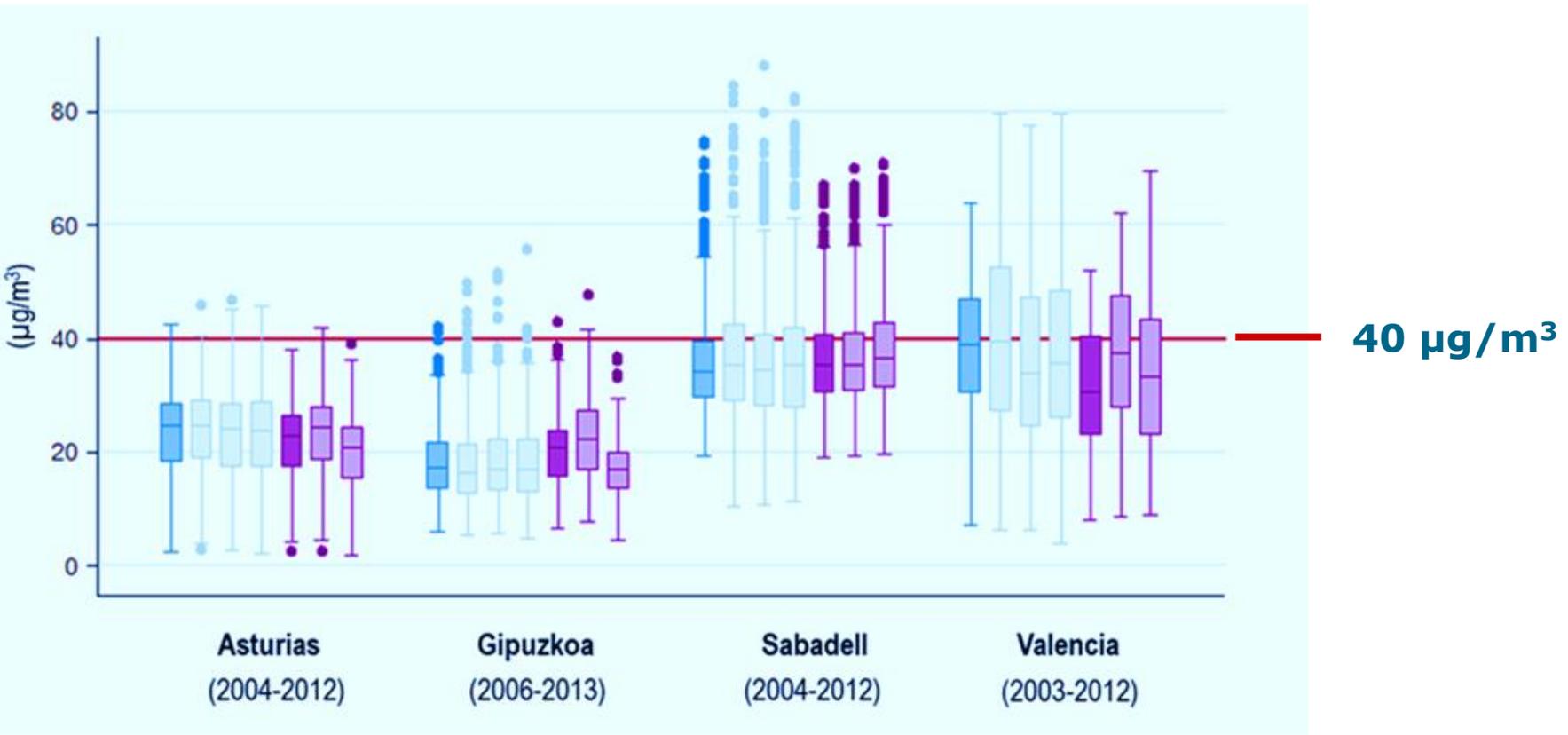
Valor anual PM_{2.5}

UE

OMS



Niveles de exposición individual durante diferentes periodos del embarazo y la infancia



PRENATAL

- Todo embarazo
- 1º trimestre
- 2º trimestre
- 3º trimestre

POSTNATAL

- 0-4 años de edad
- 0-1 años de edad
- 3-4 años de edad

Relacionados con embarazo

Crecimiento fetal

Antropometría al nacimiento

Parto pretérmino



Problemas respiratorios

Infecciones respiratorias

Prevalencia síntomas respiratorios

Función pulmonar



Desarrollo neurológico

Cognitivo y mental

Déficit atención e hiperactividad

Problemas de conducta



Estudios de intervención

*¿Una disminución de los niveles de contaminación
conlleva una disminución de los efectos en la salud?*

- Prohibición de venta de carbón en **Dublin** (*Clancy et al, 2002*) ↓ niveles de humos negros y ↓ mortalidad

Mortality decreased 10-15% after 1990 coal ban in Dublin

Clancy et al. (The Lancet, 2002)

Reduction

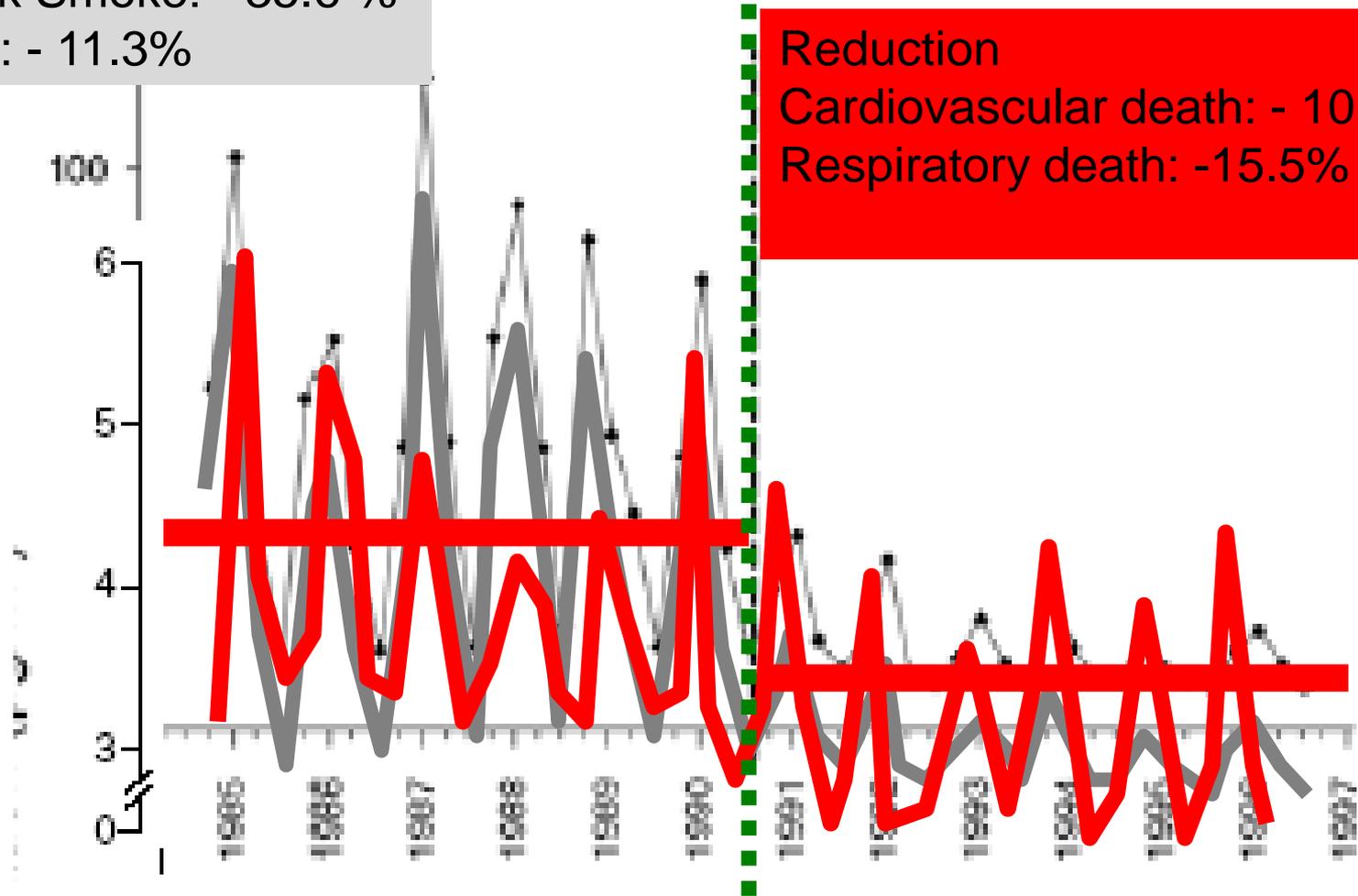
Black Smoke: - 35.6 %

SO₂: - 11.3%

Reduction

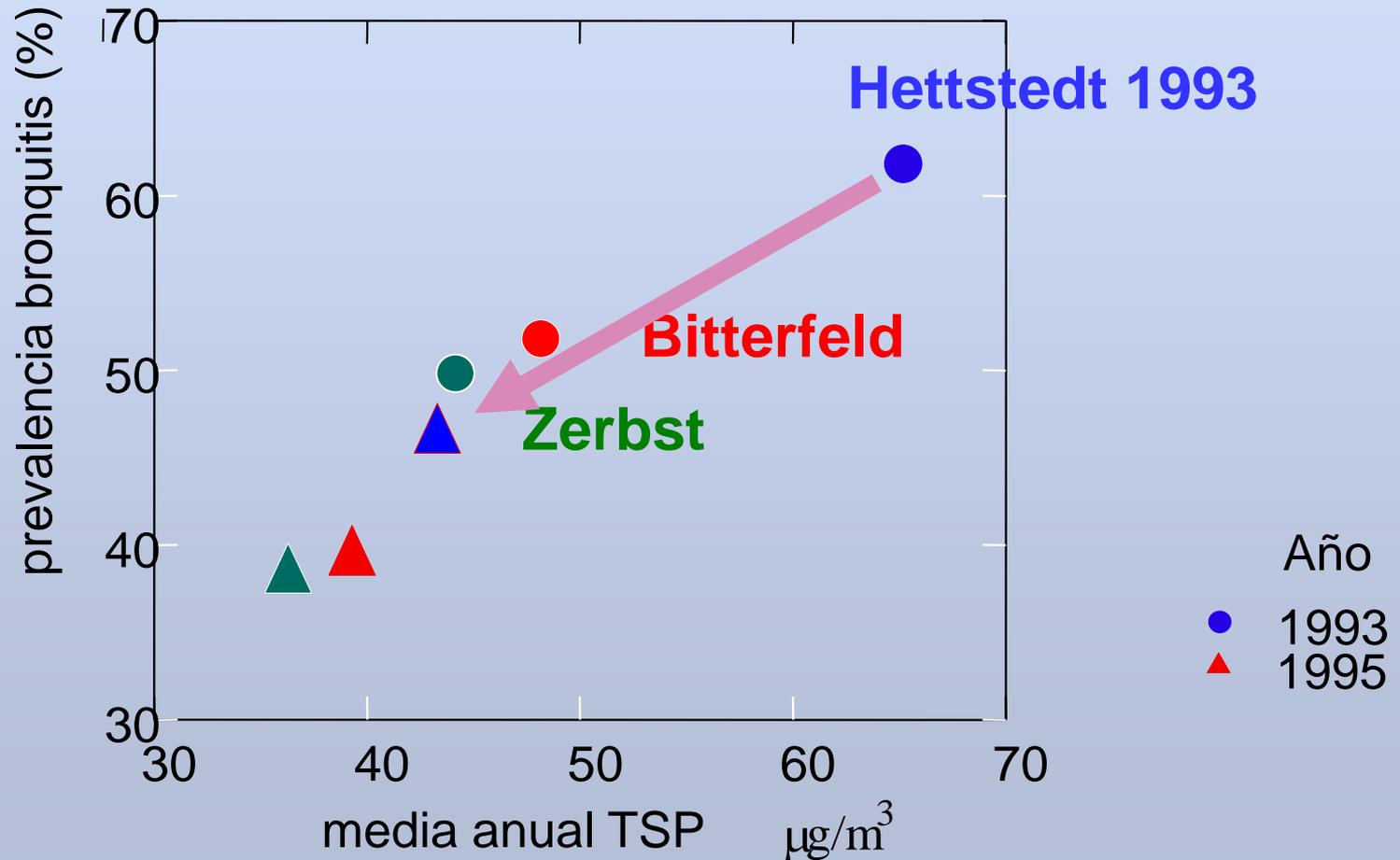
Cardiovascular death: - 10.3%

Respiratory death: -15.5%



**Reducción de los niveles de partículas
y reducción de la incidencia de
bronquitis aguda en **Alemania
Oriental** (*Heinrich et al, 2000*)**

↓ niveles de partículas → ↓ prevalencia de bronquitis aguda en Alemania del Este entre 1993 y 1995, niños de 5 a 14 años. (Heinrich et al, AJRCCM 2000; 161:1930-36)



Mejora en la esperanza de vida por reducción de contaminación por partículas finas (PM2.5)

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

Pope et al. 200

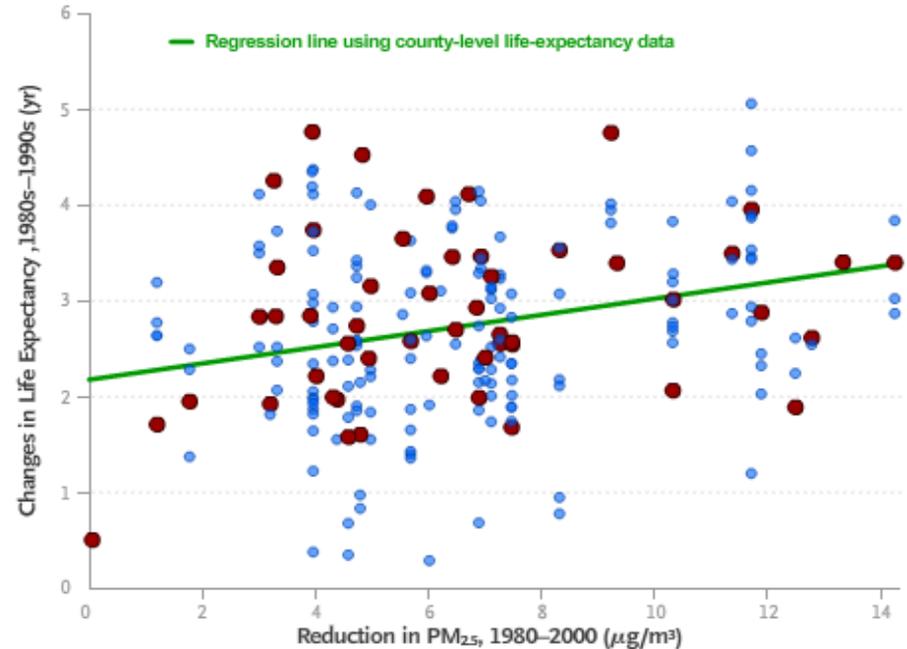
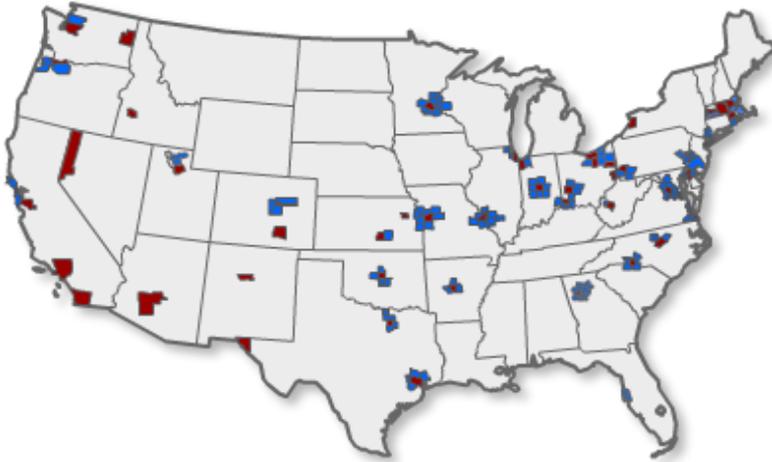
INTERACTIVE GRAPHIC

Life Expectancies, 1978–1982

Life Expectancies, 1997–2001

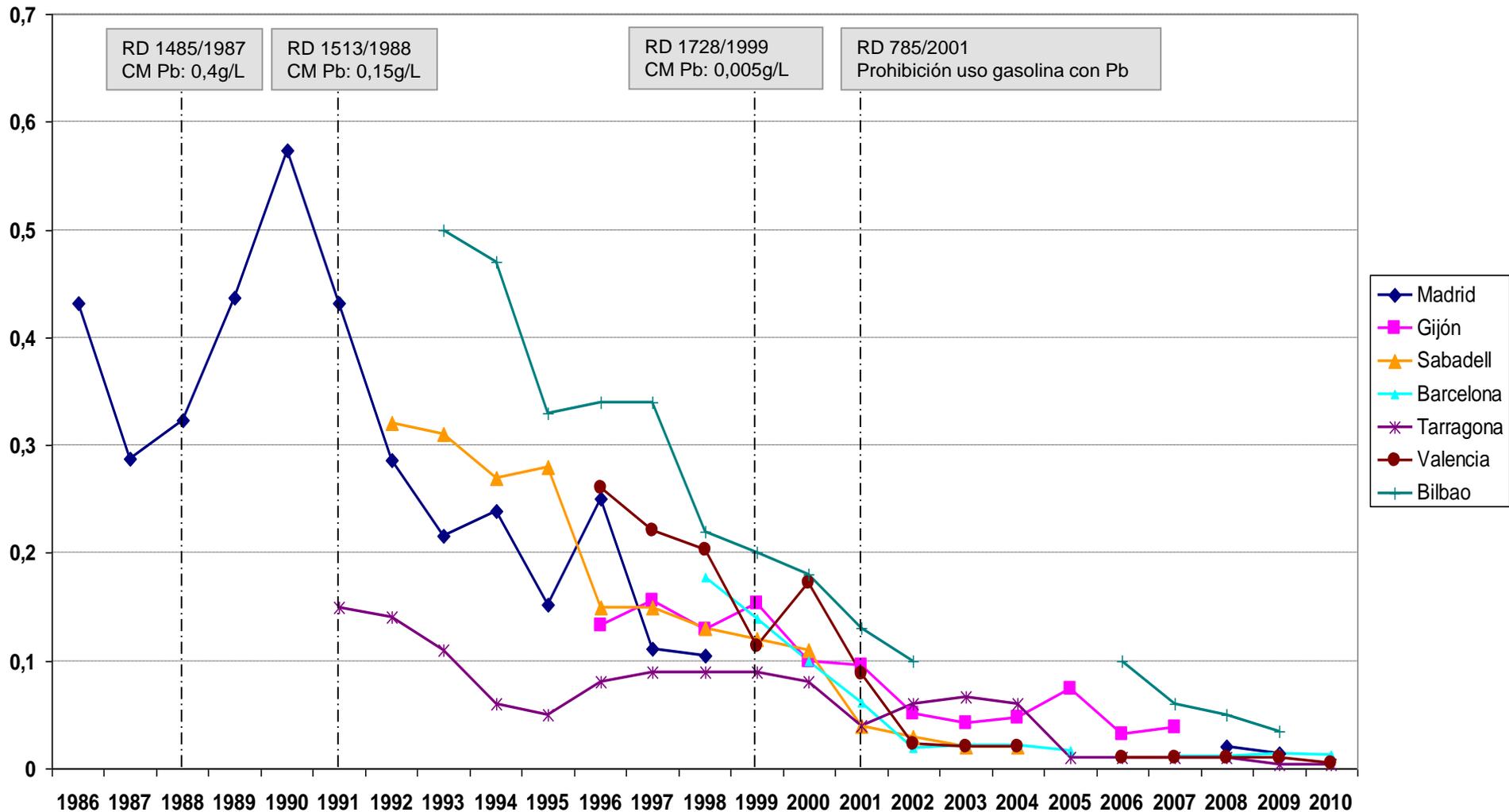
Changes in Life Expectancy, 1980s–1990s

Choose metropolitan area to view results

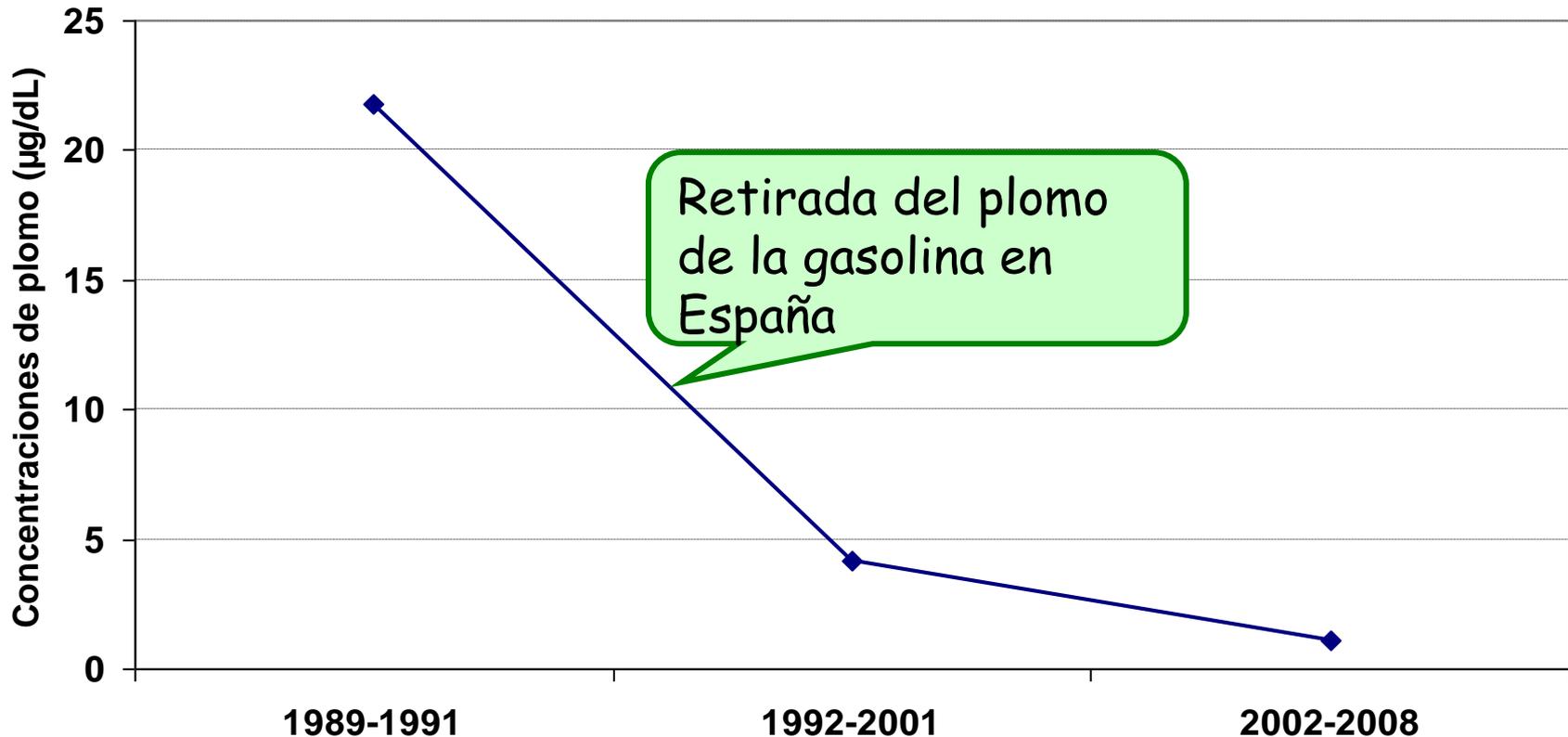


- Las reducciones en PM_{2.5} contribuyeron con un 15% en el incremento de la esperanza de vida en las áreas a estudio

Evolución de los niveles de plomo en aire en distintas ciudades españolas



Evolución de las concentraciones medias de plomo en sangre de población infantil española. Media ponderada de los estudios disponibles para cada periodo



- **Periodo 1989-1991:** media calculada a partir de los estudios de Cabeza et al., 1991 y Rivas et al., 1993. (ASTURIAS)
- **Periodo 1992-2001:** media calculada a partir de los estudios de Cambra et al., 1995, Schuhmacher et al., 1996b, Torra et al., 1997, Vazquez et al., 1998, Solé et al., 1998, García-Algar et al., 2003 y Ferré-Huguet et al., 2009.
- **Periodo 2002-2008:** media calculada a partir de los estudios de Ferré-Huguet et al., 2009 y Llop et al., 2011.

Evaluación de impacto en salud de la contaminación atmosférica.

¿Qué beneficios para la salud podríamos lograr en nuestro ámbito con una mejora de la calidad del aire?

Ejemplo: El proyecto Aphekom

The Aphekom collaborative network

■ Aphekom cities

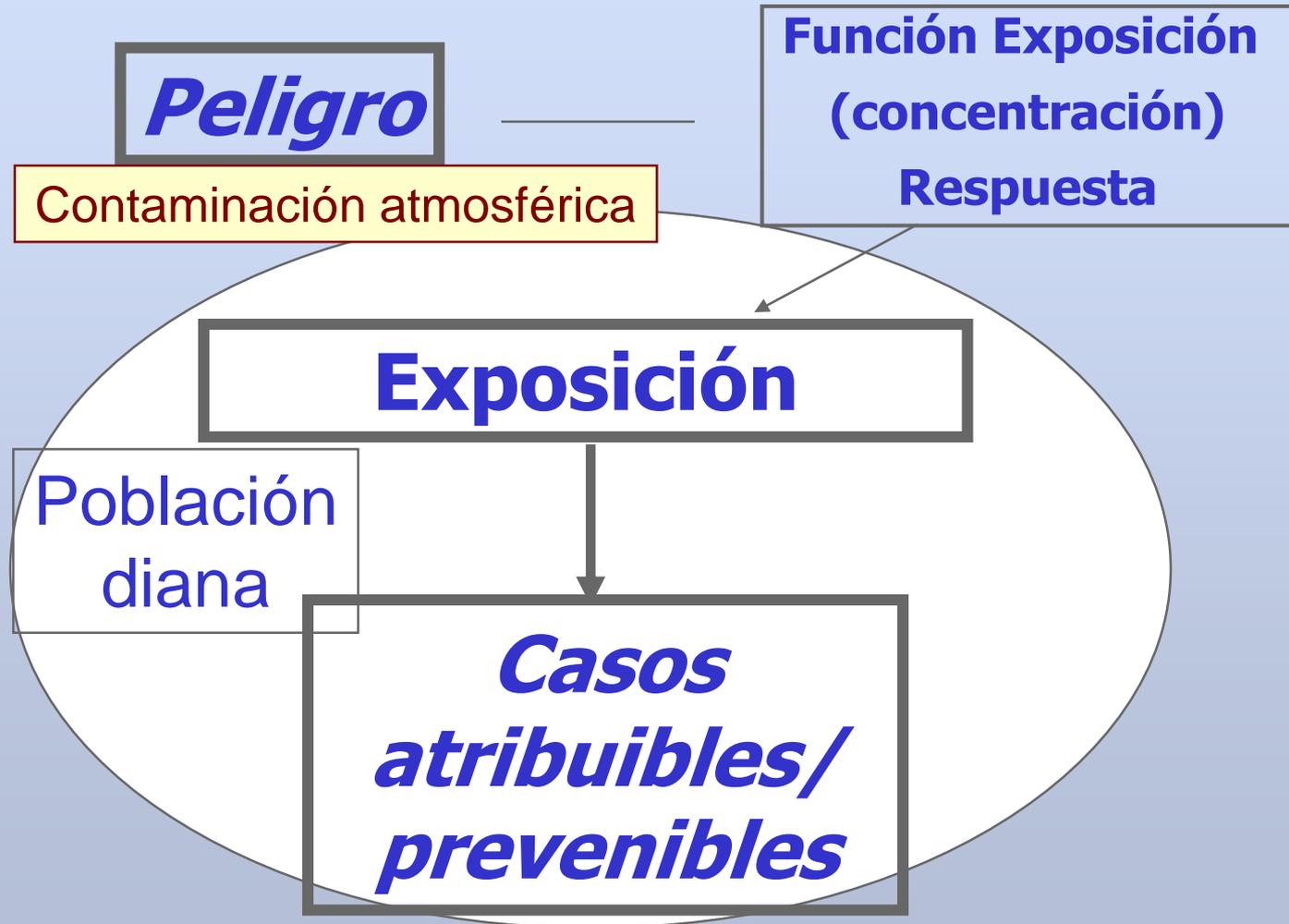
● External scientific committee



25 ciudades. 12 países. 39 millones de habitantes

Aphekom

Estimación casos en EIS



Escenarios considerados

EIS	Escenario
Impacto a corto plazo PM10	Reducción de la media anual a 20 ug/m3 (OMS)
	Disminución de 5 ug/m3 en la media anual
Impacto a largo plazo PM2.5	Reducción de la media anual a 10 ug/m3 (OMS)
	Disminución de 5 ug/m3 en la media anual

Modelo de estimación de casos prevenibles por reducción de la contaminación atmosférica

Künzli, Kaiser, Medina et al, Lancet 2000; 356: 795 - 801

Frecuencia mortalidad

$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Función E-R: RR

Casos prevenibles: Δy

Nivel observado: media anual

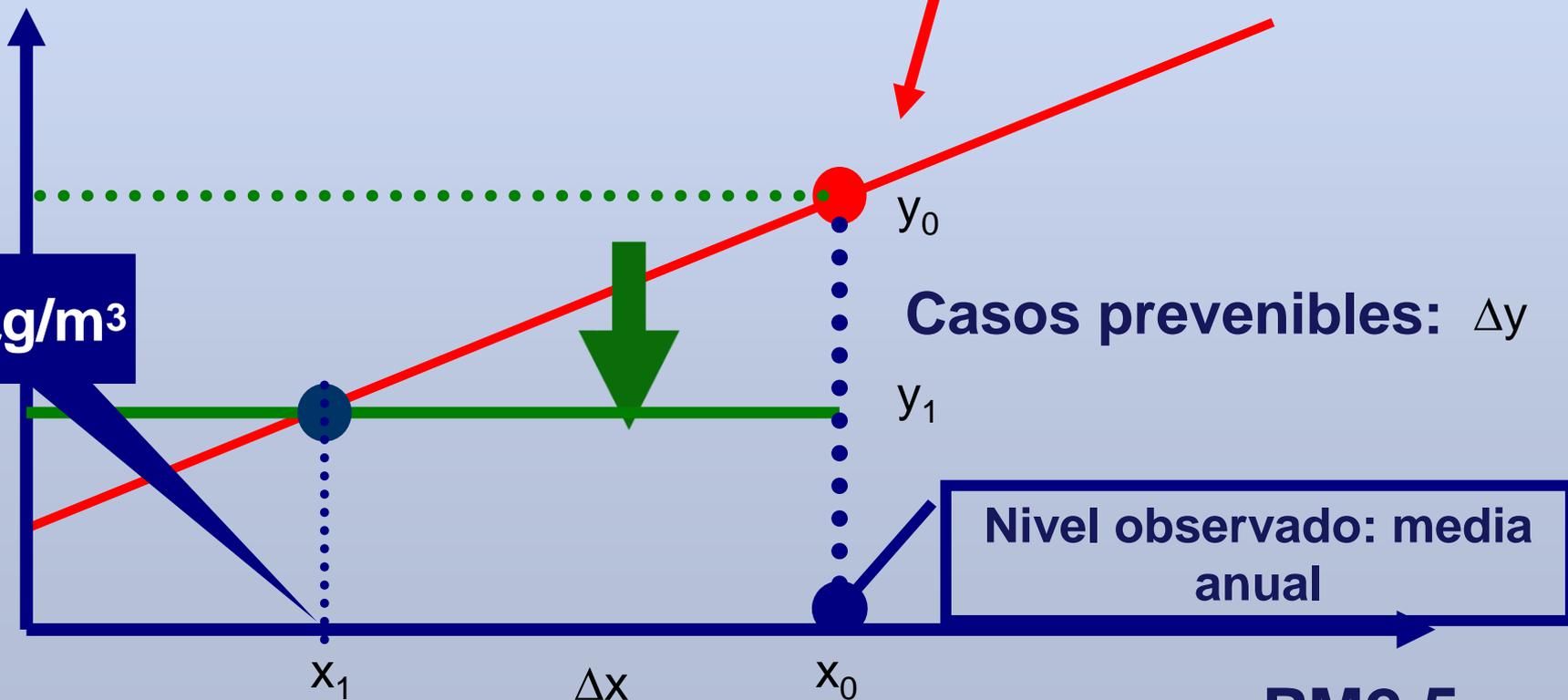
x_1

Δx

x_0

PM_{2,5}

Nivel basico PM_{2,5} (referencia: OMS)

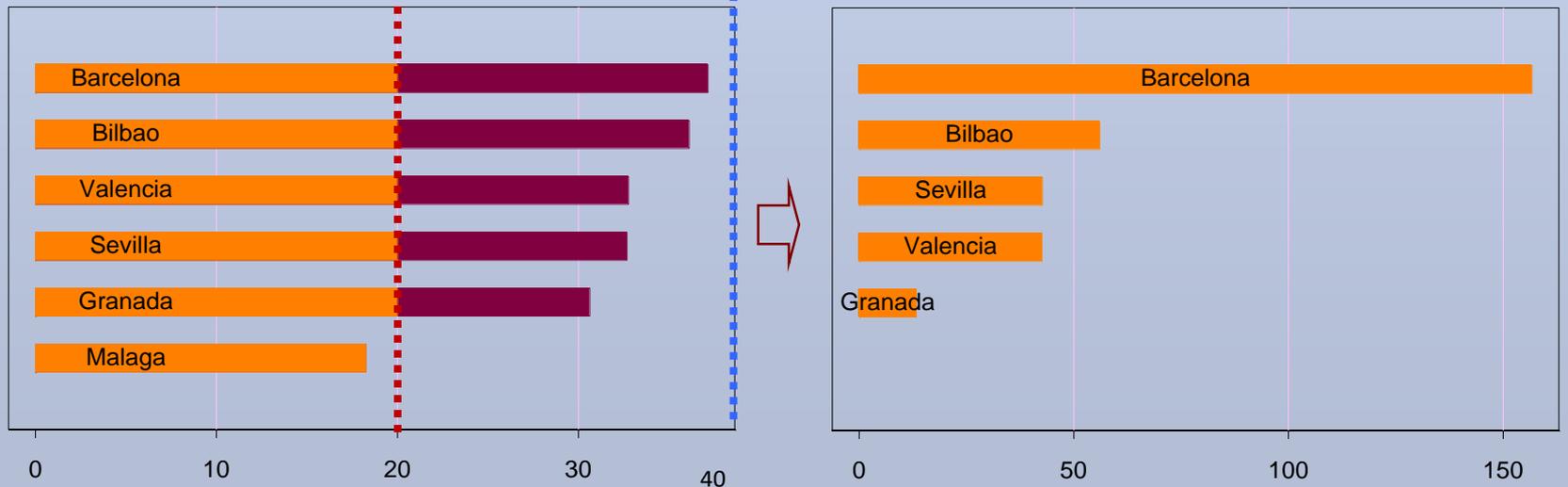
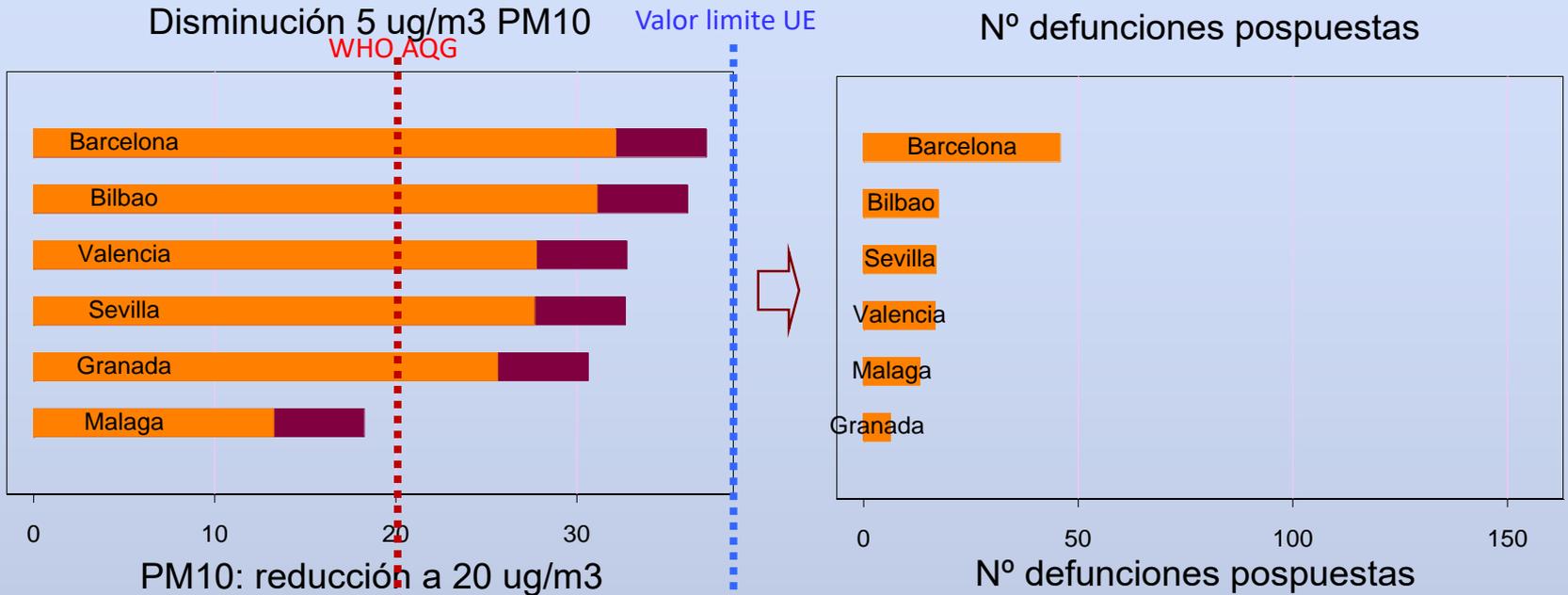


Resultados Aphekom

EIS en 6 ciudades españolas. Periodo: 2004-06

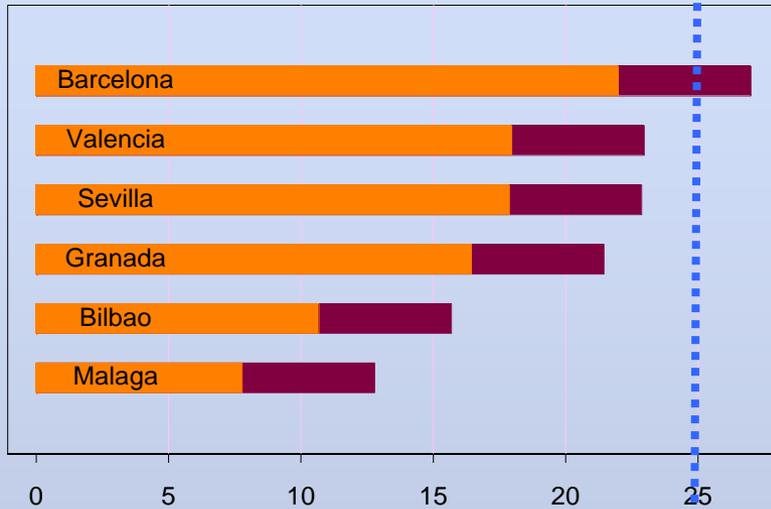
- Barcelona
- Bilbao
- Granada
- Málaga
- Sevilla
- Valencia

Impacto PM₁₀ sobre mortalidad a corto plazo

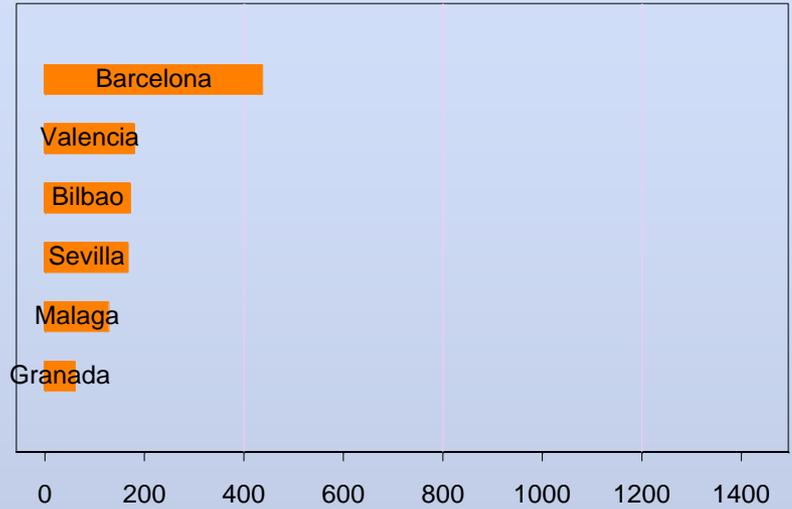


Impacto PM_{2.5} sobre mortalidad a largo plazo

Descenso 5 ng/m³ PM_{2.5} Valor limite UE



Nº defunciones postpuestas



Reducción PM_{2.5} a 20 ug/m³



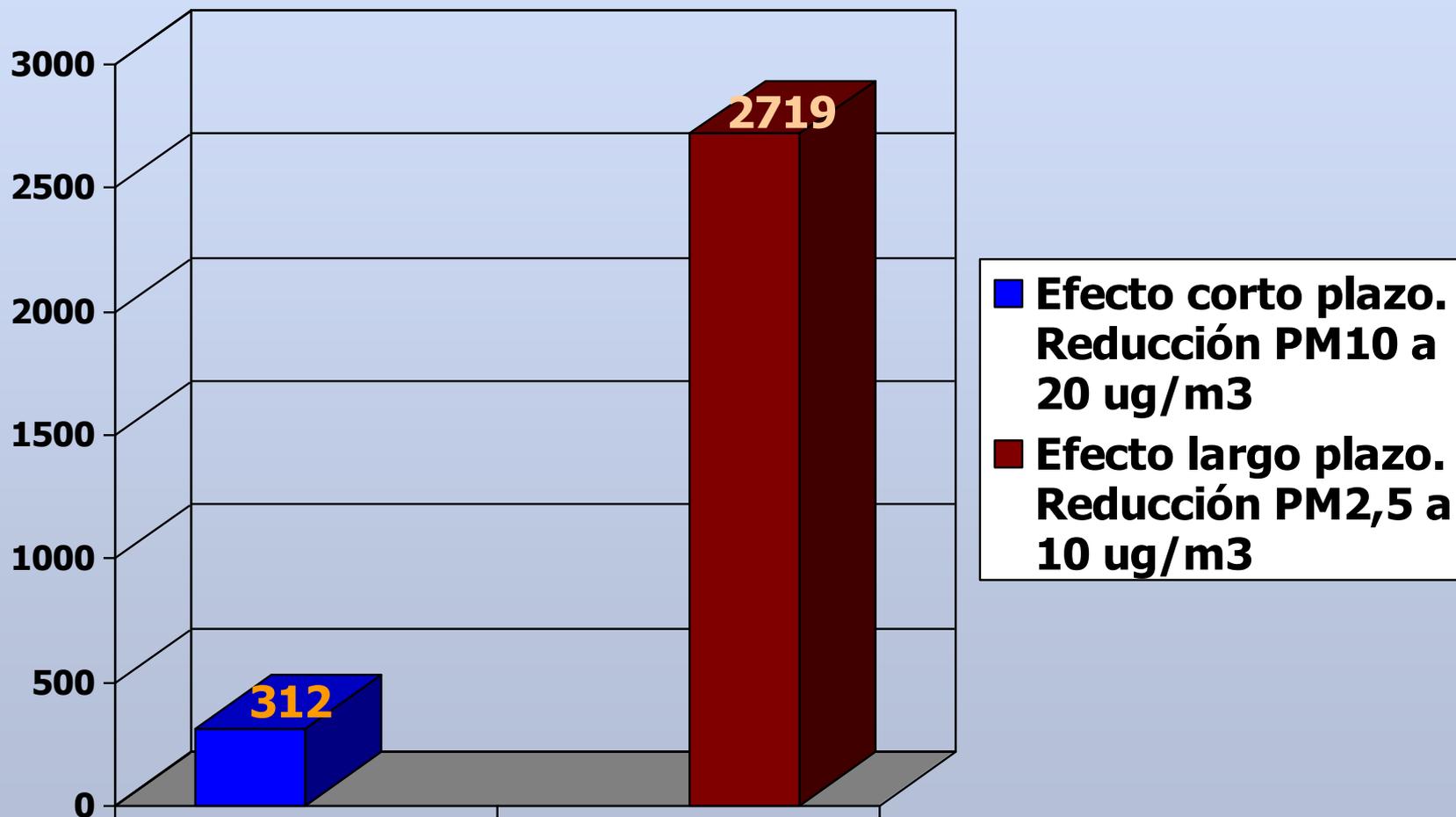
Nº defunciones postpuestas



Estimaciones anuales

Resultados Aphekom

Nº de defunciones atribuibles anualmente a contaminación atmosférica para el conjunto de las 6 ciudades españolas



Carga de enfermedad por la contaminación atmosférica

¿Cuál es el impacto de la contaminación atmosférica en salud?

9 millones de defunciones prematuras en 2015 por la contaminación!



THE LANCET

COMMISSION ON POLLUTION AND HEALTH

The Lancet Commission on pollution and health



Philip J Landrigan, Richard Fuller, Nereus J R Acosta, Olusoji Adeyi, Robert Arnold, Niladri (Nil) Basu, Abdoulaye Bibi Baldé, Roberto Bertollini, Stephan Bose-O'Reilly, Jo Ivey Boufford, Patrick N Breyse, Thomas Chiles, Chulabhorn Mahidol, Awa M Coll-Seck, Maureen L Cropper, Julius Fobil, Valentin Fuster, Michael Greenstone, Andy Haines, David Hanrahan, David Hunter, Mukesh Khare, Alan Krupnick, Bruce Lanphear, Bindu Lohani, Keith Martin, Karen V Mathiasen, Maureen A McTeer, Christopher J L Murray, Johanita D Ndahimananjara, Frederica Perera, Janez Potočnik, Alexander S Preker, Jairam Ramesh, Johan Rockström, Carlos Salinas, Leona D Samson, Karti Sandilya, Peter D Sly, Kirk R Smith, Achim Steiner, Richard B Stewart, William A Suk, Onno C P van Schayck, Gautam N Yadama, Kandeh Yumkella, Ma Zhong

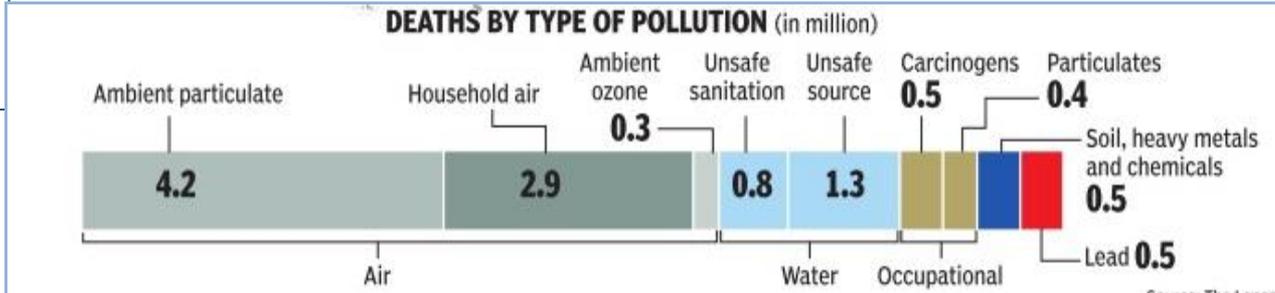
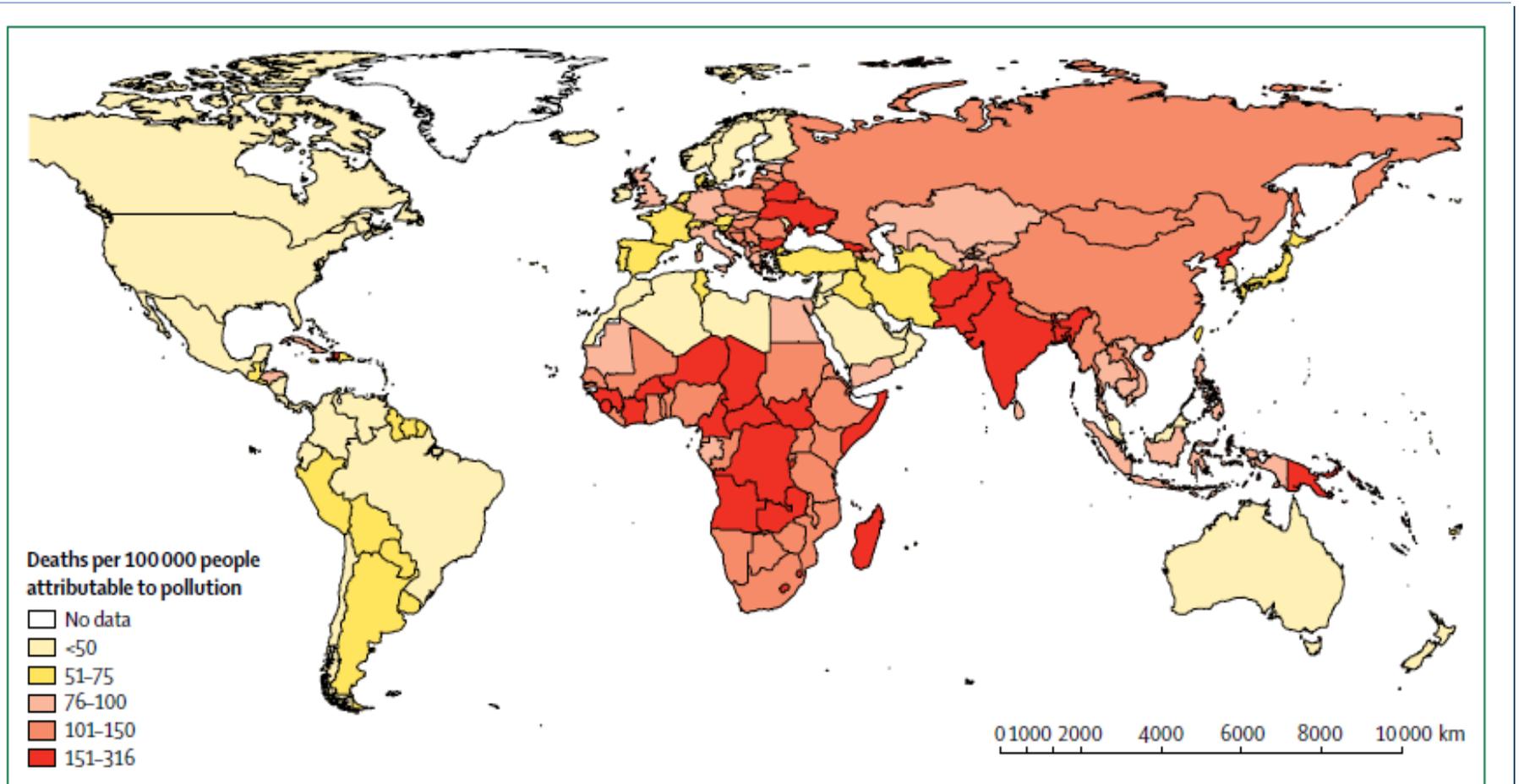
Executive summary

Pollution is the largest environmental cause of disease and premature death in the world today. Diseases caused by pollution were responsible for an estimated 9 million premature deaths in 2015—16% of all deaths worldwide—three times more deaths than from AIDS, tuberculosis, and malaria combined and 15 times more than from all

Pollution endangers planetary health, destroys ecosystems, and is intimately linked to global climate change. Fuel combustion—fossil fuel combustion in high-income and middle-income countries and burning of biomass in low-income countries—accounts for 85% of airborne particulate pollution and for almost all pollution by oxides of sulphur and nitrogen. Fuel combustion is also a major

Published Online
October 19, 2017
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
See Online/Comment
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32588-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32588-6) and
<http://dx.doi.org/10.1016/>

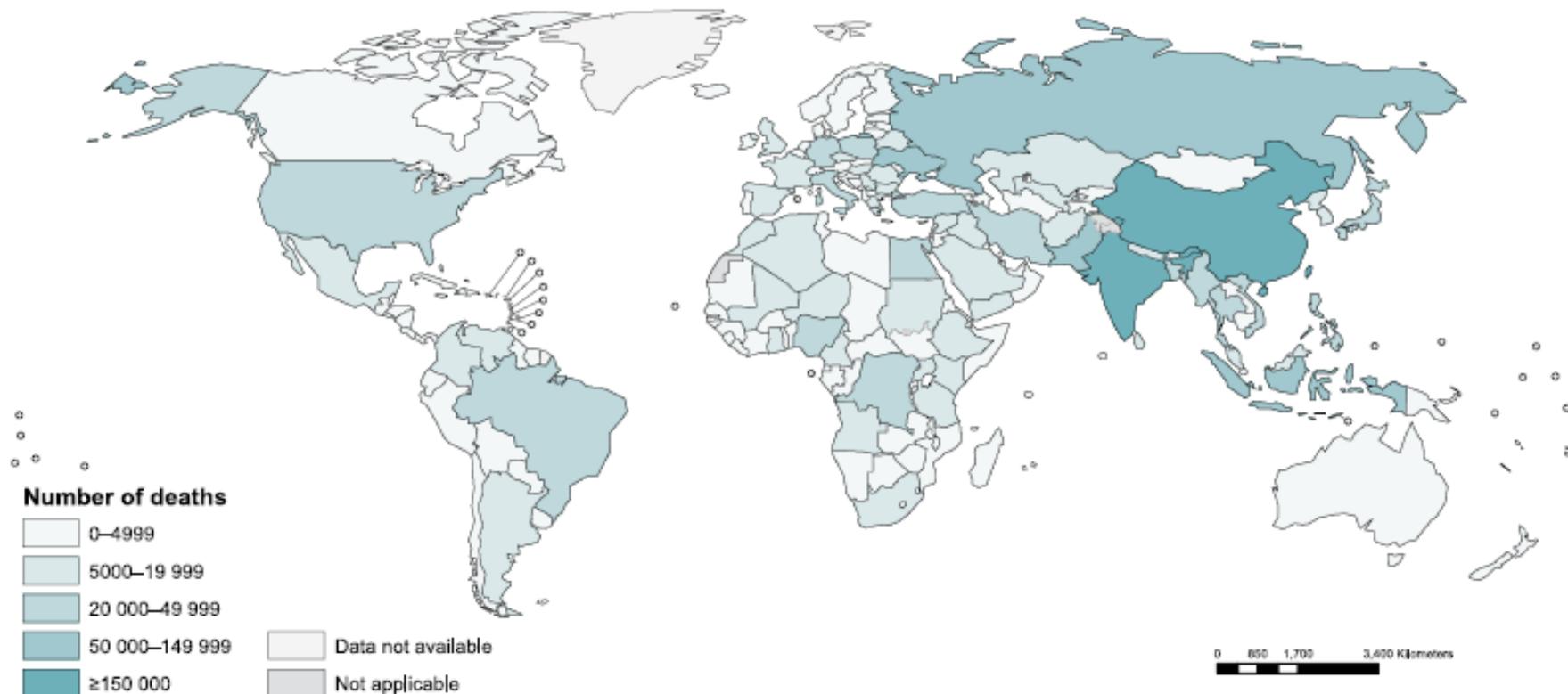
Número de defunciones por 100.000 cada personas atribuibles a todas las formas de contaminación, 2015



Landrigan et al, 2017

Defunciones atribuibles a contaminación atmosférica en ambiente exterior en 2012. OMS (2016)

Figure 16: Deaths attributable to AAP in 2012, by country



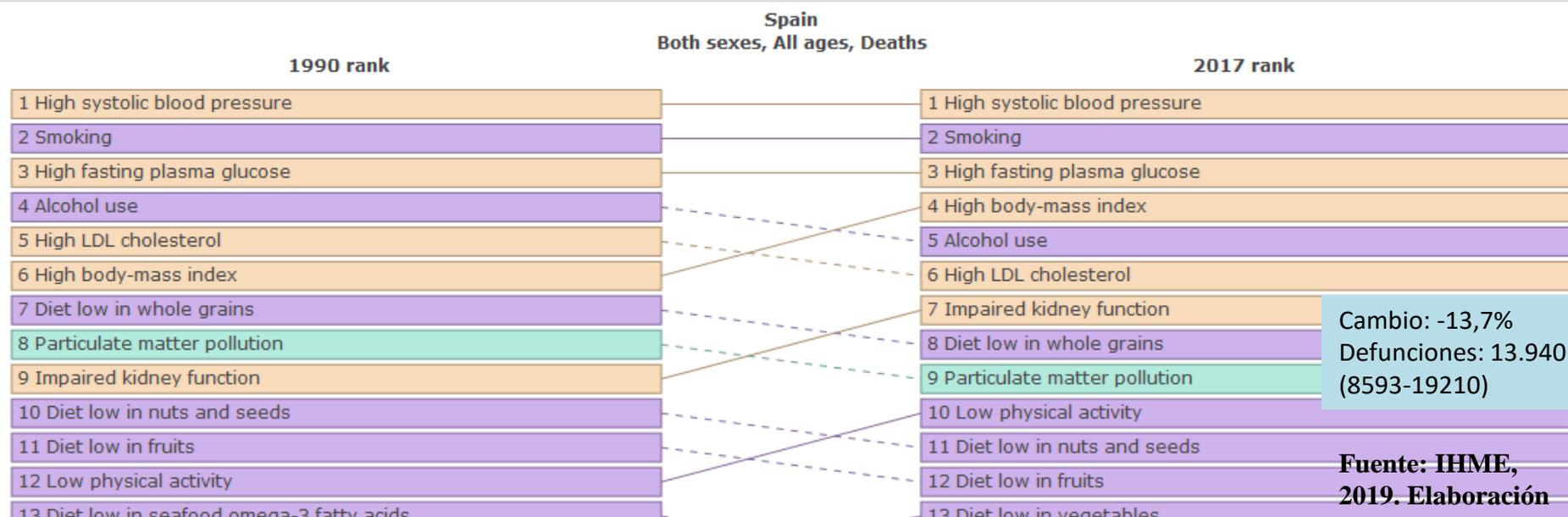
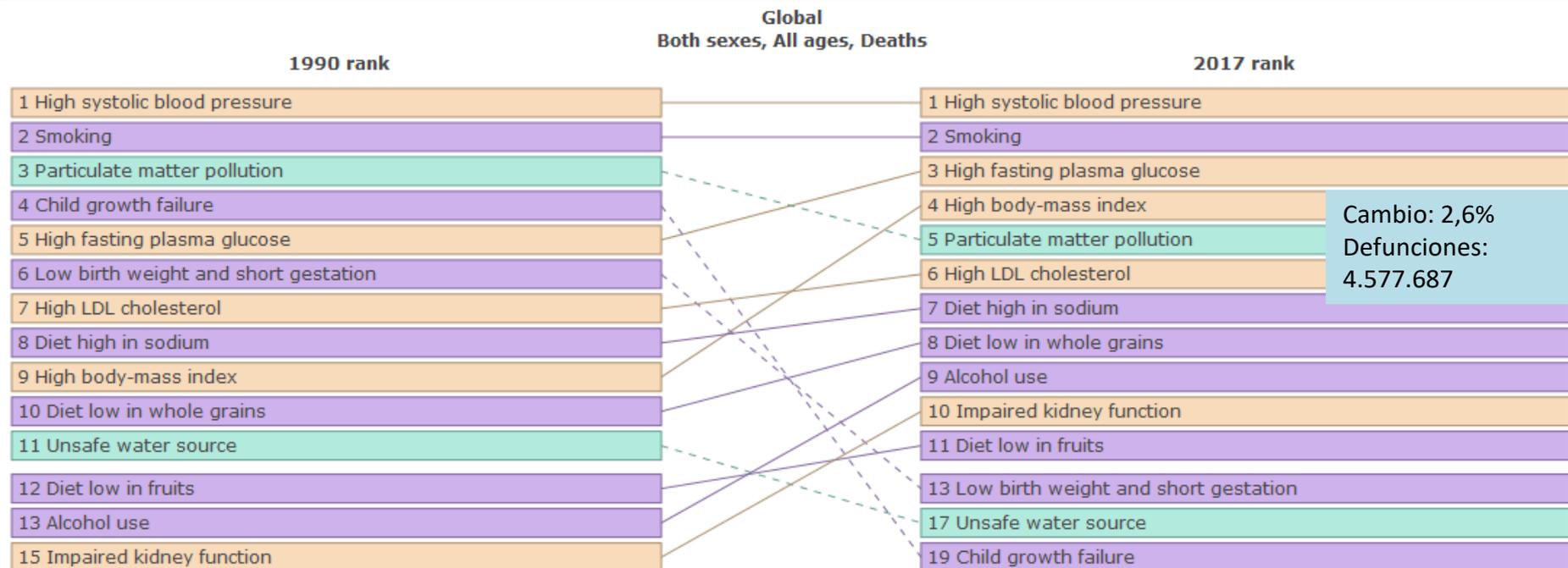
AAP: Ambient air pollution

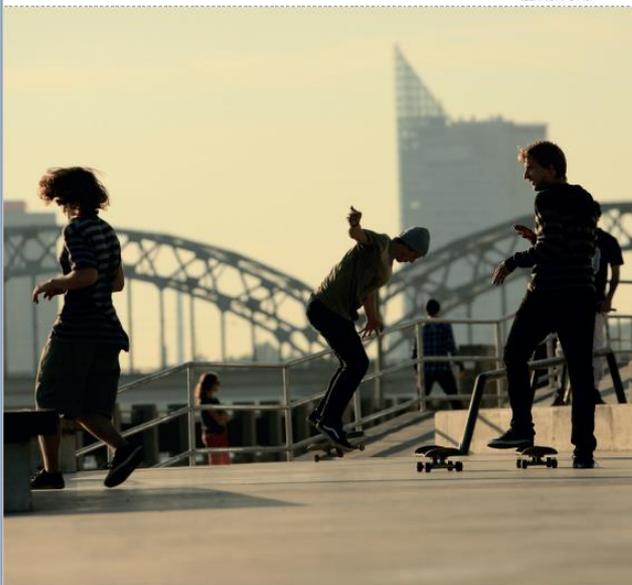
3 millones de defunciones prematuras

Diferencias entre las dos estimaciones

	Lancet Comission (2017)	OMS (2016)
Año referido	2015	2012
Definición MA	Enfermedades relacionadas, estrictamente, con contaminación	Incluye accidentes de tráfico, radiaciones, ruido, riesgos laborales psicosociales, built env, agricultura, CC..
Diferencias en los estimadores para contaminación interior	2,9	4,3
Id Cont exterior PM	4,2	3,0 Nivel base PM2.5 : 5.9-8.7 ug/m3 Enfermedades consideradas (5)
Agua deficiente [definiciones diferentes de 'acceso a agua segura']*	1,3	0,5
Total	9,0 M	12,6 M

Riesgos de Carga de Enfermedad (defunciones prematuras). IHME 2019




Table 10.1 Premature deaths attributable to PM_{2.5}, NO₂ and O₃ exposure in 41 European countries and the EU-28, 2015

Country	Population (1 000)	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (*)	Premature deaths (†)	Annual mean (*)	Premature deaths (†)	SOMO35 (‡)	Premature deaths (†)
Austria	8 576	13.3	5 900	19.8	1 200	6 170	380
Belgium	11 237	13.0	7 400	20.9	1 500	2 790	220
Bulgaria	7 202	24.1	14 200	16.1	640	4 180	350
Croatia	4 225	17.4	4 500	17.3	430	6 240	230
Cyprus	1 173	16.9	750	14.1	30	6 390	40
Czechia	10 538	17.0	10 100	16.6	490	5 560	460
Denmark	5 660	9.7	2 800	10.5	80	2 200	90
Estonia	1 315	6.7	560	8.2	<5	1 780	20
Finland	5 472	5.3	1 500	8.8	40	1 360	50
France	66 488	11.9	35 800	17.9	9 700	4 250	1 800
Germany	81 198	12.3	62 300	20.0	13 100	4 300	3 000
Greece	10 858	19.1	12 000	18.1	2 300	6 910	610
Hungary	9 856	18.9	12 800	18.0	1 300	5 550	530
Ireland	4 629	6.5	1 100	7.6	30	860	20
Italy	60 796	18.5	60 600	24.9	20 500	6 860	3 200
Latvia	1 986	10.6	1 600	12.1	130	2 560	50
Lithuania	2 921	11.7	2 600	12.2	70	2 800	90
Luxembourg	563	12.0	240	19.9	50	3 460	10
Malta	429	12.8	240	16.5	20	5 790	10
Netherlands	16 901	12.3	9 800	20.5	1 900	2 680	290
Poland	38 006	21.6	44 500	15.6	1 700	4 530	1 300
Portugal	9 870	9.8	5 500	15.7	890	3 990	300
Romania	19 871	18.1	25 400	14.9	1 300	2 950	580
Slovakia	5 421	19.1	5 200	16.9	240	5 460	210
Slovenia	2 063	17.4	1 800	16.7	160	6 650	100

PM_{2.5}, all-cause (natural) mortality is considered in ages above 30, for all concentrations, assuming an increase in the risk of mortality of 6.2 % for a 10 µg/m³ increase of PM_{2.5}. (**C₀=0**)

NO₂, all-cause (natural) mortality is considered in ages above 30, for concentrations **above 20 µg/m³**, assuming an increase in the risk of mortality of 5.5 % for a 10 µg/m³ increase of NO₂.

O₃, all-cause (natural) mortality is considered for all ages assuming an increase in the risk of mortality of 0.29 % per 10 µg/m³ increase of SOMO35 (43). **C₀=35 ppb**

Switzerland	8 238	11.8	4 200	21.4	1 000	6 170	300
EU-28	506 030	13.9	391 000	18.9	76 000	4 250	16 400
Total	538 278	14.1	422 000	18.8	79 000	4 310	17 700

Notes: (*) The annual mean (in µg/m³) and the SOMO35 (in µg/m³.days), expressed as population-weighted concentration, is obtained according to the methodology described by ETC/ACM (2017a) and not only from monitoring stations; (†) Total and EU-28 premature deaths are rounded to the nearest thousand (except for O₃, nearest hundred). The national totals are rounded to the nearest hundred or ten.

Table 10.1 Premature deaths attributable to PM_{2.5}, NO₂ and O₃ exposure in 41 European countries and the EU-28, 2015

Country	Population (1 000)	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (°)	Premature deaths (°)	Annual mean (°)	Premature deaths (°)	SOMO35 (°)	Premature deaths (°)

Slovakia	5 421	19.1	5 200	16.9	240	5 460	210
Slovenia	2 063	17.4	1 800	16.7	160	6 650	100
Spain	44 154	12.7	27 900	21.2	8 900	5 820	1 800
Sweden	9 747	5.9	3 000	10.8	110	2 080	140
United Kingdom	64 875	9.4	31 300	19.7	9 600	1 290	590

Total España (defunciones prematuras): 38600

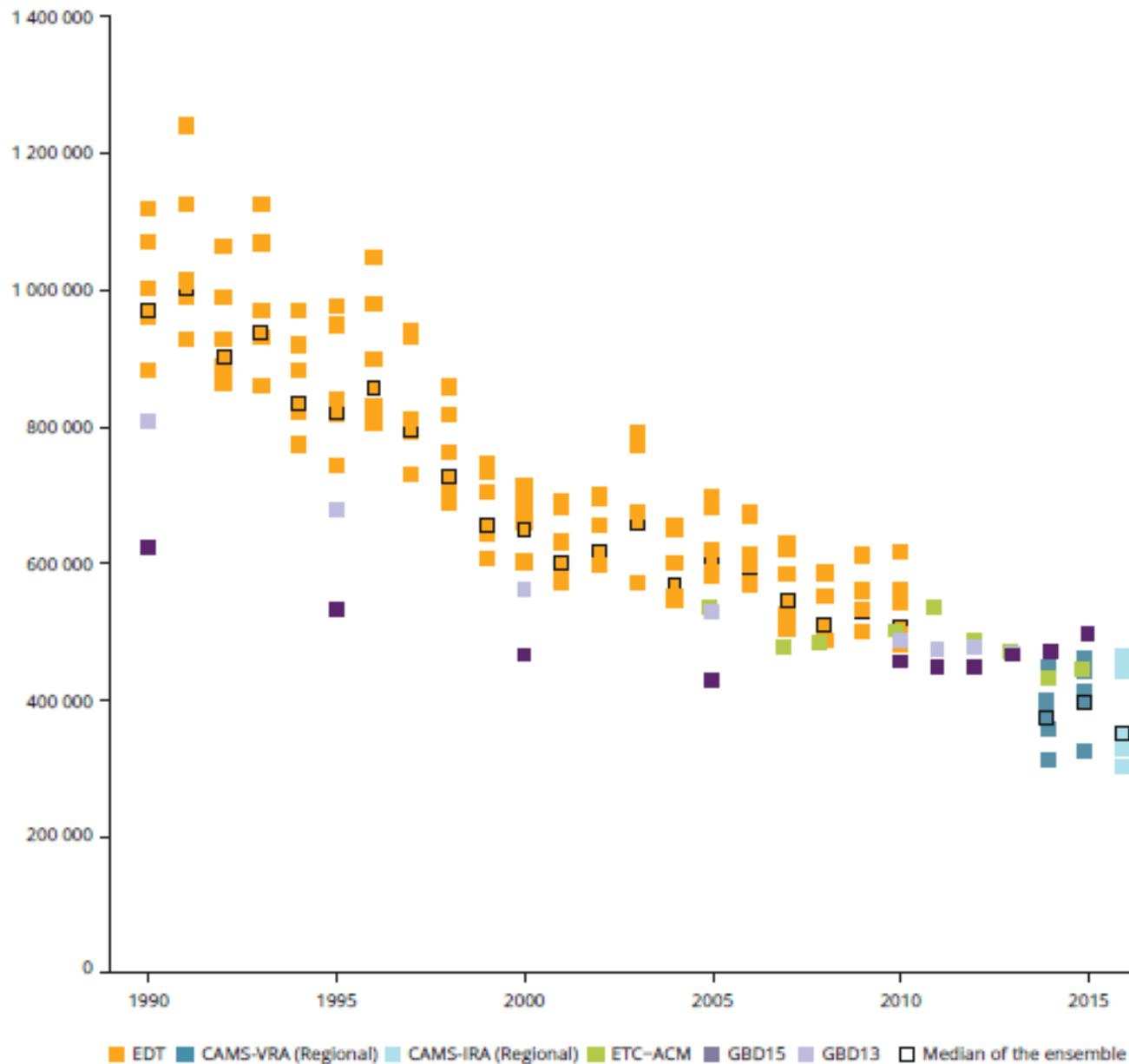
Switzerland	8 238	11.8	4 200	21.4	1 000	6 170	300
EU-28	506 030	13.9	391 000	18.9	76 000	4 250	16 400
Total	538 278	14.1	422 000	18.8	79 000	4 310	17 700

Notes: (°) The annual mean (in µg/m³) and the SOMO35 (in µg/m³.days), expressed as population-weighted concentration, is obtained according to the methodology described by ETC/ACM (2017a) and not only from monitoring stations; (°) Total and EU-28 premature deaths are rounded to the nearest thousand (except for O₃ nearest hundred). The national totals are rounded to the nearest hundred or ten.

Total EU-28 (defunciones prematuras): 483400

Figure 10.1 Premature deaths due to exposure to PM_{2.5} (all-cause (natural) mortality) in Europe over the period 1990-2016 for various data sets of PM_{2.5} concentration

Number of premature deaths

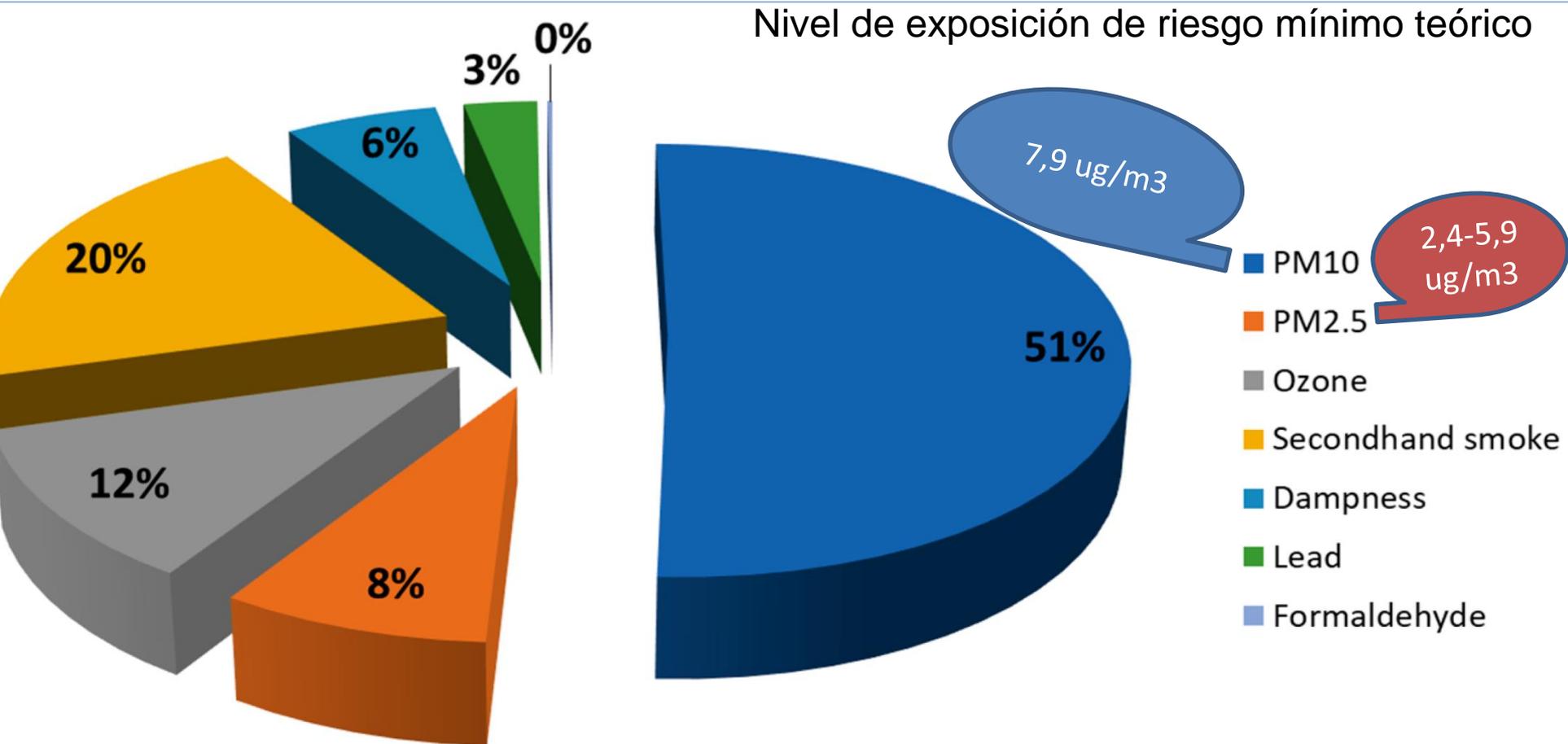


Carga de enfermedad por riesgos ambientales en la infancia en Europa (EU28)

Risk Factor	Health Outcome	Population	Cases	DALYs	LCI	UCI	DALYs/100,000 Population	Total DALYs by Exposure
Lead	Mild mental retardation	<5 years	138,646	6216	2699	11,414	15.09	6216
PM ₁₀	Asthma	5–18 years	43,402	13,904	462	15,181	17.80	
	Infant mortality	<1 year	1078	93,147	45,106	166,668	16,324	107,051
PM _{2.5}	Low respiratory infections	<18 years	134,032	17,453	8042	29,659	21.14	17,453
Secondhand smoke	Asthma	<14 years	106,085	20,880	15,645	25,065	28.03	
	Low respiratory infections	<5 years	142,530	9728	5942	14,040	37.79	
	Otitis media	<5 years	821,499	2062	1132	3396	8.01	42,501
Ozone	Cough days	5–14 years	52,436,762 *	10,057	902	10,177	19.78	
	Low respiratory symptoms days	5–14 years	52,059,353 *	14,122	760	14,207	27.78	24,179
Dampness	Asthma	<14 years	65,815	12,954	3022	31,646	17.39	12,954
Formaldehyde	Asthma	<3 years	423	33	4	83	0.60	423
Total								210,777

DALY: Años de vida perdidos ajustados por discapacidad

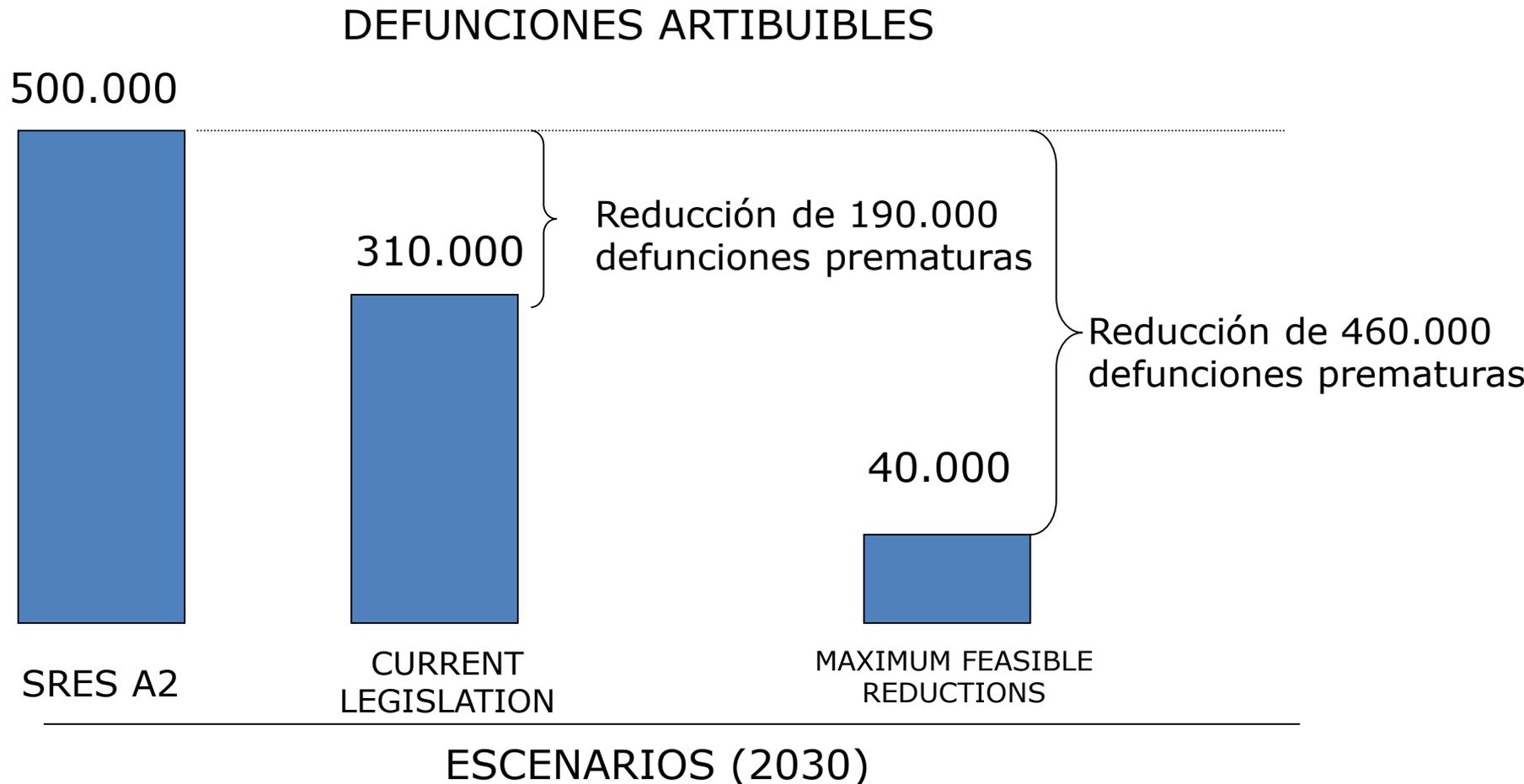
Carga de enfermedad por riesgos ambientales en la infancia en Europa (EU28)



Mitigación

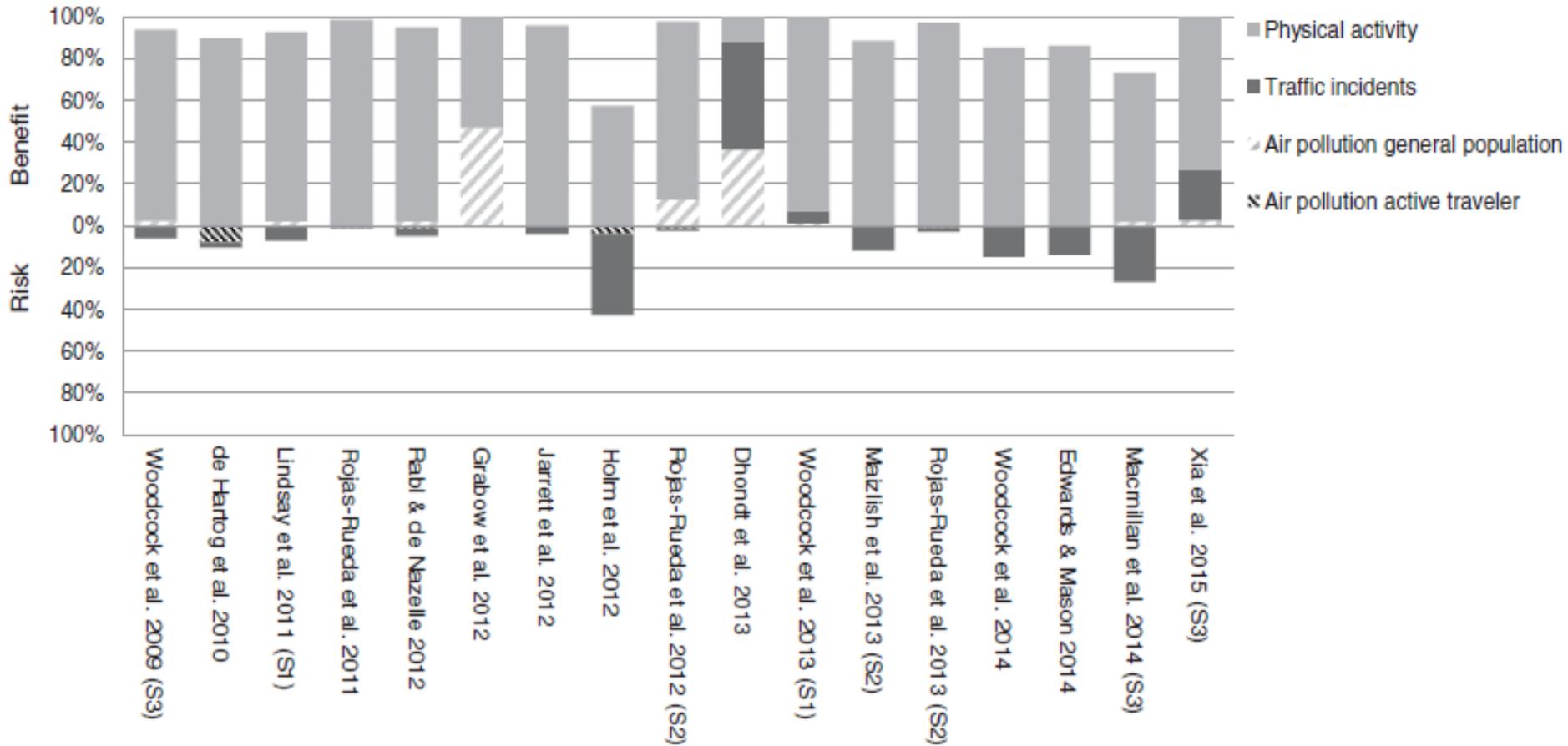
Beneficios compartidos salud-clima-
contaminación atmosférica

Reducción de la mortalidad global anual por reducción de emisiones de precursores de ozono (NOx, COV)



Beneficios/riesgos del cambio a movilidad activa

N. Mueller et al. / Preventive Medicine 76 (2015) 103–114



Comentarios finales (1/2)

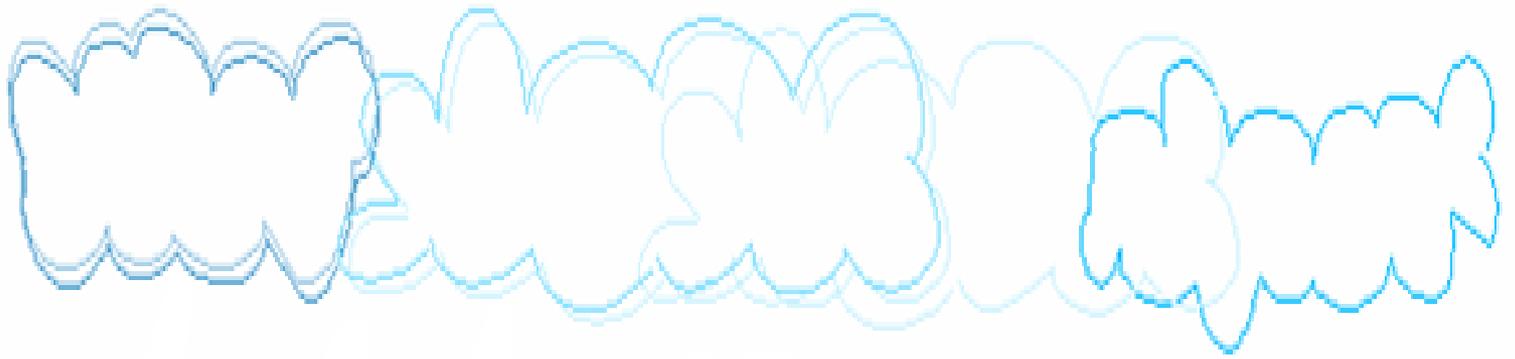
- La contaminación atmosférica (CA) es la primera causa ambiental de muerte prematura y enfermedad en el ámbito global, europeo y en España.
- Dada la ubicuidad de la CA y la elevada proporción de población expuesta el impacto en la salud de la población de la contaminación atmosférica es notable.
- Según Los informes de carga de enfermedad (OMS y IHME)
 - Más de 3 millones de muertes al año están relacionadas con la exposición a la contaminación de aire de exteriores.
 - Casi el 90% de las muertes relacionadas con la contaminación del aire se producen en países de ingresos bajos y medianos
 - El 94% de las muertes se deben a enfermedades no transmisibles.
 - El impacto en enfermedades y discapacidad es muy relevante (6º factor de riesgo)

Comentarios finales (2/3)

- La exposición crónica a contaminantes atmosféricos , especialmente a partículas finas en suspensión, es la causa de un mayor impacto en salud.
- Las estimaciones del impacto en salud de la contaminación atmosférica dependen, además de los niveles de exposición, la población y de los efectos en salud considerados, de las funciones de exposición-riesgo asumidas y de los escenarios considerados.
- El período prenatal y la infancia son etapas del desarrollo especialmente vulnerables a la exposición a CA.
- Las alteraciones en el desarrollo y los efectos observados en edades tempranas pueden representar un impacto de gran relevancia en la aparición de enfermedades y trastornos a largo plazo.

Comentarios finales (3/3)

- Las intervenciones que comportan una mejora de la calidad del aire se acompañan de beneficios sustanciales en la salud de la población.
- Las acciones para reducir las emisiones de contaminantes relacionados con el cambio climático ayudan a mejorar la calidad del aire y a obtener beneficios en salud pública
- Las evidencias científicas actuales indican la necesidad de desarrollar **políticas decididas que reduzcan los niveles de contaminación atmosférica**; aspecto crucial para **proteger la salud de la población**, especialmente en las **etapas tempranas y más vulnerables de la vida**.



Gracias por su atención



Infancia y Medio Ambiente



Conclusiones (2/2)

- Las alteraciones en el desarrollo y los efectos observados en edades tempranas pueden representar un impacto de gran relevancia en la aparición de enfermedades y trastornos a largo plazo
- Se debe extender el seguimiento de las cohortes existentes con el fin de evaluar longitudinalmente el papel de las exposiciones a CA a lo largo de la vida.
- Las evidencias científicas actuales indican la necesidad de desarrollar **políticas decididas que reduzcan los niveles de contaminación atmosférica**; aspecto crucial para **proteger la salud de la población**, especialmente en las **etapas tempranas y más vulnerables de la vida**.

Conclusiones (OMS)

- Las alteraciones en el desarrollo y los efectos observados en edades tempranas pueden representar un impacto de gran relevancia en la aparición de enfermedades y trastornos a largo plazo
- Se debe extender el seguimiento de las cohortes existentes con el fin de evaluar longitudinalmente el papel de las exposiciones a CA a lo largo de la vida.
- Las evidencias científicas actuales indican la necesidad de desarrollar **políticas decididas que reduzcan los niveles de contaminación atmosférica**; aspecto crucial para **proteger la salud de la población**, especialmente en las **etapas tempranas y más vulnerables de la vida**.

Conclusiones (2/2)

Unos 3 millones de muertes al año están relacionadas con la exposición a la contaminación de aire de exteriores. La contaminación del aire de interiores puede ser igualmente letal. En 2012, según las estimaciones, 6,5 millones de muertes (11,6% de todas las muertes mundiales) estuvieron relacionadas con la contaminación del aire tanto de interiores como de exteriores. Casi el 90% de las muertes relacionadas con la contaminación del aire se producen en países de ingresos bajos y medianos, y casi dos de cada tres se producen en las Regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental de la OMS. El 94% de las muertes se deben a enfermedades no transmisibles, sobre todo a enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, la neumopatía obstructiva crónica y el cáncer de pulmón. La contaminación del aire también aumenta el riesgo de infecciones respiratorias agudas.

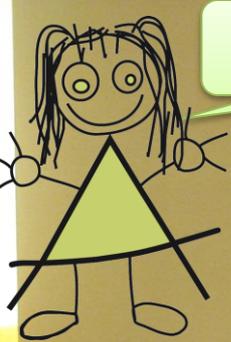
Investigadoras/es INMA

Investigadoras/es Proyecto INMA
(Jornada Investigación Donosti, 2018)



Investigadoras/es INMA-Valencia (2019)



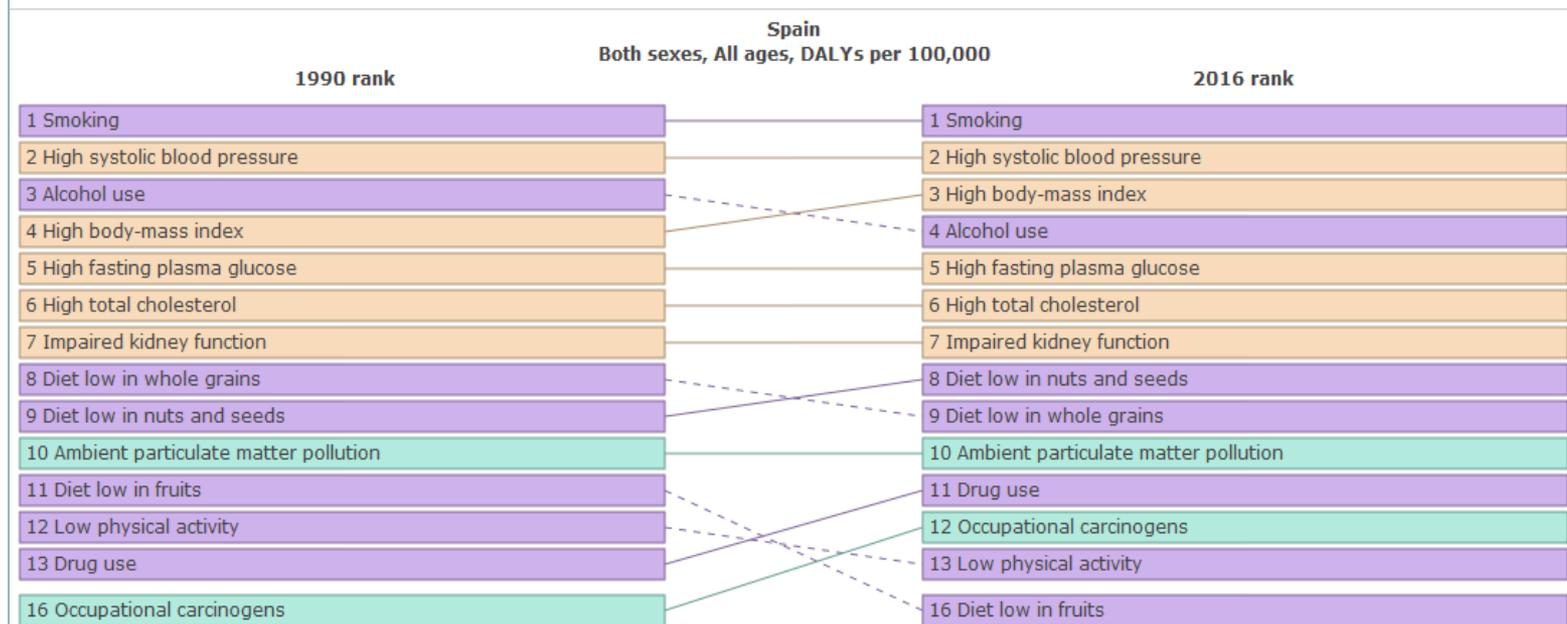
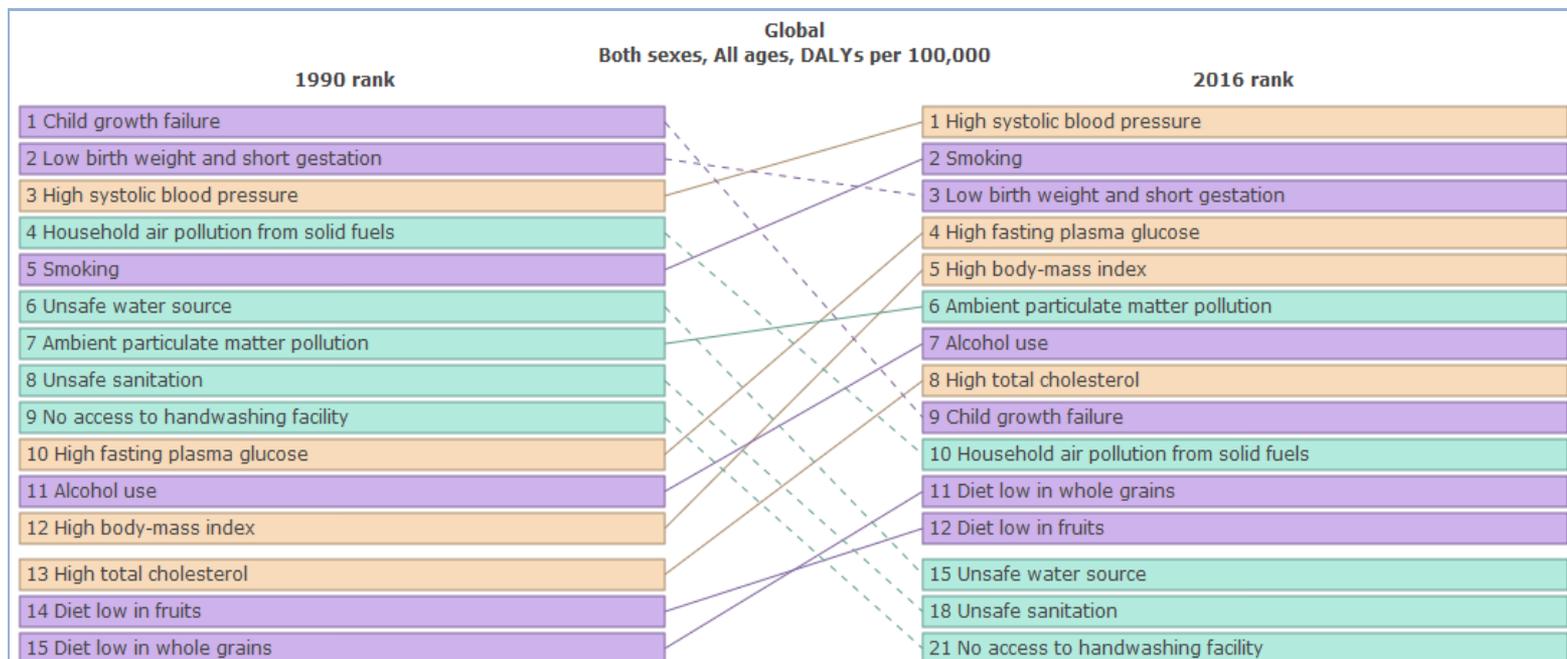


¡Gracias!



A todas las madres y sus hijas e hijos, a las familias; a las matronas, médic@s y enfermer@s y tod@s l@s profesionales y personas que colaboran con el proyecto

Principals riscos de mortalitat i morbiditat (AVAD:DALYs). 2016



Font: IHME, 2017
Elaboració pròpia

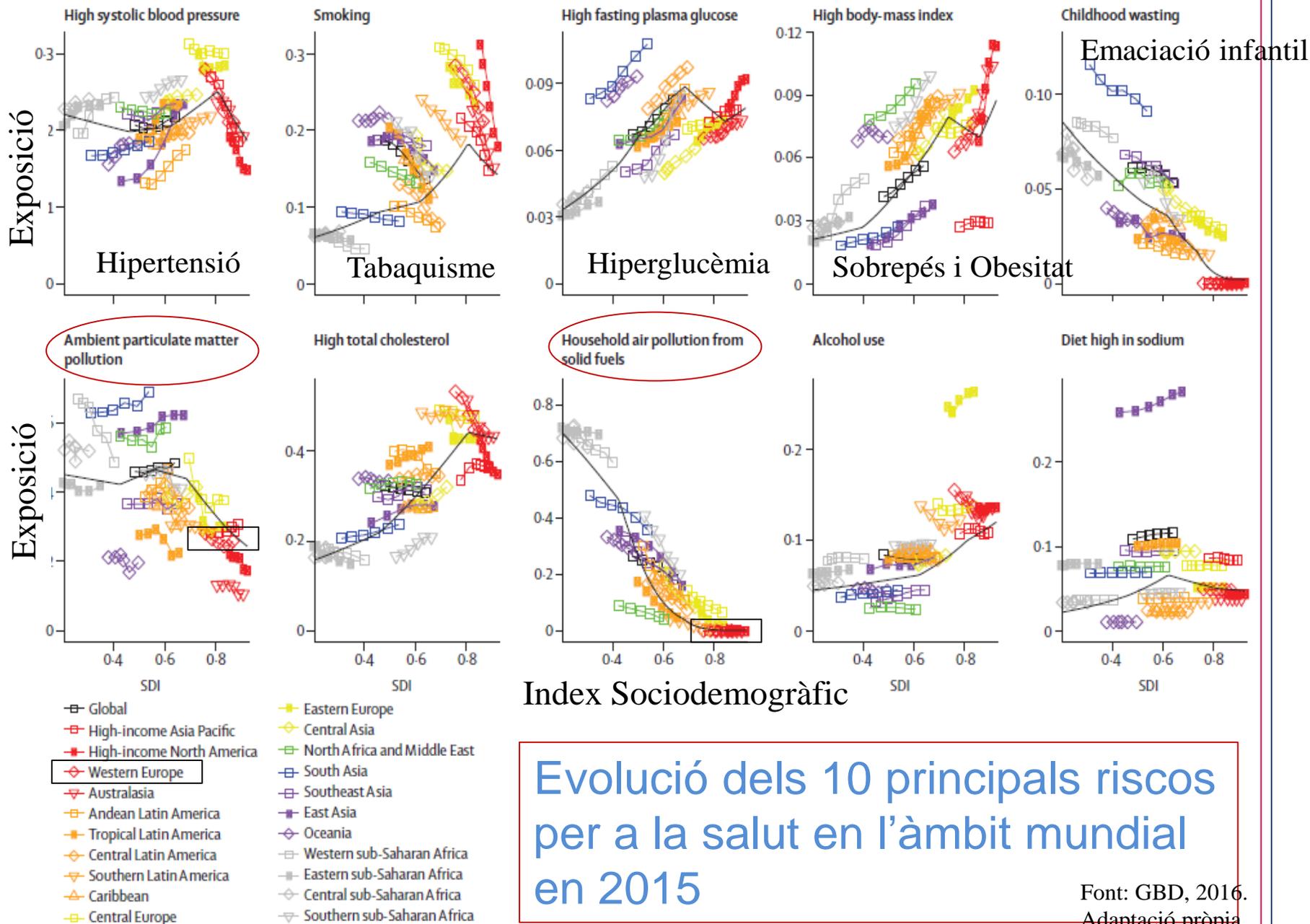
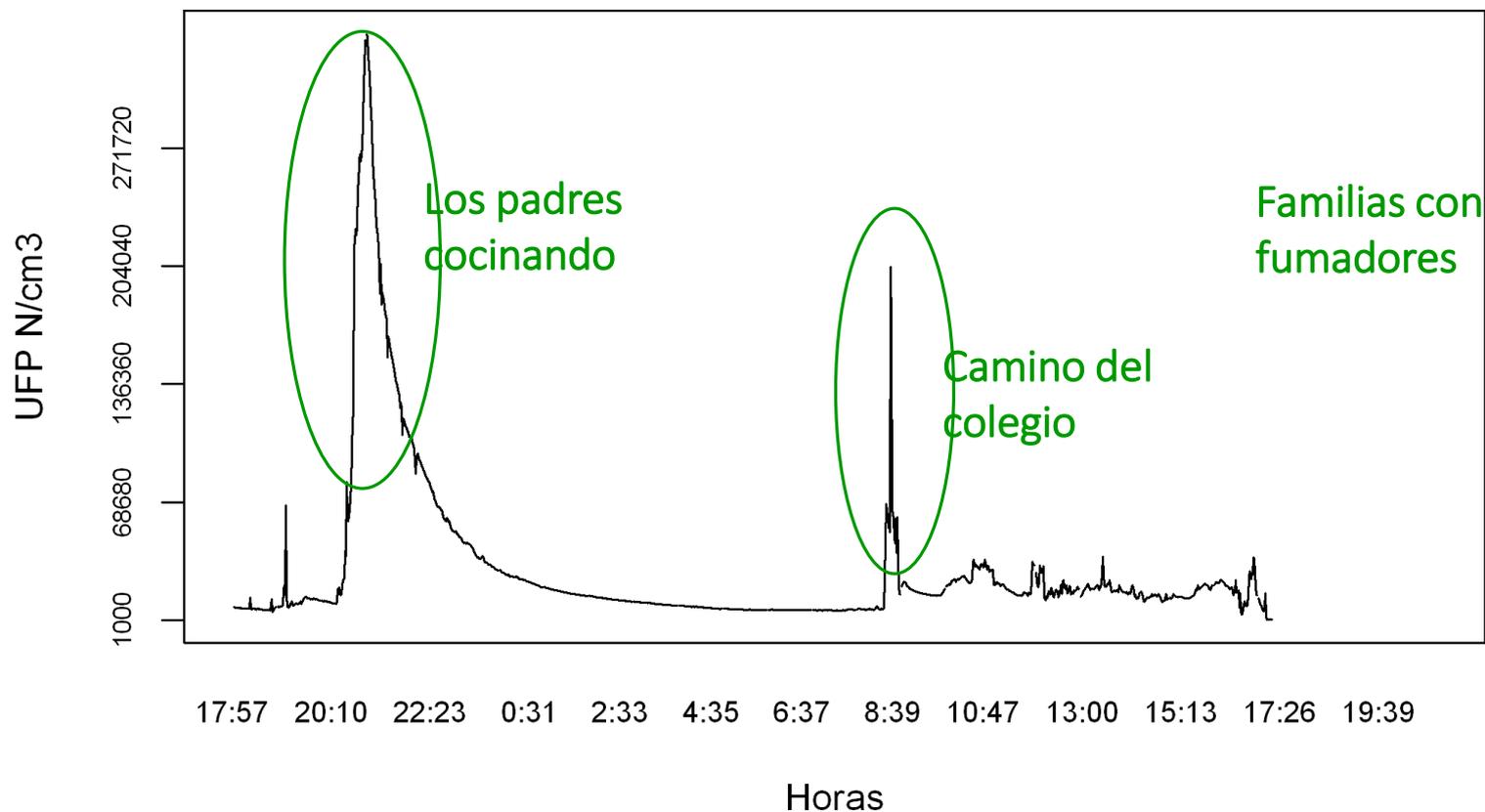


Figure 6: Coevolution of SEV and SDI for the top ten global risks in terms of attributable disability-adjusted life-years in 2015

Coloured points show SEVs for Global Burden of Disease regions. Each point represents 1 year in 5 year intervals from 1990 to 2015. The solid black line represents the expected SEV on the basis of SDI alone. SDI=Socio-demographic Index. SEV=summary exposure values.

Niveles de exposición individual a los 10 años

Factores relacionados. Cohorte de Valencia



No otros factores relacionados con BC

Medidas de efecto INMA



Embarazo
Nacimiento

- Ecográficas
- Medidas antropométricas
- Test Dubowitz
- Diferenciación sexual



12-14 meses

- Medidas antropométricas. Cuestionario de salud.
- Neurodesarrollo: Escalas Bayley de desarrollo infantil



4-5 años

- Medidas antropométricas. Cuestionario de salud. Presión arterial.
- Neurodesarrollo: Escalas cognitivas de McCarthy, competencia social, CPT, ADHD-DSM-IV, IQ madre, salud mental de los padres, CAST

7-8 años

- Medidas antropométricas, bioimpedancia. Presión arterial
- Respiratoria: oscilometría, espirometría
- Neurodesarrollo:

9 años

- Medidas antropométricas, bioimpedancia
- Presión arterial
- Neurodesarrollo:
- Desarrollo sexual: Estadios de Tanner

10-11 años

- Medidas antropométricas, bioimpedancia
- Desarrollo sexual: Estadios de Tanner
- Salud Respiratoria, espirometría
- Neurodesarrollo

14-16 años

- Medidas antropométricas. Presión arterial
- Salud Respiratoria, espirometría
- Neurodesarrollo
- Desarrollo sexual



Conclusiones (2/3)

- Los resultados en INMA y en las cohortes europeas indican que la exposición a CA, especialmente en la etapa prenatal, se relaciona con una mayor frecuencia de infecciones respiratorias y un mayor riesgo de función pulmonar disminuida.
- Los resultados en INMA y en las cohortes europeas han descrito efectos adversos en el nivel cognitivo y conductual debidos a la contaminación del aire exterior durante el periodo de nacimiento.
- La presencia de una cocina de gas en el hogar durante el embarazo se asoció con un desarrollo mental ligeramente más lento de las criaturas, especialmente aquellas mayores de 14 meses.



+ Europe X Q

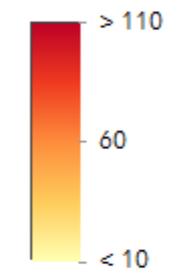
- Europe



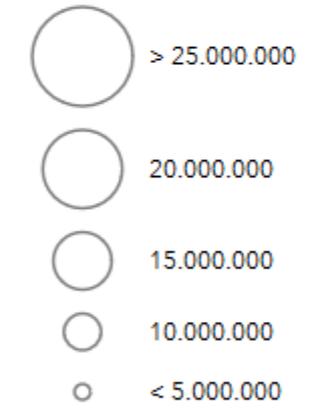
Leyenda

Annual mean ambient $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - from measurements, 2018 update

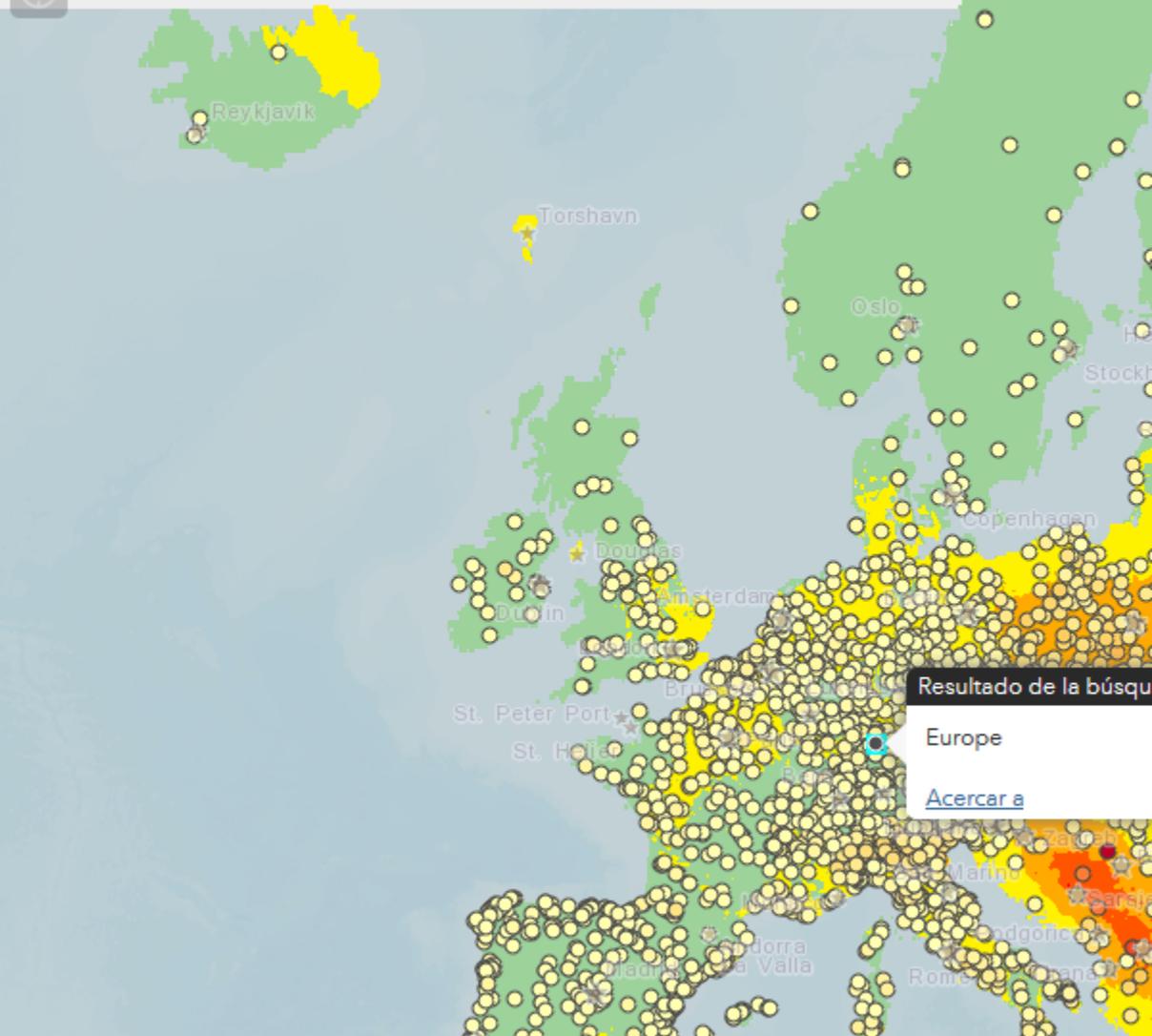
Mean $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Population



Modeled annual mean $PM_{2.5}$ for the year 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



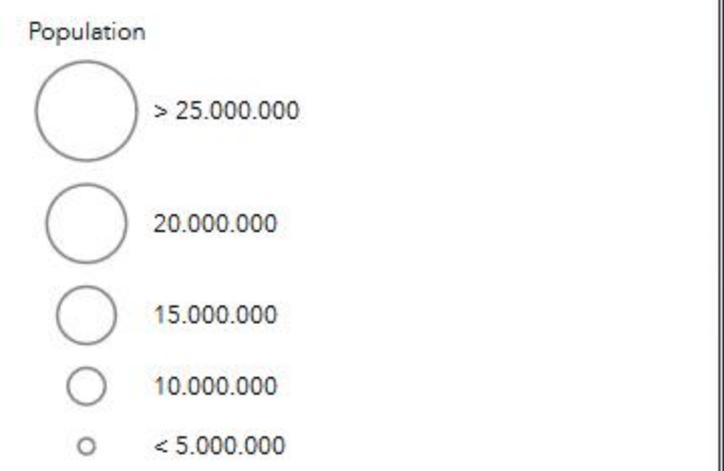
Search bar:

Suggestion:

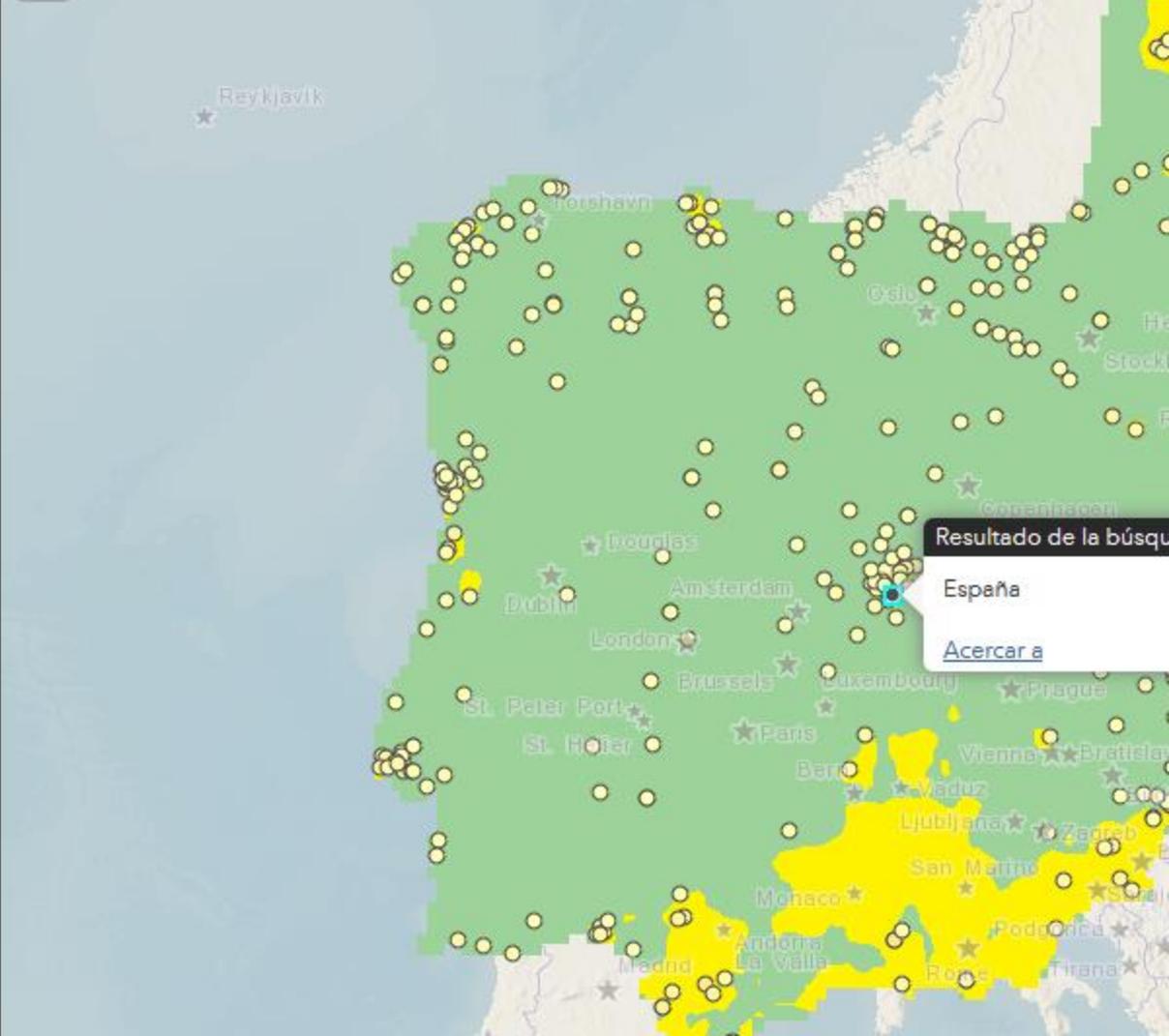
Map navigation icons: home, search, zoom in, zoom out

Leyenda

Annual mean ambient $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - from measurements, 2018 update



Modeled annual mean $PM_{2.5}$ for the year 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Navigation icons: Home, Layers, Information

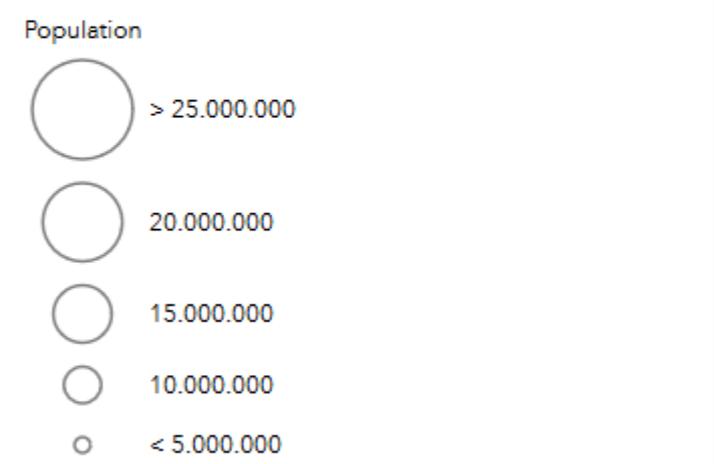
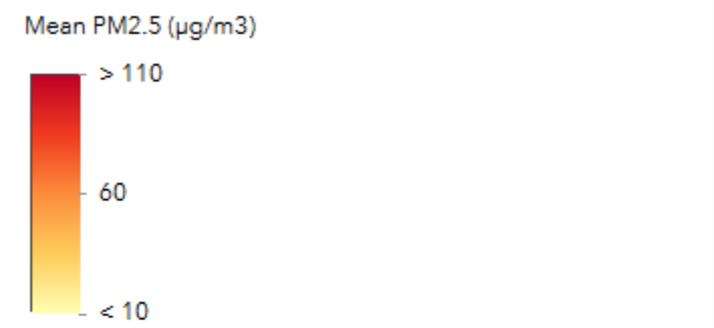
Search bar: Valencia, Comunidad Valenciana, I X

Search results: Buscar resultados de Valencia, Com...

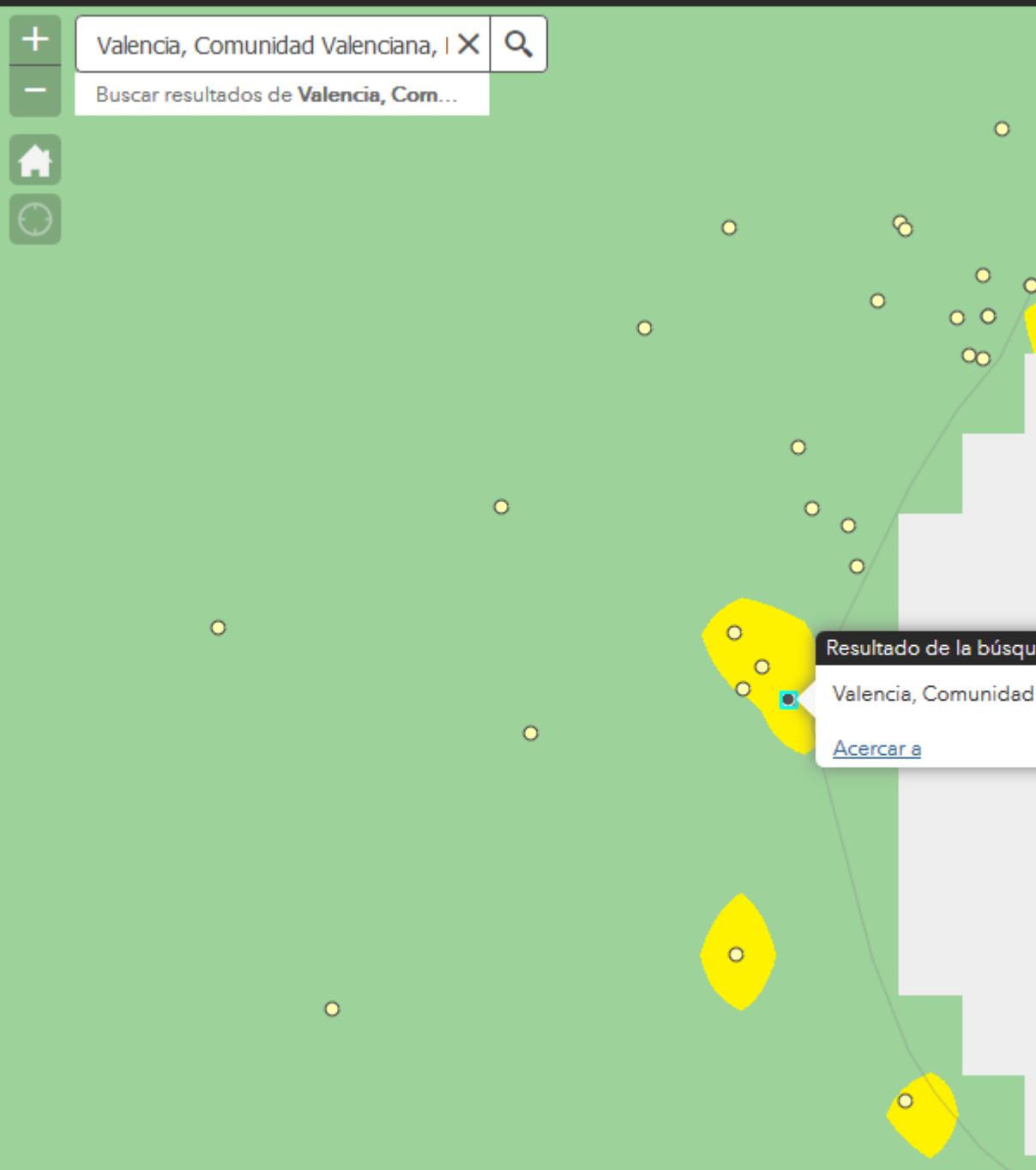
Map controls: Home, Refresh

Leyenda

Annual mean ambient $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - from measurements, 2018 update



Modeled annual mean $PM_{2.5}$ for the year 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



MEDIDA DE LA EXPOSICIÓN PERSONAL A CONTAMINACIÓN

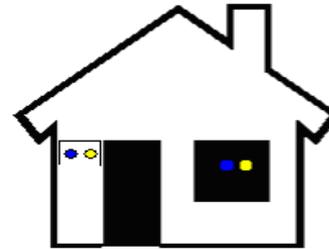
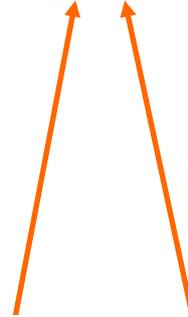
Durante embarazo e infancia

- Información técnica:
- Captadores pasivos
- NO₂ y COVs
- Periodo de medición: 2(p)/7 días



Exterior

NO₂, COV



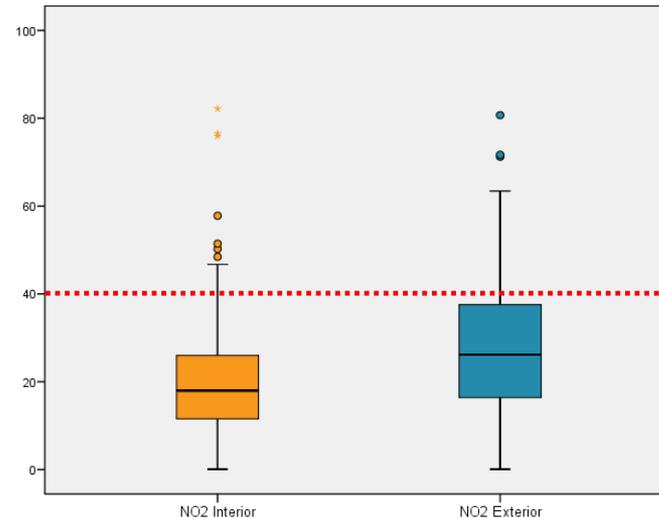
Interior



NO₂
durante el
primer año
de vida

Valor
límite UE

µg/
m³



Niveles interiores < Exteriores

↑ Urbana/metropolitana

↑ Invierno

↑ si + cotxes

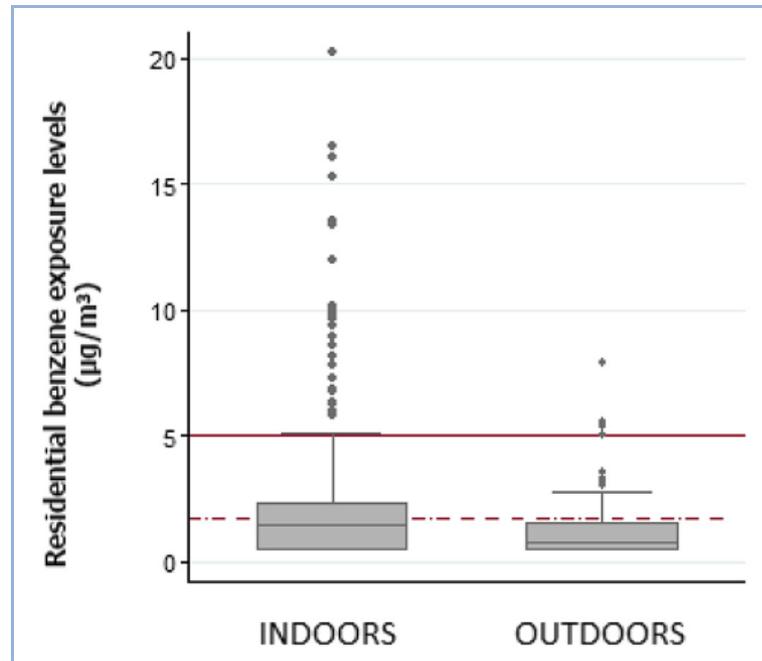
Uso de aparatos de gas

Durante embarazo e infancia

- Información técnica:
- Captadores pasivos
- NO₂ y COVs
- Periodo de medición: 2(p)/7 días

Benzeno durante el primer año de vida

Interior



Exterior



MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN PERSONAL

A los 10 años



UFP
DISCmini
Partículas
ultrafinas

BC
MicroAeth
Carbón
negro

- Medición 24 horas
- Información tiempo actividad

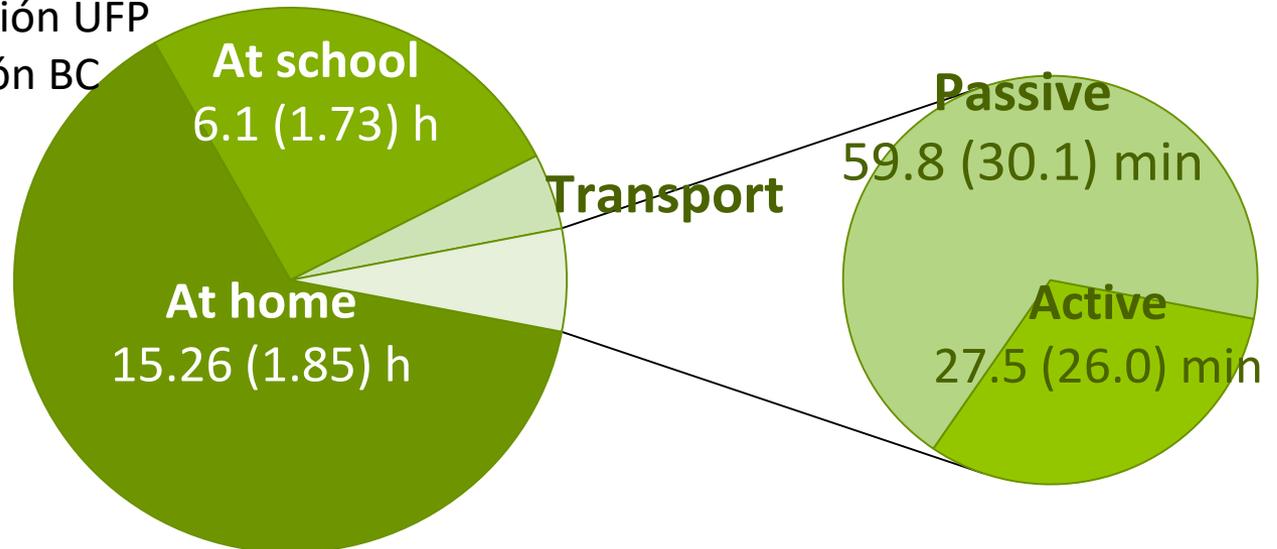
Cohorte de Valencia:

101 participantes exposición UFP

72 participantes exposición BC

TOTAL

23.9 (1.0) hours
(100%)





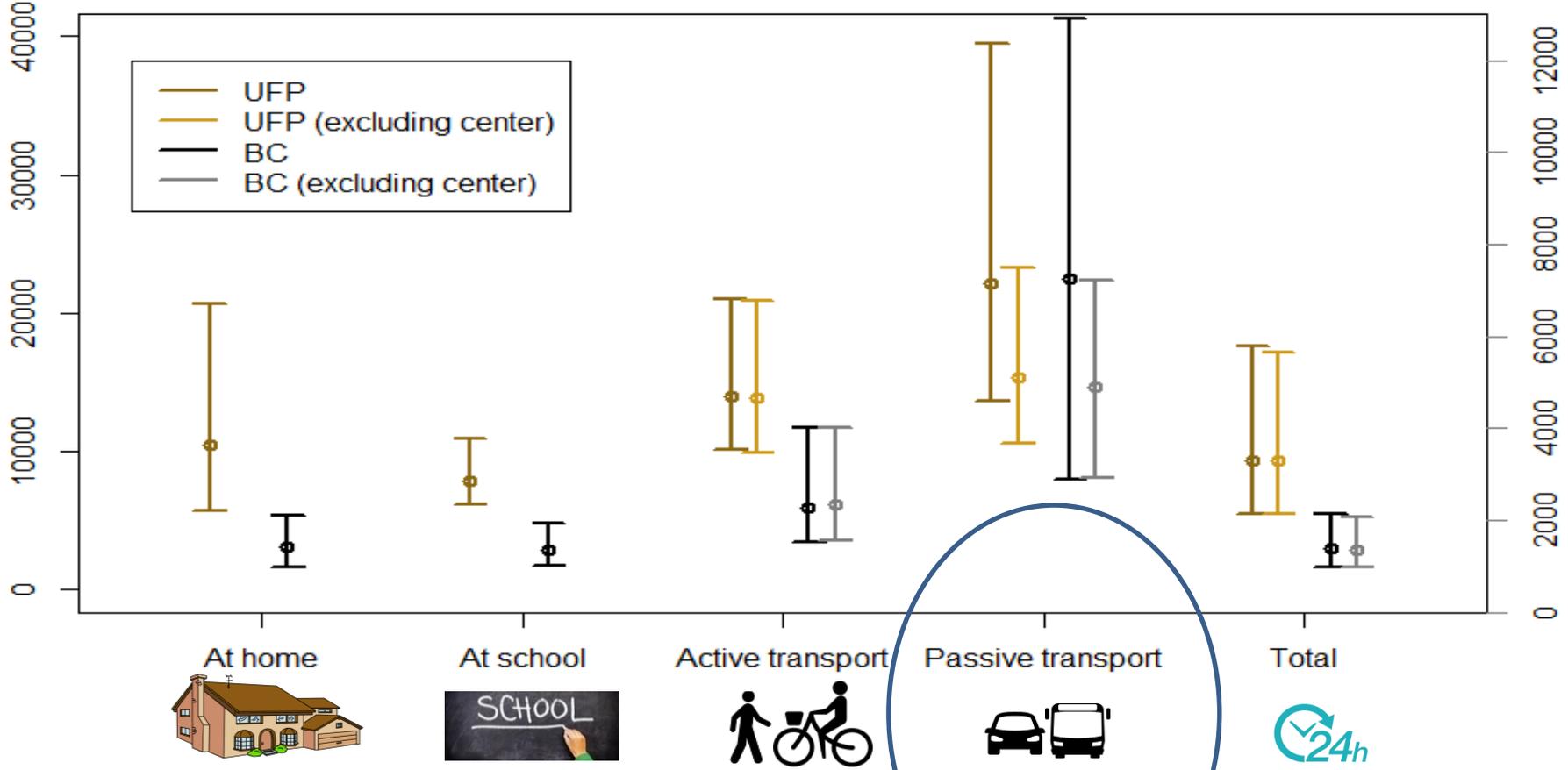
Niveles de exposición individual a los 10 años

Cohorte de Valencia

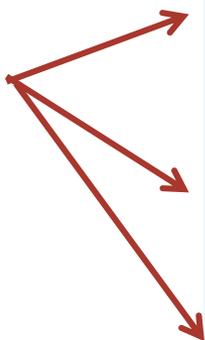
Infancia y Medio Ambiente

UFP exposure
(N/cm³)

BC exposure
(ng/m³)



Exposición prenatal a NO₂



Relacionados con embarazo

Crecimiento fetal (a partir de ecografías)

Antropometría al nacimiento

Parto pretérmino



↑ 10 µg/m³ NO₂

[Iñiguez et al. 2012, 2016]

↓ ≈ 2% diámetro biparietal, abdominal, y peso al nacer

[Ballester et al. 2010; Estarlich et al. 2011]

↓ talla, perímetro craneal, ≈ 20 g peso al nacer

[Llop et al. 2010; Estarlich et al. 2016]*

***OR pretérmino: 1.58
(IC 95% 1.04-2.42)**

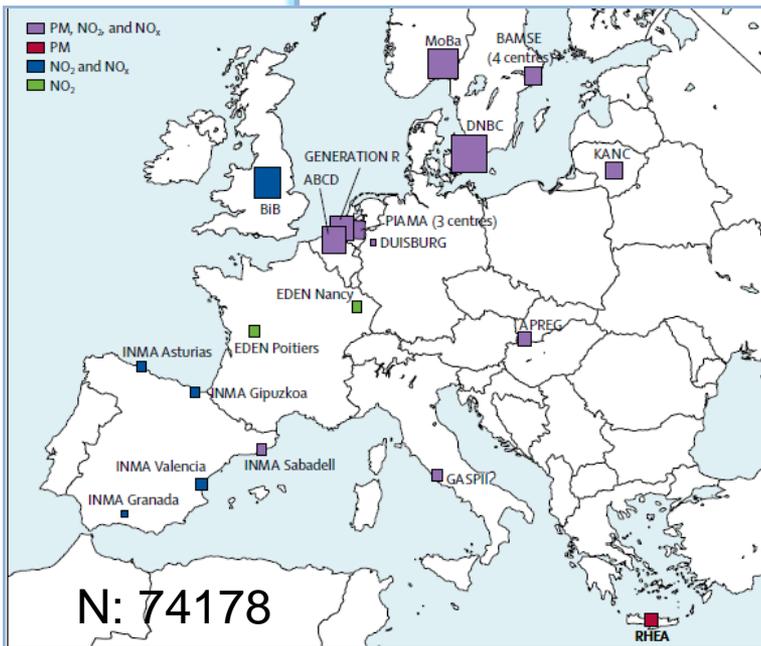
Resultados en salud: Estudio en 14 cohortes europeas

Relacionados con embarazo

Exposición prenatal a CA



Bajo peso al nacer



↑5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2.5}$
 ↑10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10}
 ↑10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2

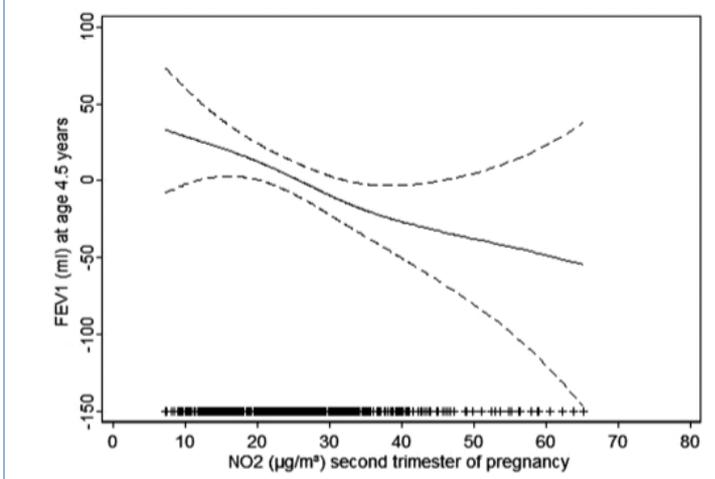
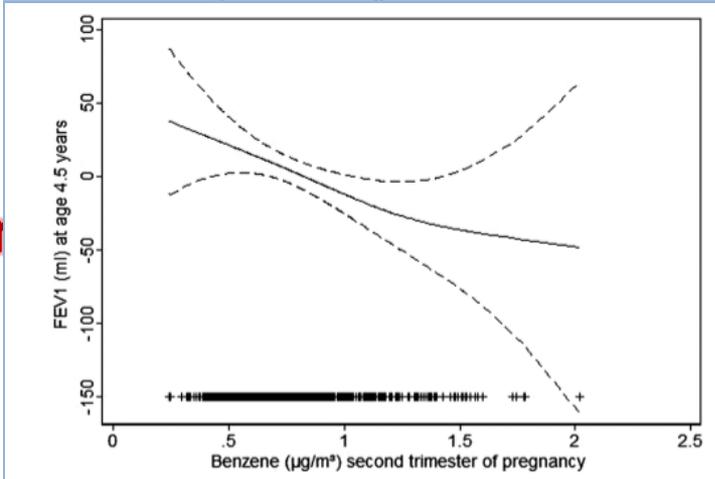
[Petersen et al, 2013]

OR:1.18
 (IC 95%1.04-2.42)
OR:1.16
 (IC 95%1.00-1.35)
OR:1.09
 (IC 95%1.00-2.19)

Proporción atribuible:
 ↓10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2.5}$ - ↓ 22% (IC 95%
 8-33%) en BPN

Problemas respiratorios

Exposición prenatal a CA



[Aguilera et al. 2013], 14 meses

↑10 µg/m³ NO₂

RR LRTI: 1.05 (0.98-1.12)

Otitis: 1.18 (0.98-1.41)

[Esplugues et al. 2015], 14 meses

Uso de gas para cocinar ↑otitis y sibilancias

[Ferrero et al. 2015], 14 meses

Benceno (interior-exterior) NO se asoció con prob respiratorios

[Vicedo et al. 2015], 7-8 a

↑PM por incendios

OR ≈ 3 irritación garganta/ojos

[Morales et al. 2015], 4-5 a

↑IQR NO₂, benceno

↓FEV 28mL, 18mL

RR FP_reducida

1.30 (0.97-1.76), 1.22 (1.02-1.46)

Problemas respiratorios

Infecciones respiratorias

Exposición prenatal a CA (al nacimiento)



[MacIntyre et al. 2014], <4a

↑10 µg/m³ NO₂

OR Neumonía: 1.30 (1.02-1.65)

Otitis: 1.09 (1.02-1.16)

↑10 µg/m³ PM₁₀

OR Neumonía: 1.76 (1.00-3.09)

Otitis: 0.98 (0.84, 1.14)

↑10 µg/m³ PM_{2.5}

OR Neumonía: 2.58 (0.91, 7.27)

Otitis: 1.06 (0.75, 1.49)

**Exposición
a CA**

**Desarrollo
neurológico**

Cognitivo y
mental

Déficit atención e
hiperactividad

Problemas de
conducta



[Guxens et al. 2011], 14 meses

NO₂, benceno

Relación negativa, no significativa con
desarrollo mental.

Relación neg mayor y sign. en madres
consumo bajo de frutas y verduras

[Vrijheid et al. 2012], 14 meses

Uso de gas para cocinar

↓ puntuación desarrollo mental

[Letxundi et al. 2019], 4-6 a

NO₂ y PM_{2.5} prenatal

Relación negativa **desarrollo cognitivo**
(solo sign en niños)

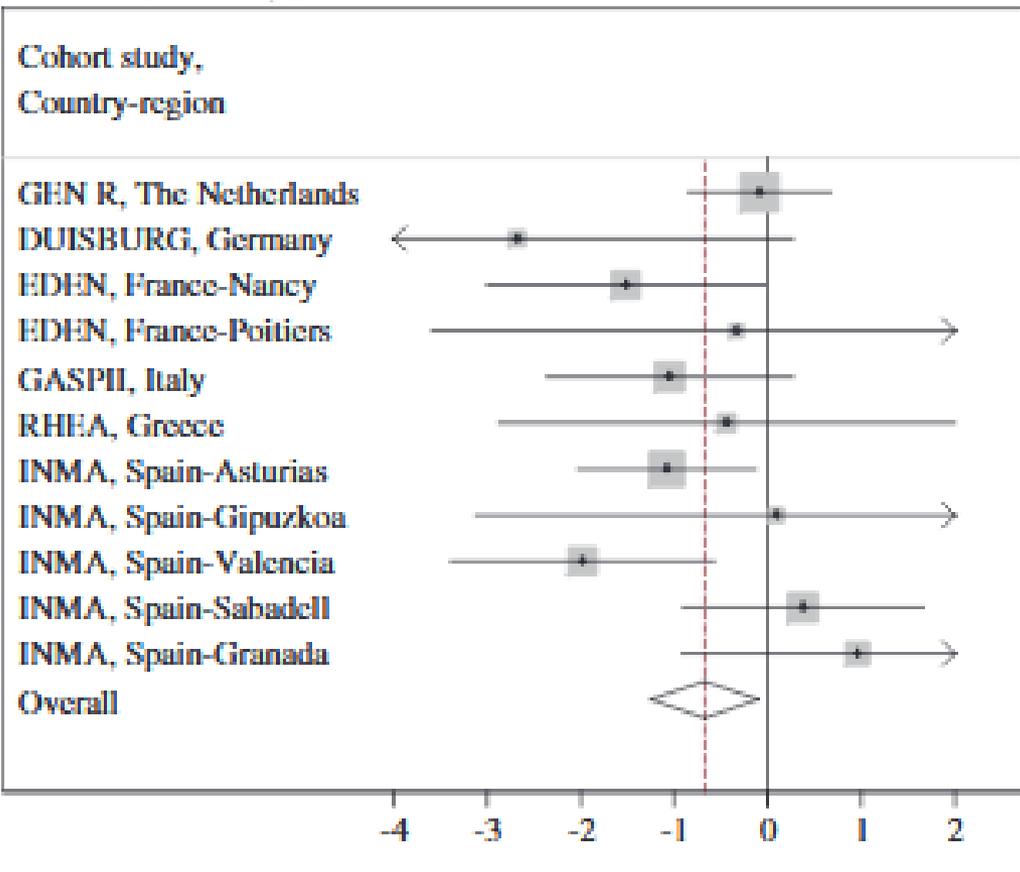
[Sentís et al. 2017], 4-5 a

NO₂ pre y postnatal

↑ errores en función de atención
(esp. prenatal)

Resultados en salud: Estudios en cohortes europeas

A. NO₂ (per Δ10 μg/m³)



[Guxens et al. 2014], 1-6 a

NO₂

↓ puntuación desarrollo psicomotor
No asociación con des. cognitivo Ni con otros contaminantes

[Forns et al. 2018], 3-10 a

NO₂ y PM_{2.5}

No asociación con Déficit atención e hiperactividad en niños/as 3-10 años

[Guxens et al. 2016], 4-10 a

NO₂ y PM

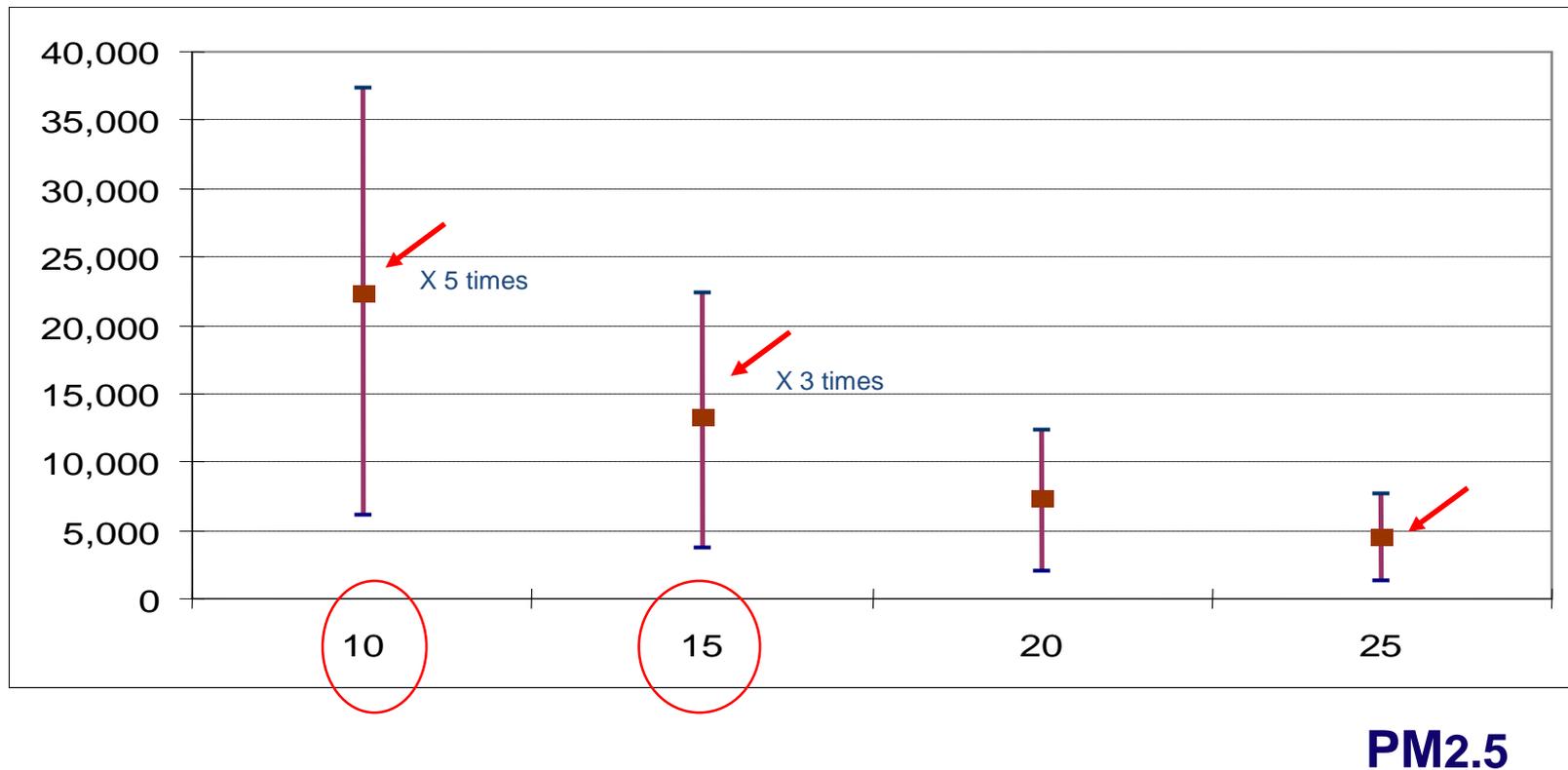
No asociación con rasgos autistas en niños/as 4-10 años



Potential postponements in total annual deaths among people age 30 and over for different decreases in annual PM2.5 levels

(Ferran Ballester, Sylvia Medina et al., JECH, 2008)

Potential postponement in the number of deaths



Efectos estudiados y RR seleccionados

EIS	Indicador salud	Edad	RR por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Referencia
Impacto a corto plazo PM ₁₀	Mortalidad - externas	Todas	1.006 [1.004-1.008]	Anderson et al; WHO 2004
	Ingresos causas respiratorias	Todas	1.0114 [1.0062-1.0167]	Anderson et al; APHEIS 2005
	Ingresos causas cardiovasculares	Todas	1.006 [1.003-1.009]	Anderson et al; APHEIS 2005
Impacto a largo plazo PM _{2.5}	Mortalidad - externas	>30	1.06 [1.02-1.11]	Pope et al; ACS 2002
	Mortalidad cardiovascular	>30	1.12 [1.08-1.15]	Pope et al; ACS 2004

Efectes reproductius

Creixement fetal

Antropometria al naixement

Part prematur



[Ballester et al. 2010, Estarlich et al. 2011, 2016; Iñiguez et al. 2012, 2016; Pedersen et al. 2013] [Dadvand et al. 2012]

Problemes respiratoris

Infeccions respiratòries

Prevalença símptomes respiratoris



[Aguilera et al. 2013; Esplugues et al. 2011, 2013; Ferrero et al. 2017; Morales et al. 2015] [Vicedo et al. 2015] [Tischer et al. 2017]

Desenv. Neurològic

Des. Mental

Des. Psicomotor

Atenció



[Guxens et al. 2012, 2014, Sentís et al. 2017] [Vrijheid et al. 2012] [Dadvand et al. 2017]

Incendis any 2012

Zones verdes prop de la casa



Principales contaminantes atmosféricos

Contaminante	Formación	Estado físico	Fuentes
Partículas en suspensión (PM): PM₁₀, PM_{2.5}, Humos negros.	Primaria y secundaria	Sólido, líquido	Vehículos (sobre todo diesel) Procesos industriales Humo del tabaco
Dióxido de azufre (SO₂)	Primaria	Gas	Procesos industriales Vehículos Calefacciones
Dióxido de Nitrógeno (NO₂)	Primaria	Gas	Vehículos (sobre todo diesel) Estufas y cocinas de gas
Monóxido de carbono (CO)	Primaria	Gas	Vehículos Humo de tabaco
Compuestos orgánicos volátiles (VOCs)	Primaria, secundaria	Gas	Vehículos, industria, humo del tabaco Artículos domésticos
Ozono (O₃)	Secundaria	Gas	Vehículos ; industria (secundario a foto-oxidación de NO _x y compuestos orgánicos volátiles)

Partículas en suspensión		Deposición en el aparato respiratorio
Material Respirable	PM10 ($\varnothing \leq 10\mu\text{m}$)	-Vías aéreas superiores (nariz) -Bronquios -Tráquea
Material Fino	PM2.5 ($\varnothing \leq 2.5\mu\text{m}$)	-Alvéolos pulmonares
Partículas ultrafinas	UPF ($\varnothing \leq 0.1\mu\text{m}$)	-Alvéolos pulmonares -Pueden alcanzar el sistema circulatorio

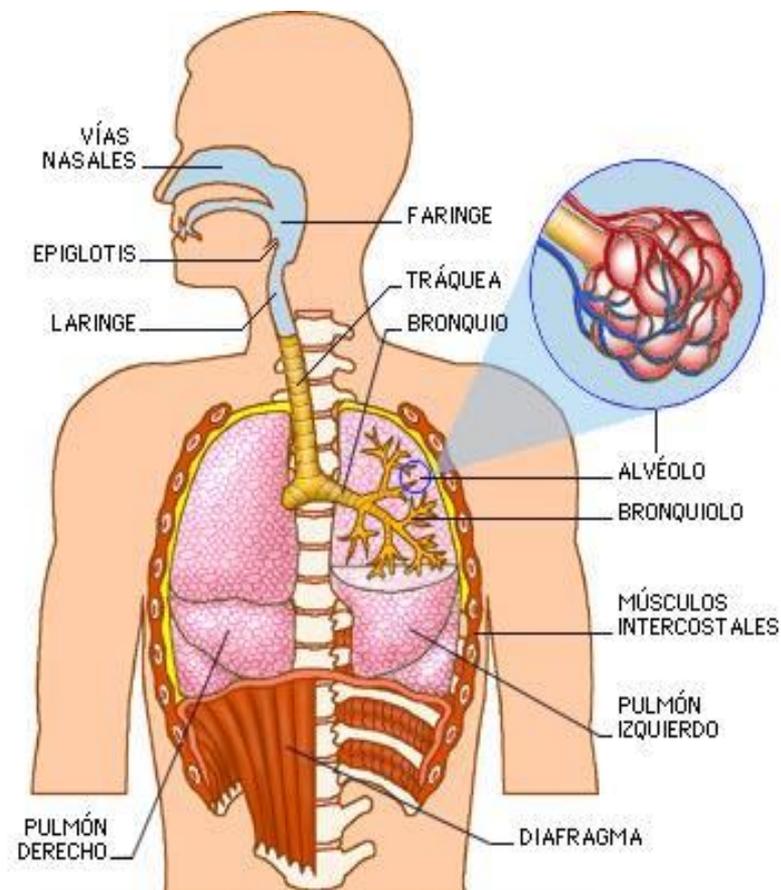
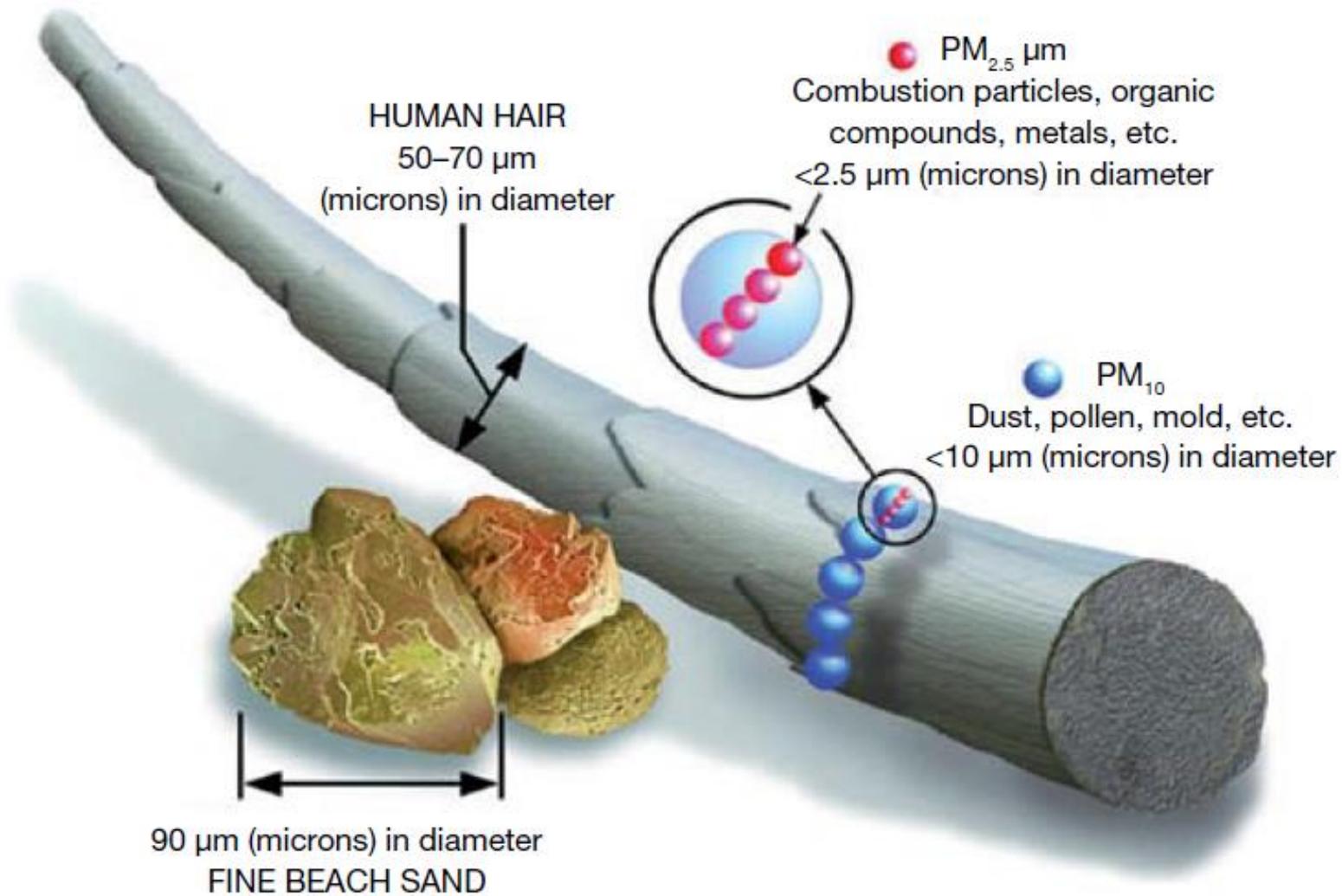


Figure 2. Schematic overview of the relative size of particulate pollution, PM₁₀ and PM_{2.5}



Source: US EPA, 2008.