

**JORNADA DE DEBATE SOBRE LA REVISIÓN DE LA
ESTRATEGIA DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO
CLIMÁTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID 2013-2020.
PLAN AZUL +**



Medidas para la mejora de la calidad del aire

30 noviembre 2016

Palacio Municipal de Congresos de Madrid

Rafael Borge

*Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid*

rborge@etsii.upm.es

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La calidad del aire en entornos urbanos
 3. Algunas de medidas para mejora de la calidad del aire
 4. Consideraciones adicionales
 5. Reflexiones finales
-

1. Introducción

- Según la organización mundial de la salud (WHO, 2014) la contaminación del aire (outdoor) causó 3,7 millones de muertes prematuras en 2012, la mayoría en zonas urbanas

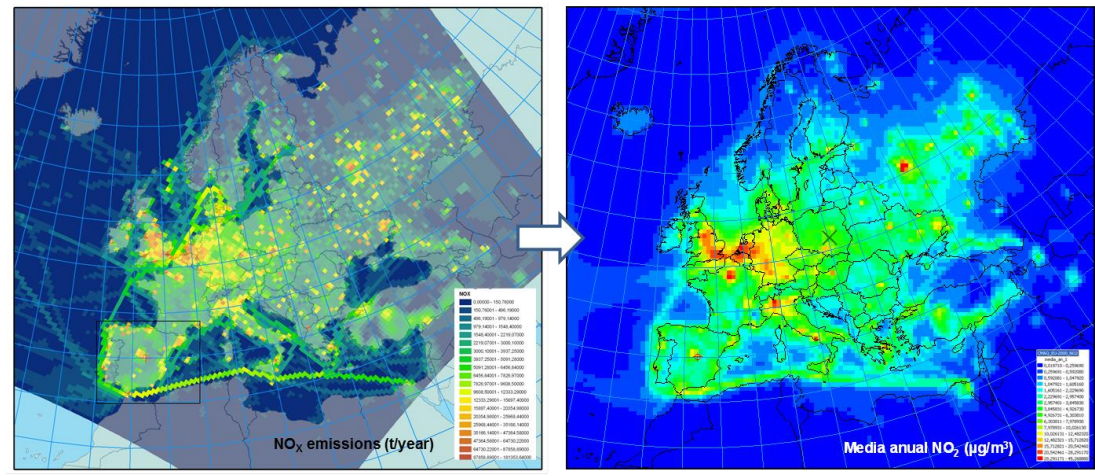
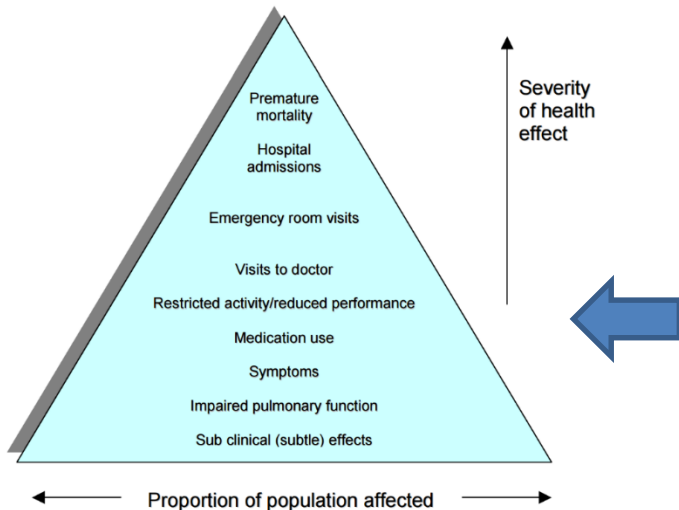


Table ES.1 Percentage of the urban population in the EU-28 exposed to air pollutant concentrations above certain EU and WHO reference concentrations (2011-2013)

Pollutant	EU reference value	Exposure estimate	WHO AQG	Exposure estimate
PM _{2.5}	Year (25)	9-14	Year (10)	87-93
PM ₁₀	Day (50)	17-30	Year (20)	61-83
O ₃	8-hour (120)	14-15	8-hour (100)	97-98
NO ₂	Year (40)	8-12	Year (40)	8-12
BaP	Year (1 ng/m ³)	25-28	Year (RL, 0.12 ng/m ³)	85-91
SO ₂	Day (125)	<1	Day (20)	36-37

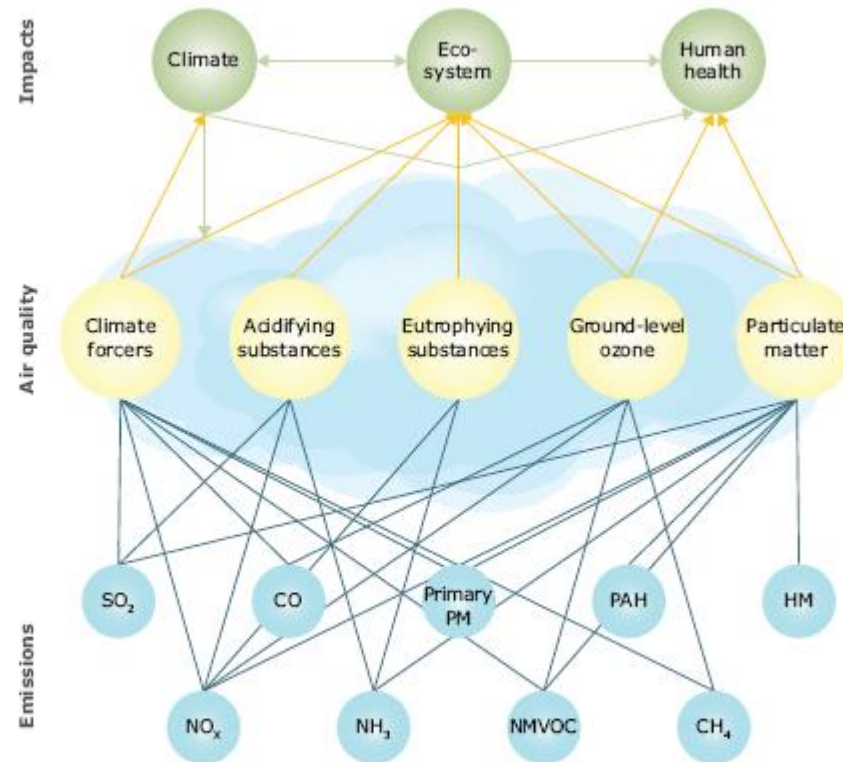
Key: < 5% 5-50% 50-75% > 75%

Source: Based on EEA, 2015d.

Pirámide de los efectos en salud de la contaminación atmosférica. Fuente: WHO (2000)

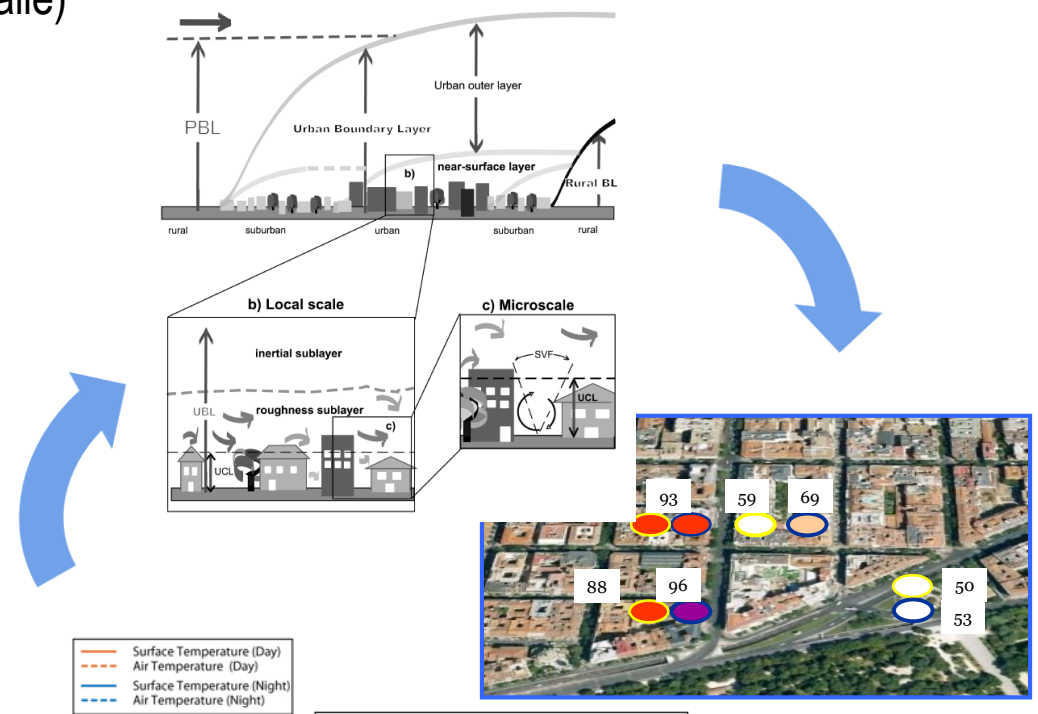
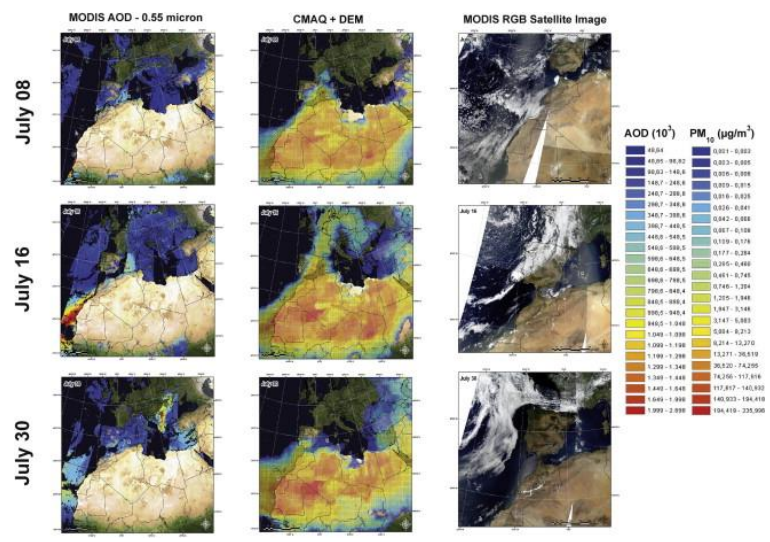
2. La calidad del aire en entornos urbanos

- La gestión de la calidad del aire en las ciudades es particularmente compleja:
 - Múltiples contaminantes y procesos interrelacionados

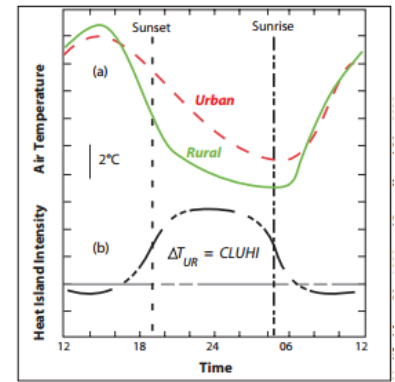
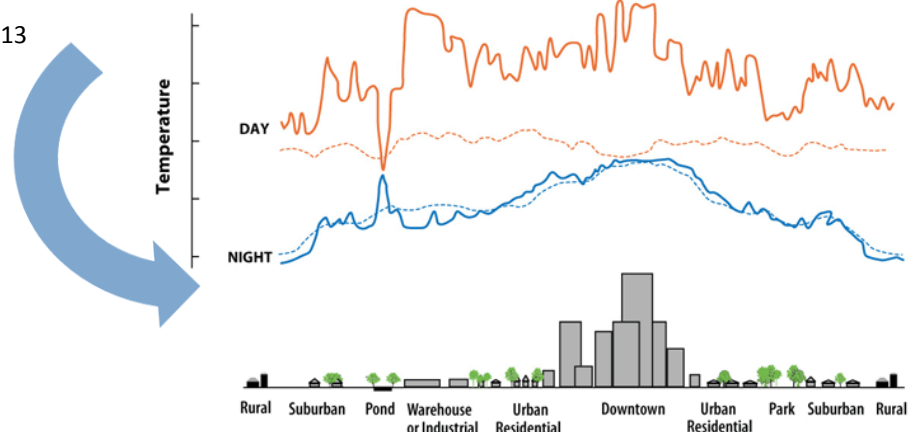


Note: From left to right the pollutants shown are as follows: sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), ammonia (NH₃), particulate matter (PM), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), methane (CH₄), heavy metals (HM).

– Múltiples escalas (continental a nivel de calle)



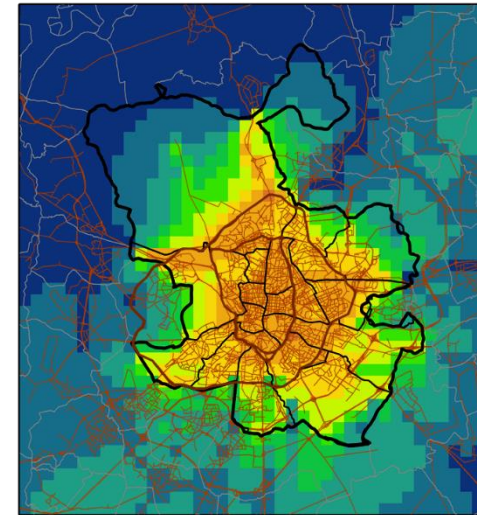
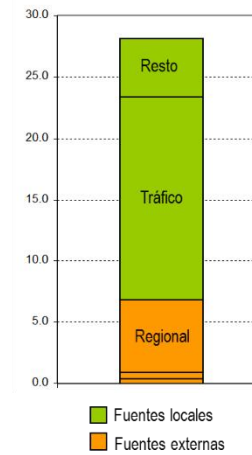
de la Paz et al., 2013



US EPA., 2005

- Múltiples fuentes (tráfico, sectores residencial, comercial e institucional, industria, gestión de residuos, etc.)
- Normalmente el tráfico es la fuente más importante:
 - Gran volumen de emisión
 - A nivel del suelo
 - Muy cerca de las personas
- Fuente particularmente compleja:

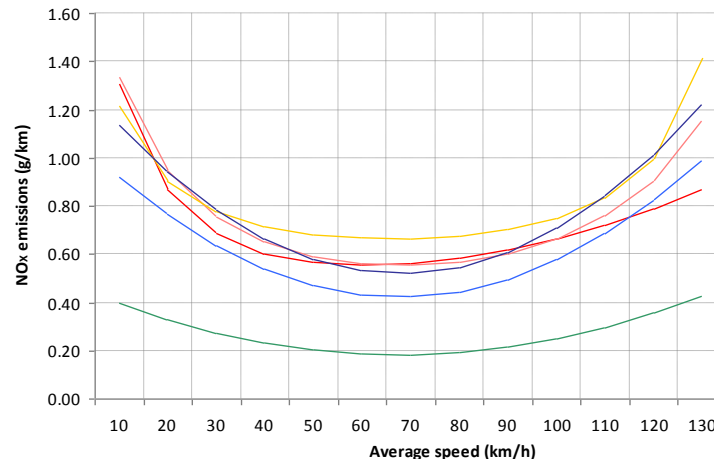
Contribuciones a la media anual de NO₂ (µg/m³)



Porcentaje de contribución a la media anual NO₂

90 - 100
80 - 90
70 - 80
60 - 70
50 - 60
40 - 50
30 - 40
20 - 30
10 - 20
0 - 10

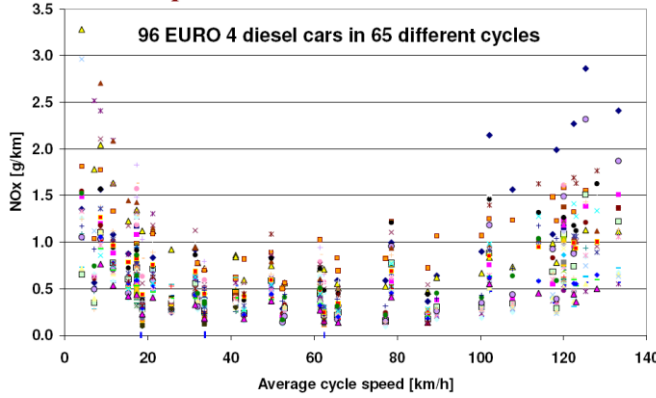
Borge et al., 2014



- PC Euro 1 - 91/441/EEC
- PC Euro 2 - 94/12/EEC
- PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
- PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
- PC Euro 5 - EC 715/2007
- PC Euro 6 - EC 715/2007



Example for data sources diesel cars NOx

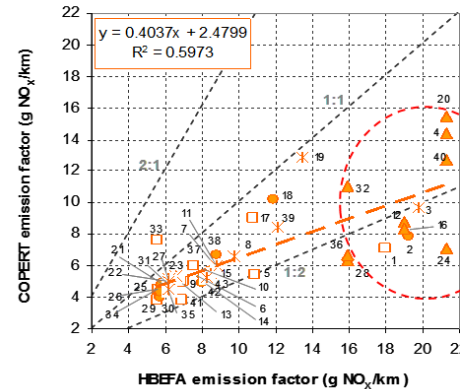
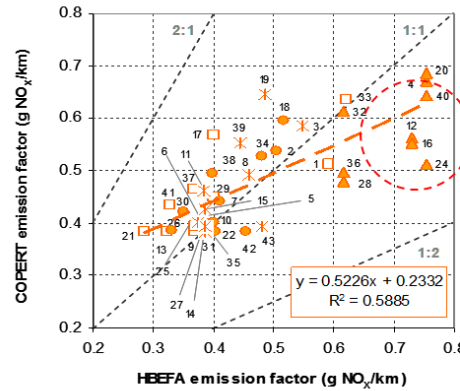


WELCOME TO HBEFA

Passenger cars

Urban buses

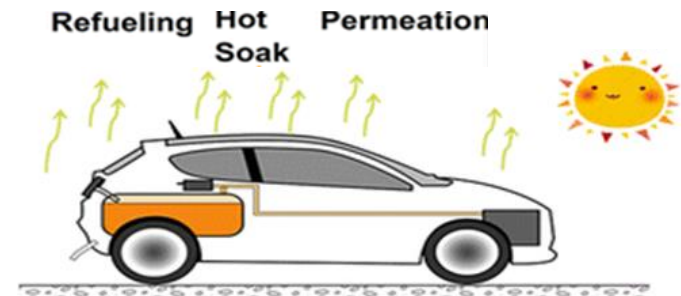
- Gran dependencia del ciclo de conducción y el estado de la vía



Traffic situation ID	Level of service	Road type-Speed limit (km/h)	Vehicle-km (%)
1	Freeflow	R6-30	0.082
5		R4-50	0.017
6		R4-60	0.225
9		R4-70	0.866
13		R4-80	3.368
17		R5-50	4.338
21		R2-70	3.863
25		R2-90	1.999
29		R1-100	9.192
33		R1-120	24.650
37	R3-50	2.286	
41	R3-80	1.070	
2	Heavy	R6-30	0.839
7		R4-60	0.035
10		R4-70	0.163
14		R4-80	0.284
18		R5-50	0.623
22		R2-70	1.996
26		R2-90	1.372
30		R1-100	9.049
34		R1-120	6.081
38		R3-50	3.451
42	R3-80	0.729	
3	Saturated	R6-30	2.415
8		R4-60	0.034
11		R4-70	0.096
15		R4-80	0.074
19		R5-50	0.367
23		R2-70	1.367
27		R2-90	0.094
31		R1-100	2.166
35		R1-120	1.398
39		R3-50	9.305
43	R3-80	0.296	
4	Stop & go	R6-30	2.633
12		R4-70	0.020
16		R4-80	0.016
20		R5-50	0.085
24		R2-70	0.013
28		R2-90	0.002
32		R1-100	0.113
36		R1-120	0.596
40		R3-50	2.332

- Los vehículos convencionales tienen emisiones de numerosos contaminantes debido a diversos procesos:

- Propio consumo de combustible: CO_2
- Combustión imperfecta: CO, HC, PM
- Uso de aire como comburente / exceso O_2 / temperatura: NO_x
- Otras no asociadas a la combustión: HC evaporativas, PM y metales de abrasión y desgaste de frenos, PM resuspensión



- Necesidad de plantear medidas para cumplir los valores límite de calidad del aire

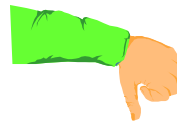


3. Algunas medidas para mejora de la calidad del aire

- Zonas de bajas emisiones
- Restricciones de acceso por tecnología / combustible o tipo de vehículo



- Efectivas para PM
- Relativamente poco costosas



- Clasificación de vehículos y esquema de pegatinas a nivel nacional
- Extensión considerable
- Necesidad de información y control exhaustivo

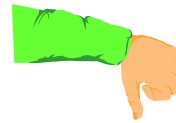


ACTUAL GERMAN LOW EMISSION ZONE STICKERS

- Reducción del volumen de tráfico
- Peajes, tasas por congestión



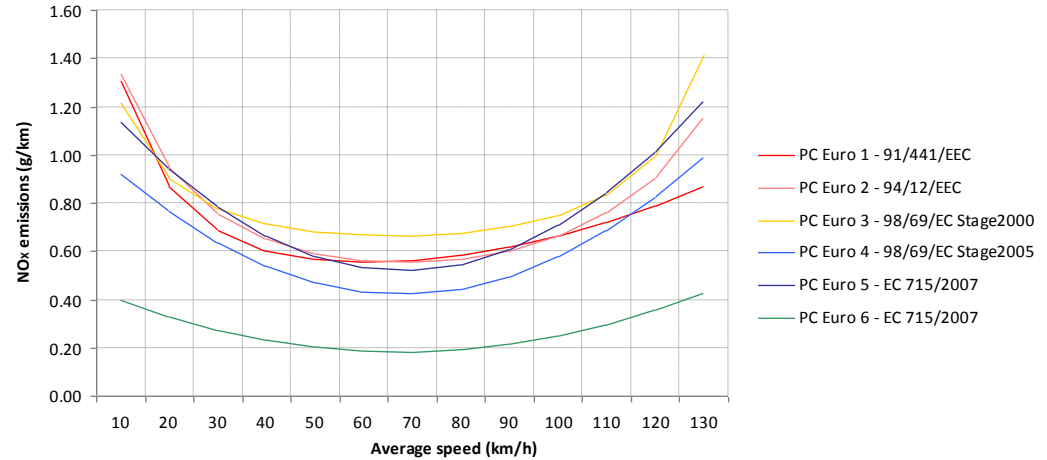
- Pueden reducir sustancialmente el tráfico
- Menor intensidad genera beneficios adicionales al incrementar la velocidad media (reducción de la congestión)
- Los ingresos pueden invertirse en mejora del transporte público



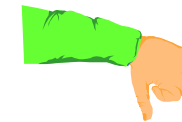
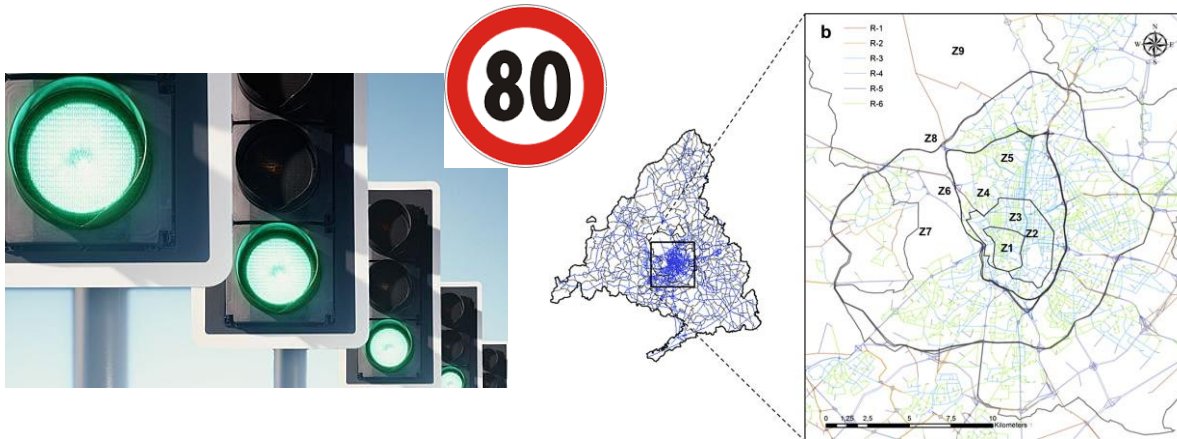
- Necesidades de infraestructura y control
- Cuantificación de la tasa
- Aspectos sociales

• **Gestión del tráfico**

- Evitar congestión (stop & go)
- Reducir velocidad (freeflow)



- Reducción de las emisiones específicas

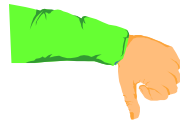


- Efectos sobre la capacidad de la vía
- Coordinación de medidas / regulación semafórica y señalización

- Restricciones temporales (por ejemplo matrículas pares / impares)

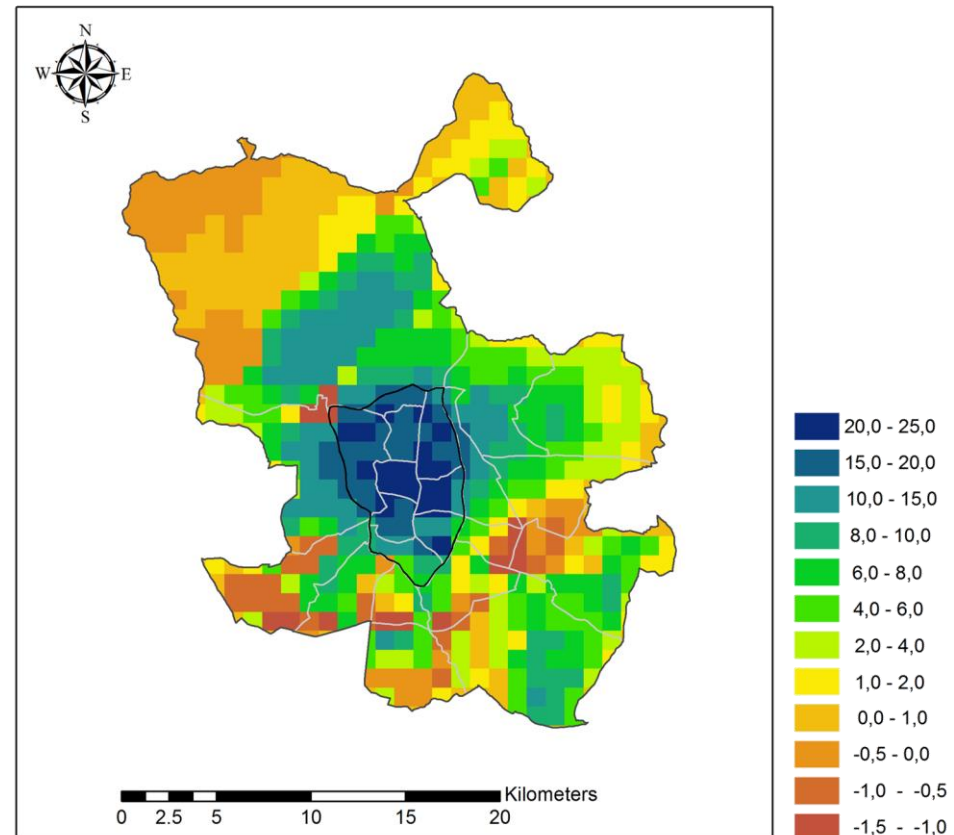


- Reducciones importantes (hasta $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según simulaciones para Madrid)



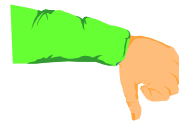
- Limitaciones bajo condiciones meteorológicas adversas
- Dificultad implementación
- Necesidad de oferta de transporte público alternativo

Reducción de la máxima horaria de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



• Modos alternativos

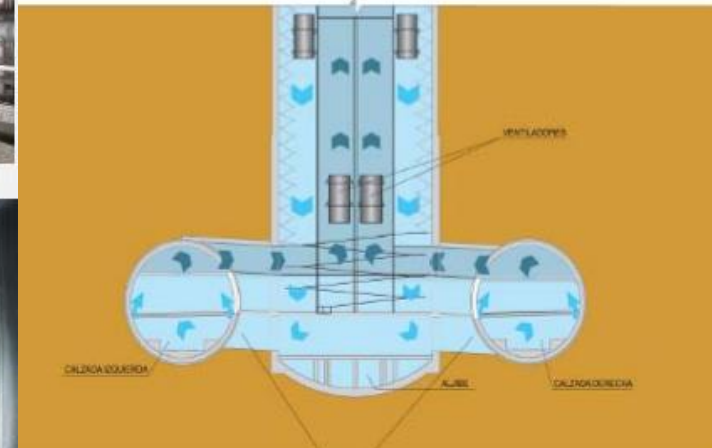
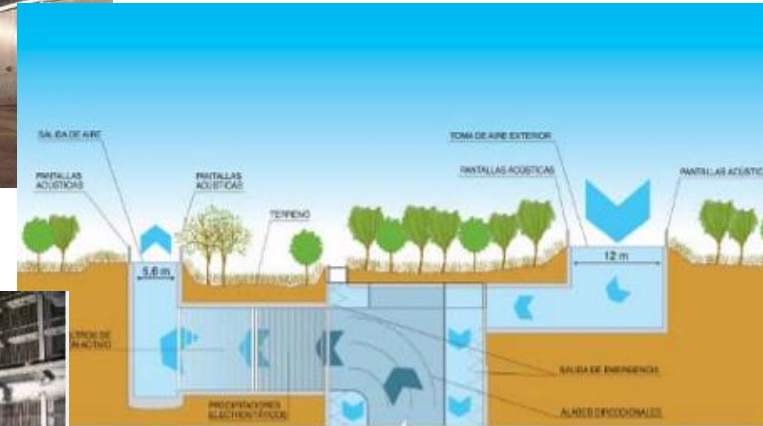
- Reducen emisiones
directa e
indirectamente
(eliminar vehículos·km)
- Efectos sinérgicos
sobre la salud



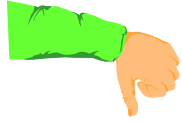
- Alcance limitado
- Convivencia con otros
modos de transporte y
servicios
- Infraestructuras y
condicionantes diseño
urbano



- **Infraestructuras activas**
- **Sistemas de captura y tratamiento**



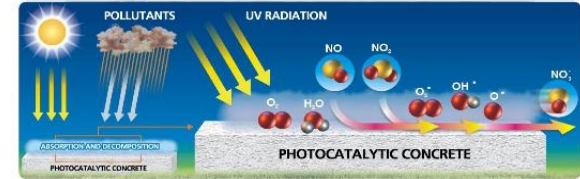
• Materiales fotocatalíticos



- Eficacia poco contrastada a escala real
- Deterioro y durabilidad
- Potenciales efectos secundarios (nitratos, PM)

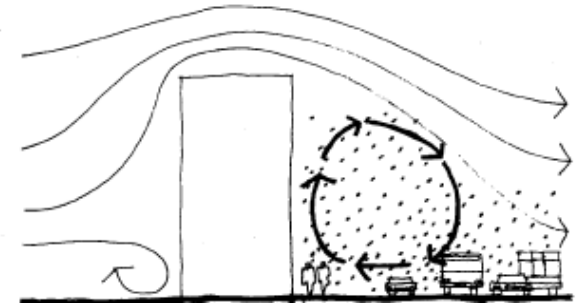
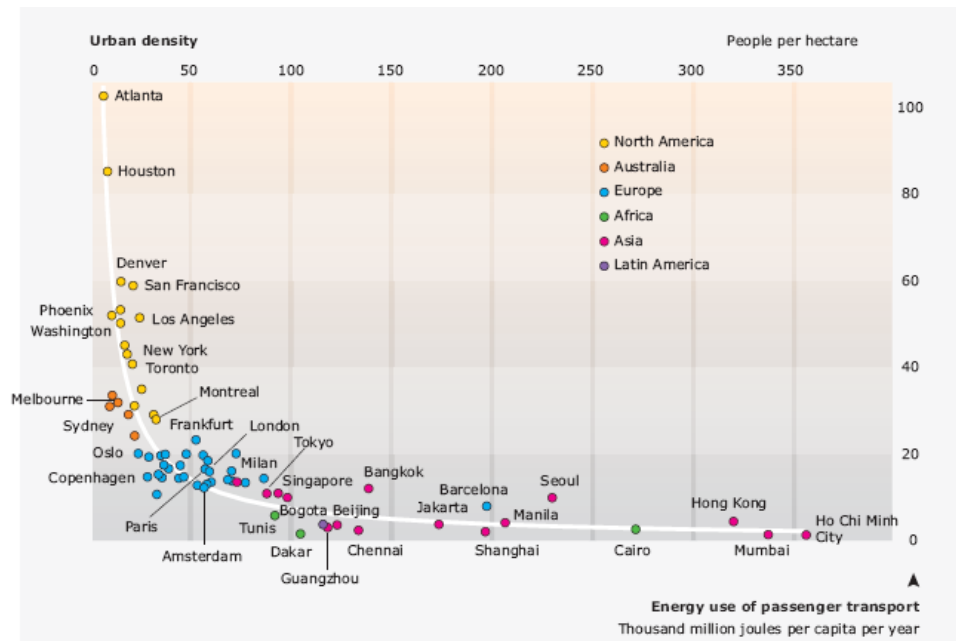
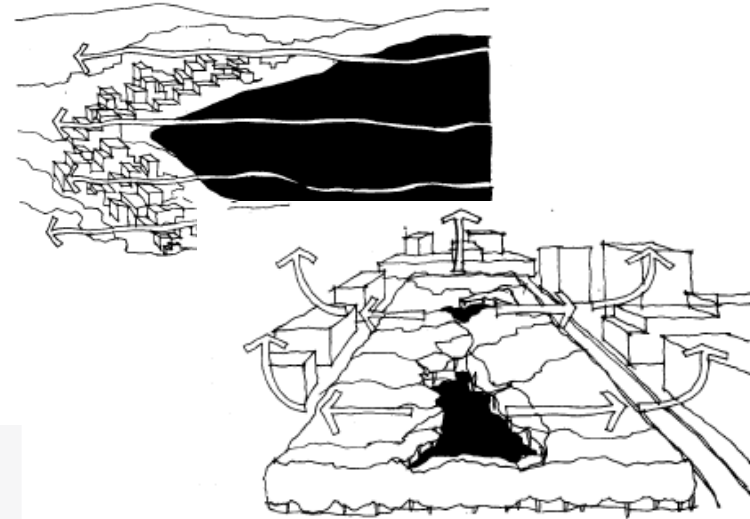


- Relativamente baratos
- Potencial de aplicación en grandes áreas
- Variedad de materiales y aplicaciones
- Área de gran actividad investigadora: posibilidades de colaboración y networking



• **Diseño urbano**

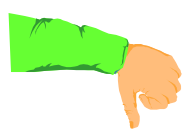
- Desarrollos compactos y equilibrados
- Aprovechar los fenómenos de circulación atmosférica a mesoescala
- Diseño a microescala



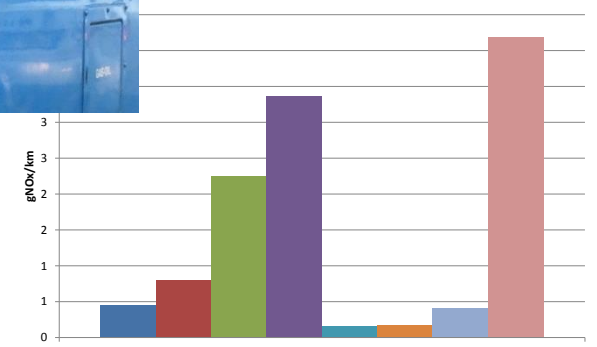
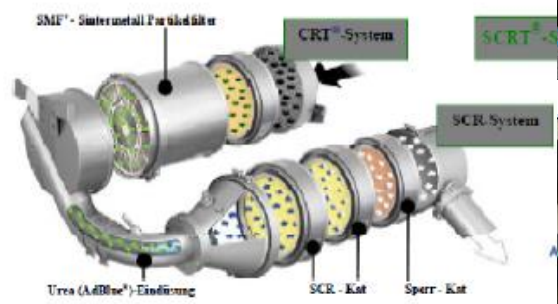
• **Medidas tecnológicas**



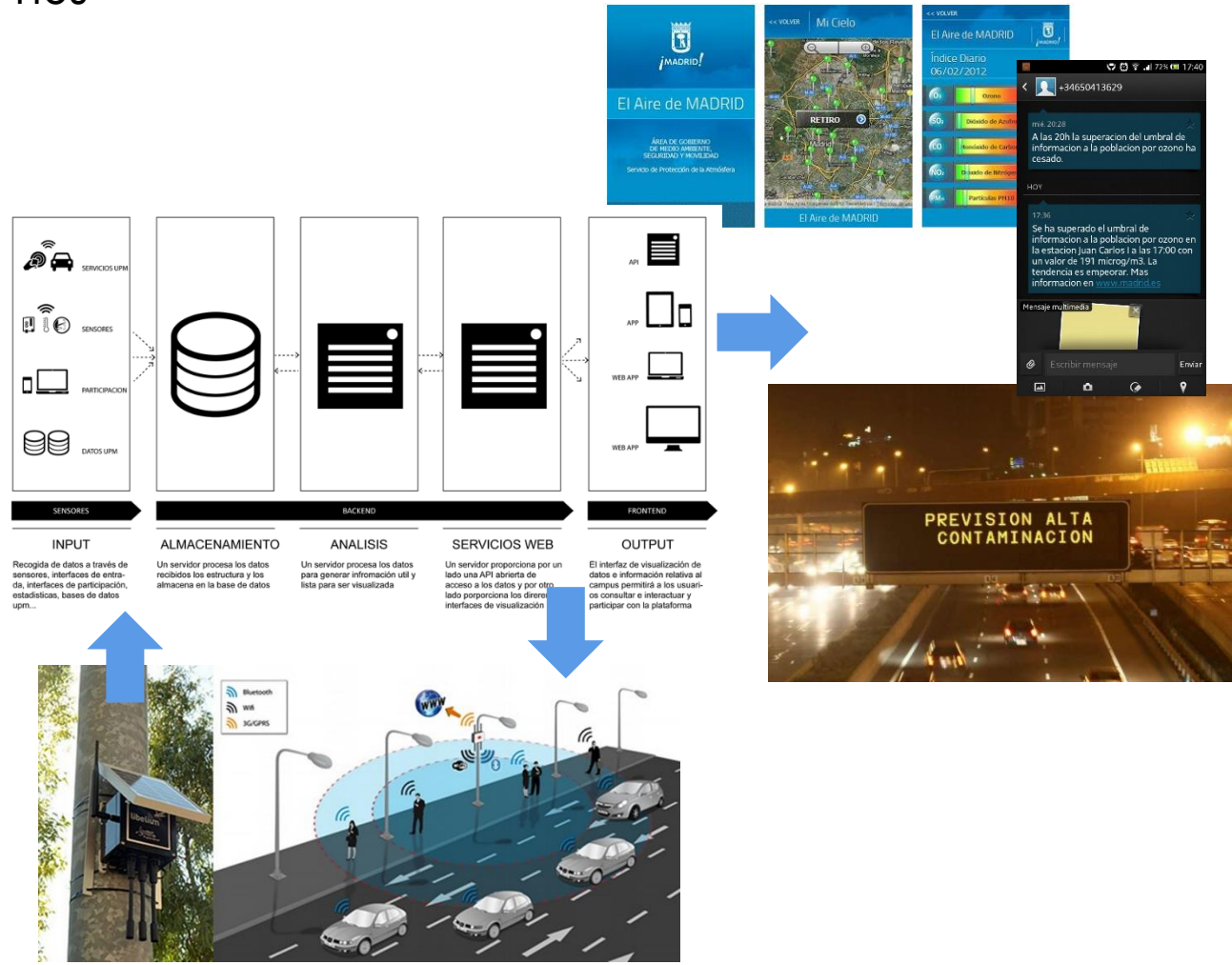
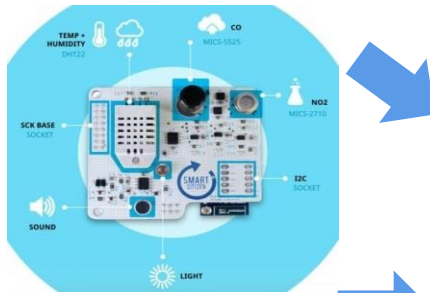
- Potencialmente muy efectivas
- Amplia oferta



- Sólo para algunos contaminantes
- Muy costosas
- No reducen volumen de tráfico

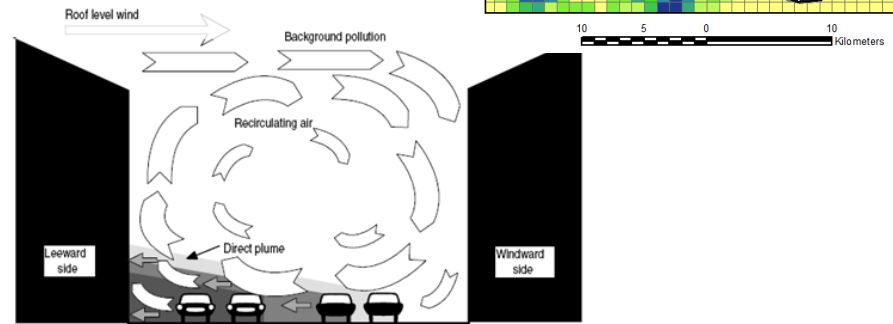
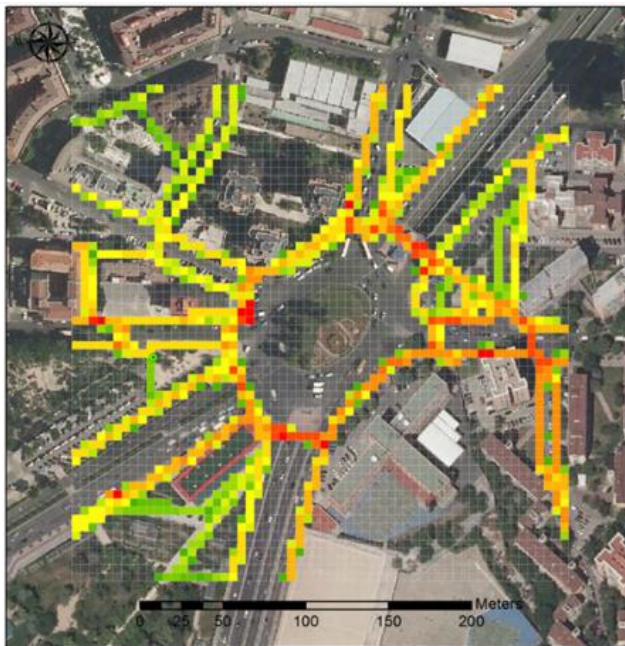
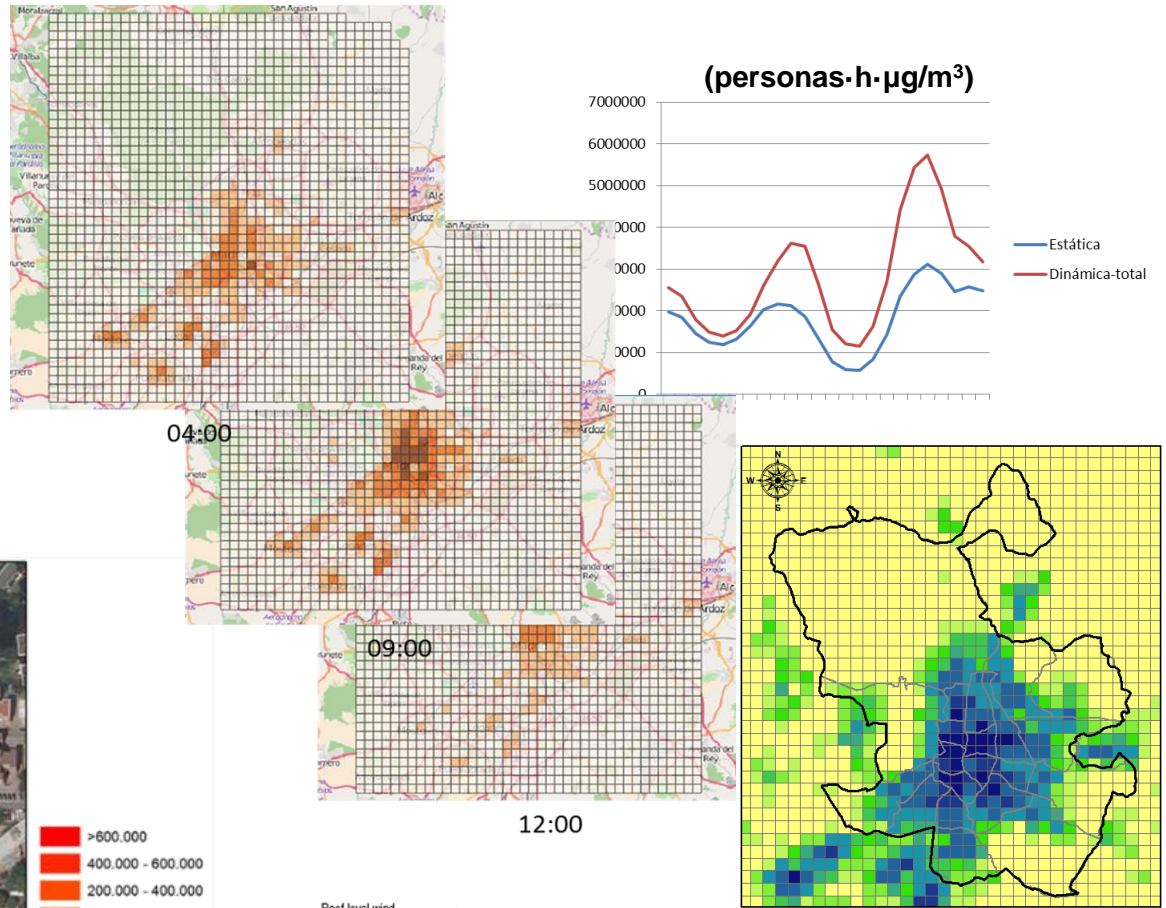


- **Información y concienciación**
- Sin efecto directo pero fundamentales
- Oportunidad de las nuevas TICs



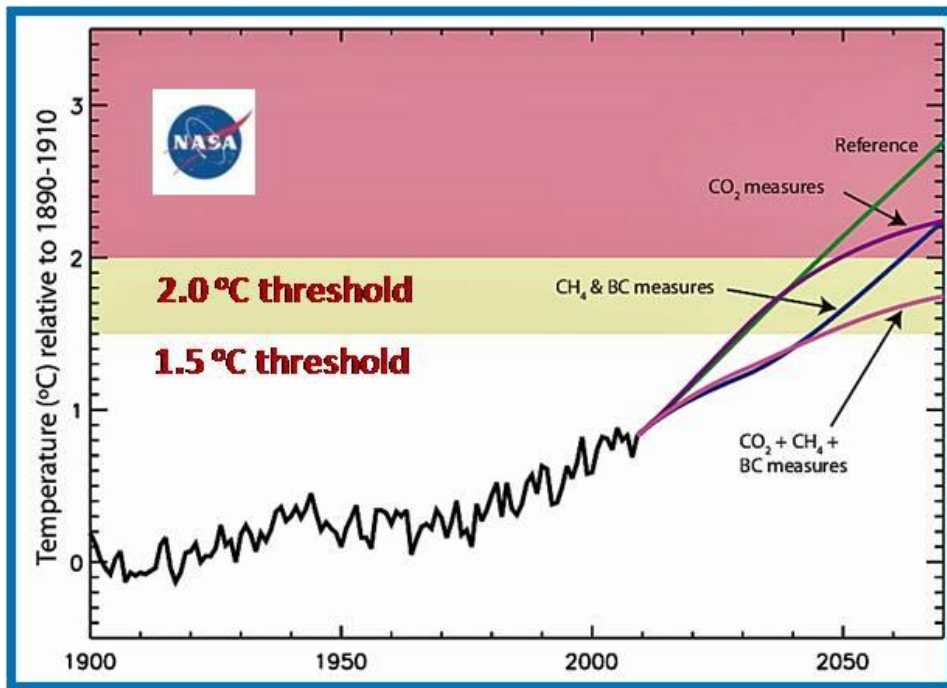
• **Gestión de la exposición**

- Posibilidad de minimizar los efectos a igualdad de concentración

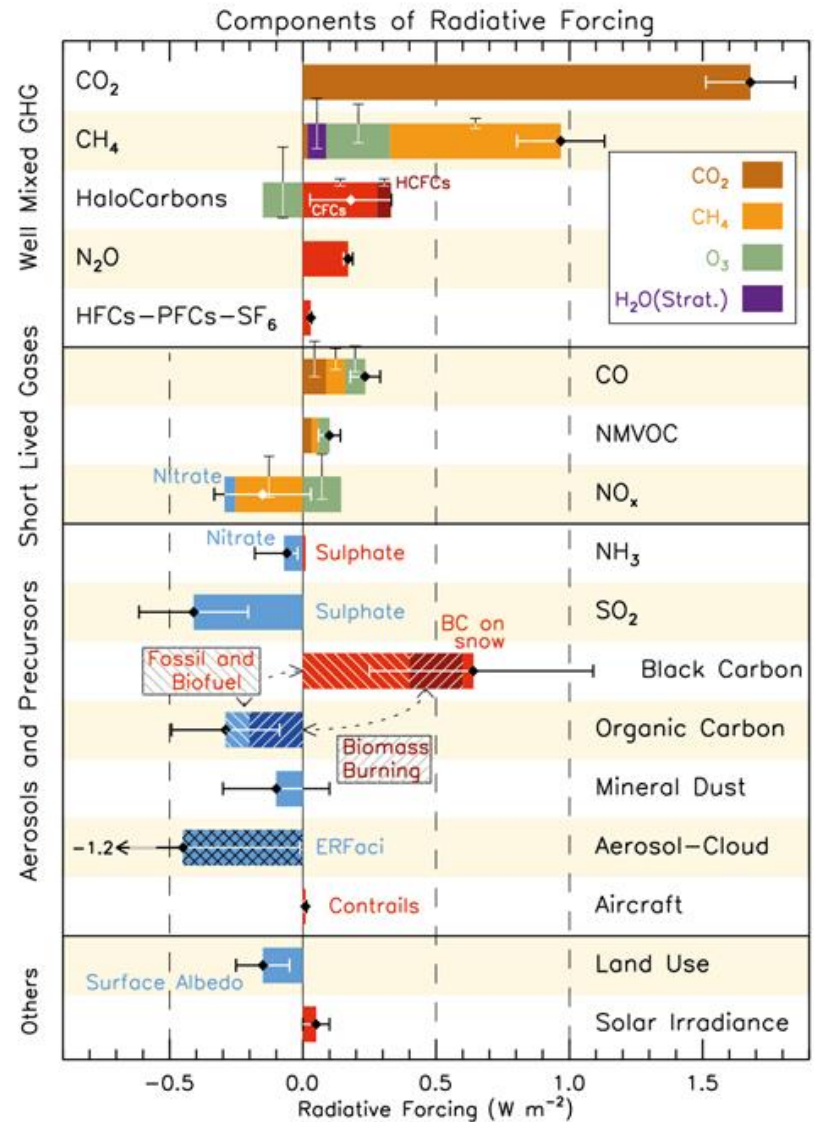


4. Consideraciones adicionales

- Sinergias e interacciones calidad del aire – clima:
 - Conflictos
 - Co-beneficios

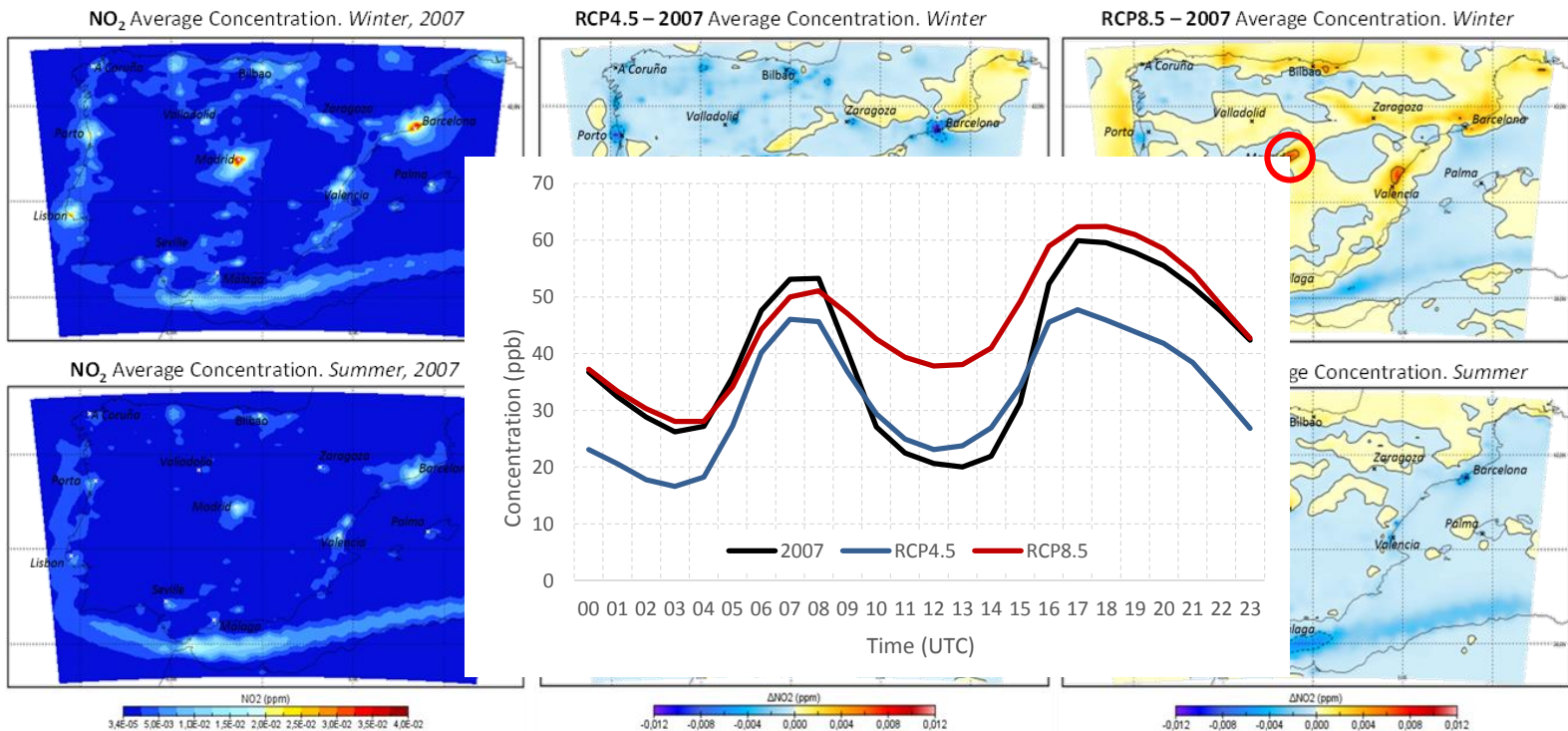
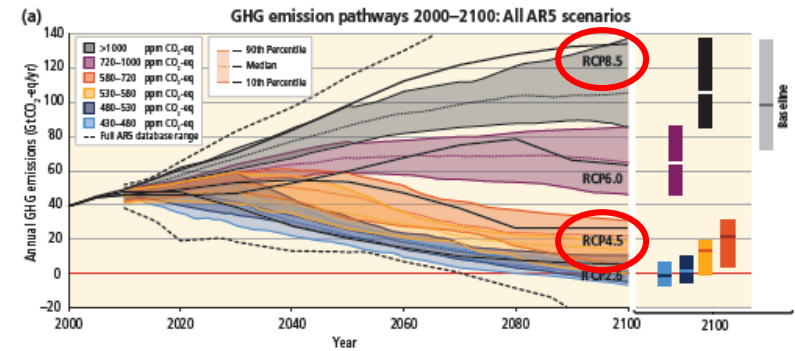


Shindell et al. (2012)

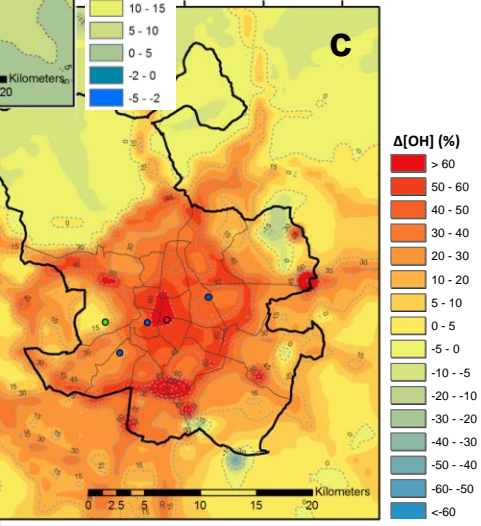
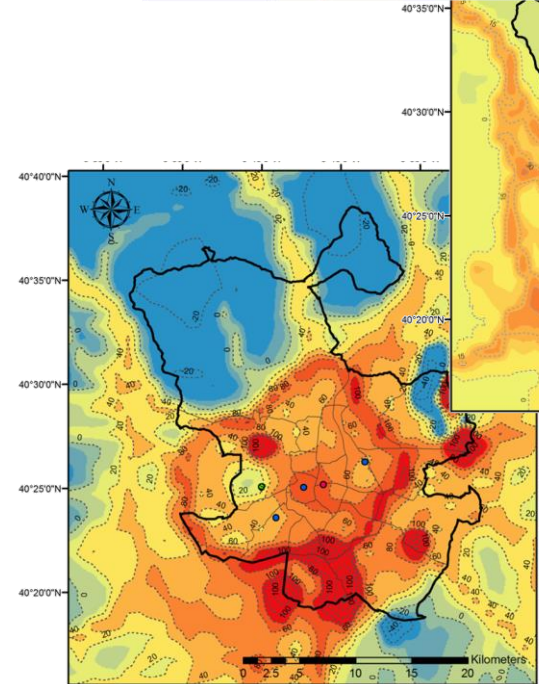
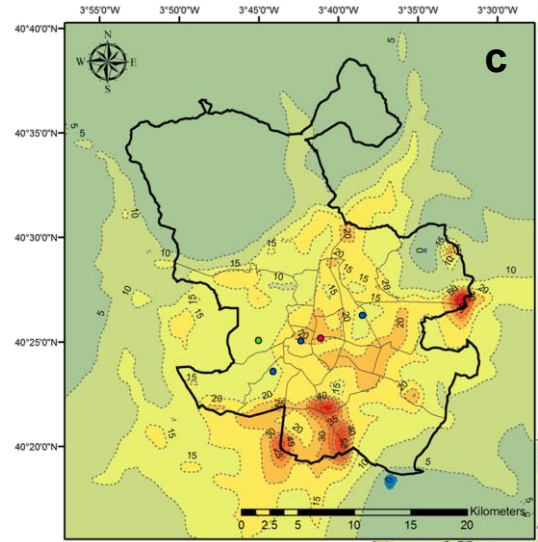
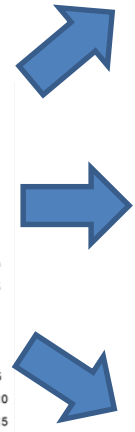
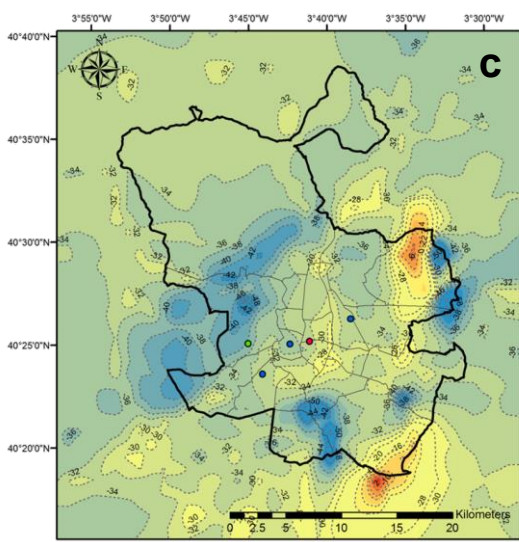


IPCC-AR5- (2012)

- Sinergias e interacciones calidad del aire – clima:
 - Influencia del forzamiento climático a medio-largo plazo



- Sinergias e interacciones calidad del aire:
 - Las actuaciones pueden implicar modificaciones del balance oxidativo de la atmósfera con implicaciones importantes para la química atmosférica y los compuestos secundarios



Saiz-Lopez et al. (2016)

5. Reflexiones finales

- Mejorar la calidad del aire en entornos urbanos es esencial para reducir los impactos negativos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana
- Existen muy diversas medidas que pueden combinarse para ajustarse a las peculiaridades de cada entorno
- Es fundamental evaluar la efectividad de las medidas antes de adoptarlas ya que pueden tener costes sociales y económicos importantes y deben estar fundamentadas
- Es importante tener una visión global de las oportunidades y efectos combinados para actuar sobre la calidad del aire y el cambio climático simultáneamente

**JORNADA DE DEBATE SOBRE LA REVISIÓN DE LA
ESTRATEGIA DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO
CLIMÁTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID 2013-2020.
PLAN AZUL +**



Gracias por su atención!

rborge@etsii.upm.es