

JORNADA

Calidad del Aire en España: Nuevos Retos

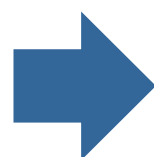
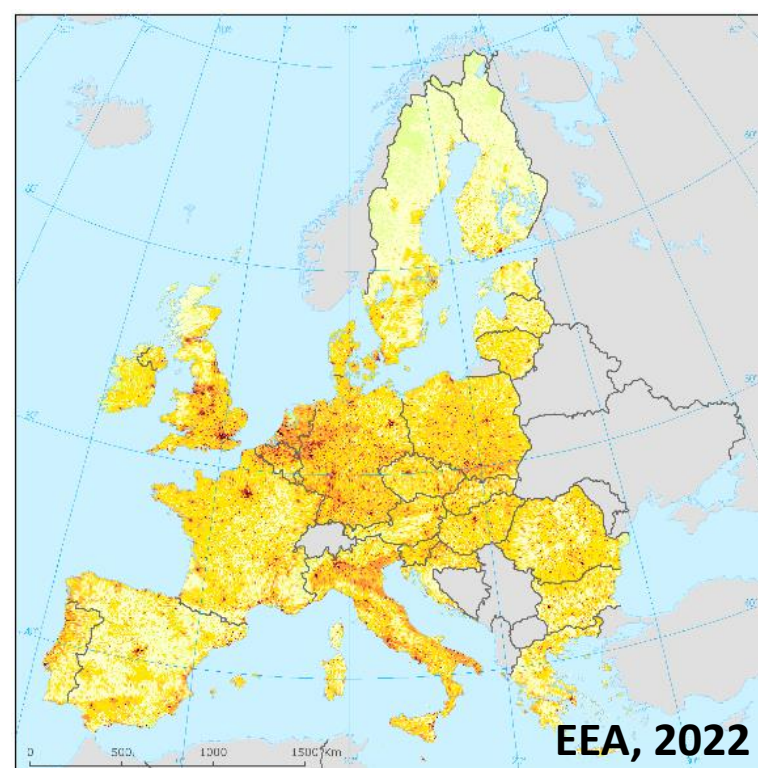
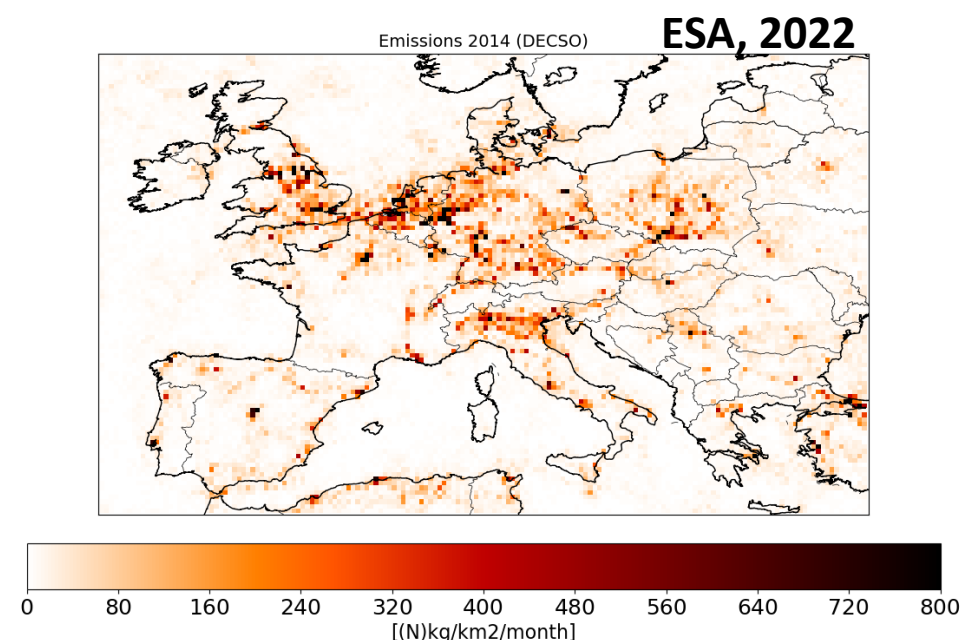
Nueva Directiva de Calidad del Aire

INVENTARIOS DE EMISIONES

Rafael Borge

Encuadre

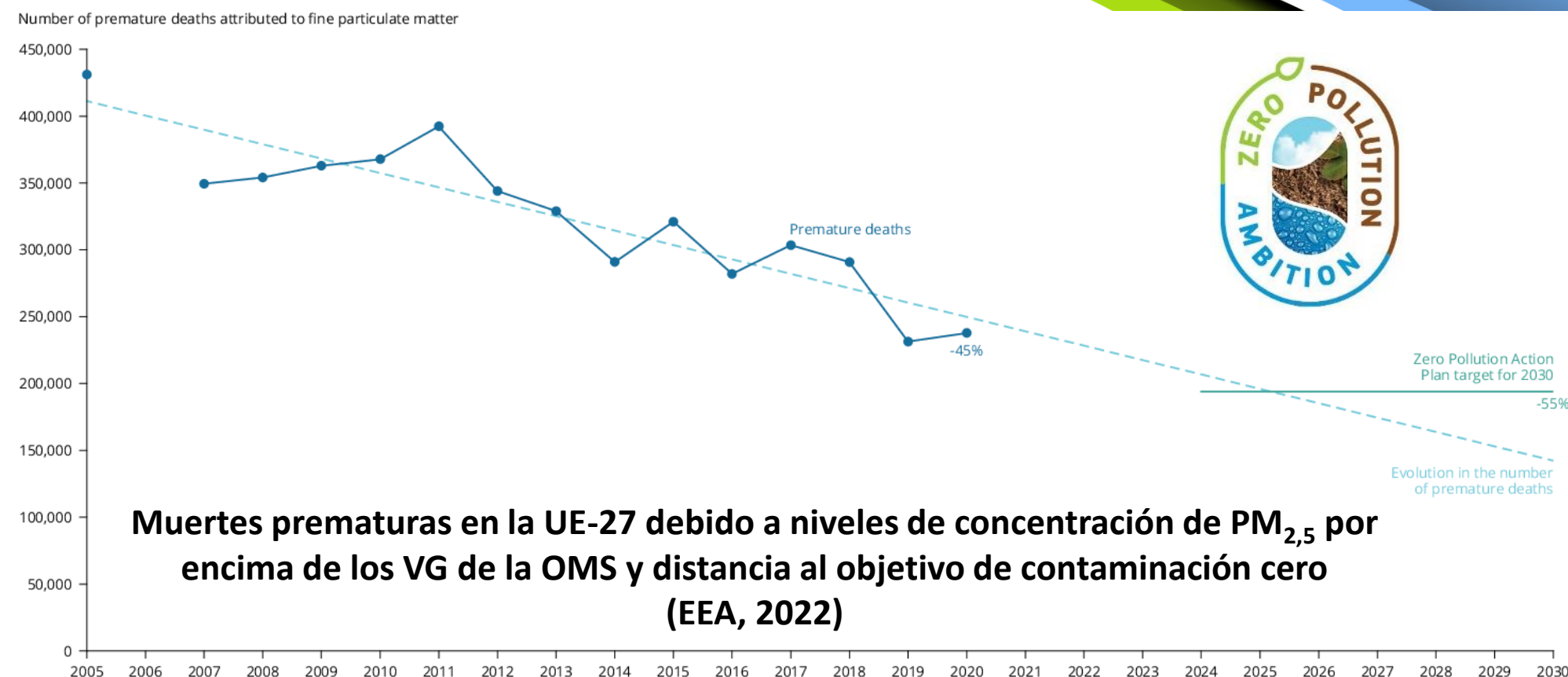
Pese a los esfuerzos recientes, la calidad del aire sigue siendo el principal riesgo ambiental en Europa (300 000 muertes prematuras atribuibles anualmente)



	EU standards	WHO guidelines
Fine particulate matter (PM _{2.5})	<1%	97%
Particulate matter (PM ₁₀)	10%	76%
Ozone (O ₃)	10%	94%
Nitrogen dioxide (NO ₂)	<1%	90%
Benzo(a)pyrene (BaP)	14%	64%
Sulphur dioxide (SO ₂)	<1%	<1%

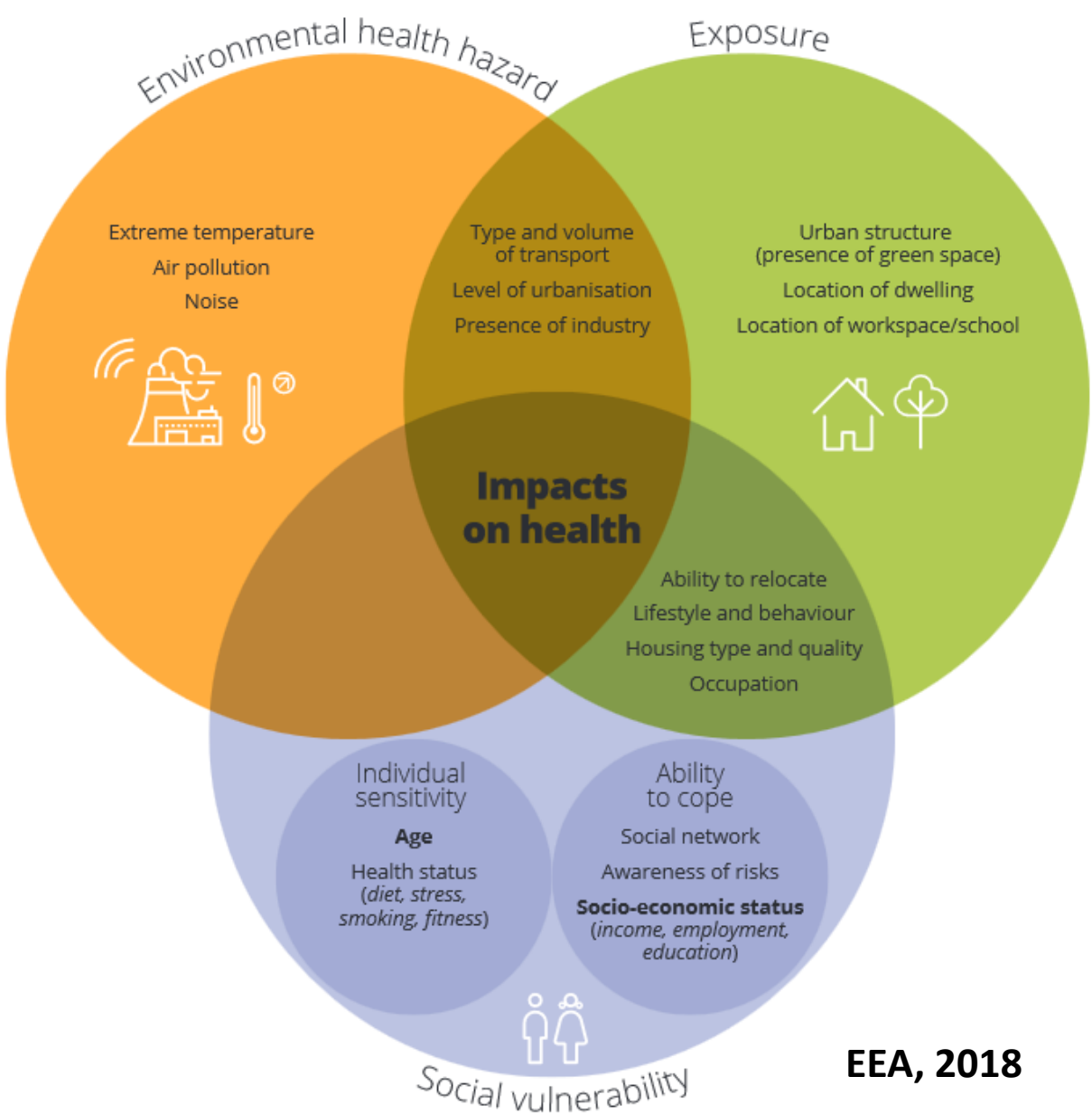
Porcentaje de la población urbana en la UE expuesta a niveles de concentración superiores a los VL legales y los valores guía de la OMS en 2021 (EEA, 2023)

Consecuentemente, la revisión de la Directiva de calidad del aire acerca los valores límite a los valores guía en su visión de alcanzar un entorno sin sustancias tóxicas en Europa para 2050



Concentration index	NO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)		PM _{2,5} (µg/m ³)		O ₃ (µg/m ³)	
	EU regulation	OMS	EU regulation	OMS	EU regulation	OMS	EU regulation	OMS
Annual mean	40 (20)	10 (40)	40 (20)	15 (20)	20 (10)	5 (10)	-	-
24 h average	- (50)	25 (-)	50 (45)	45 (50)	- (25)	15 (25)	-	-
1 h average	200 (200)	- (200)	-	-	-	-	-	-
8 h daily maximum mean	-	-	-	-	-	-	120 (100)	100 (100)

Comparación de los VL para la protección de la salud humana actuales (Directiva 2008/50/CE) y valores propuestos para su revisión en rojo (para 2030) con los VG de la OMS (los valores entre paréntesis muestran los VG de 2005)



Los límites más estrictos se encuadran en una visión más amplia de los impactos de la calidad del aire con objeto de reducir la exposición y avanzar en la justicia ambiental

Por otro lado, el continente aspira a ser climáticamente neutro en 2050

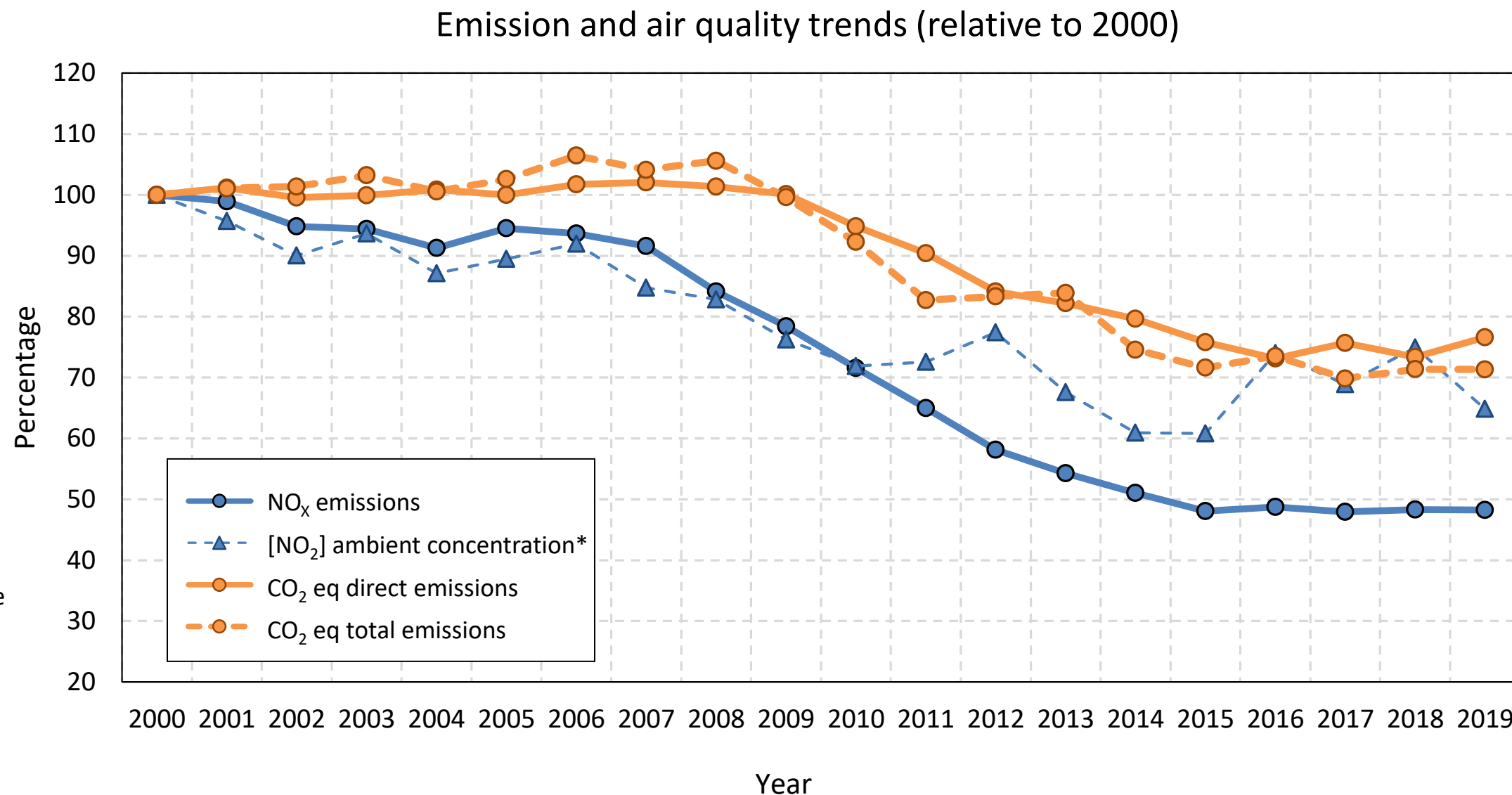
➔ Necesidad de intensificar las reducciones de emisiones y mejores sistemas de información en las ciudades



Implicaciones para los inventarios de emisiones

Capacidad de dar seguimiento al efecto de las medidas y de soportar la aplicación de técnicas de modelización para diagnóstico y evaluación

→ Incluir sustancias clave para la calidad del aire y GEI: evolución



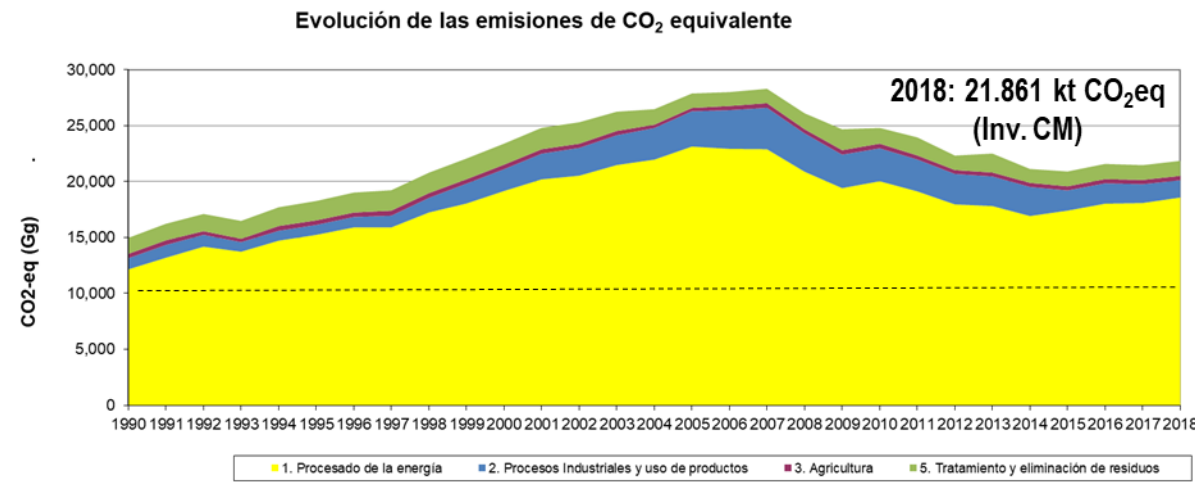
* Selected urban background reference monitoring stations

Comparación de la tendencia de las emisiones de CO₂-eq y de NO_x en la ciudad de Madrid

Borge, 2022

Madrid, 23 de abril de 2024

➔ Incluir sustancias clave para la calidad del aire y GEI: valoración objetivos

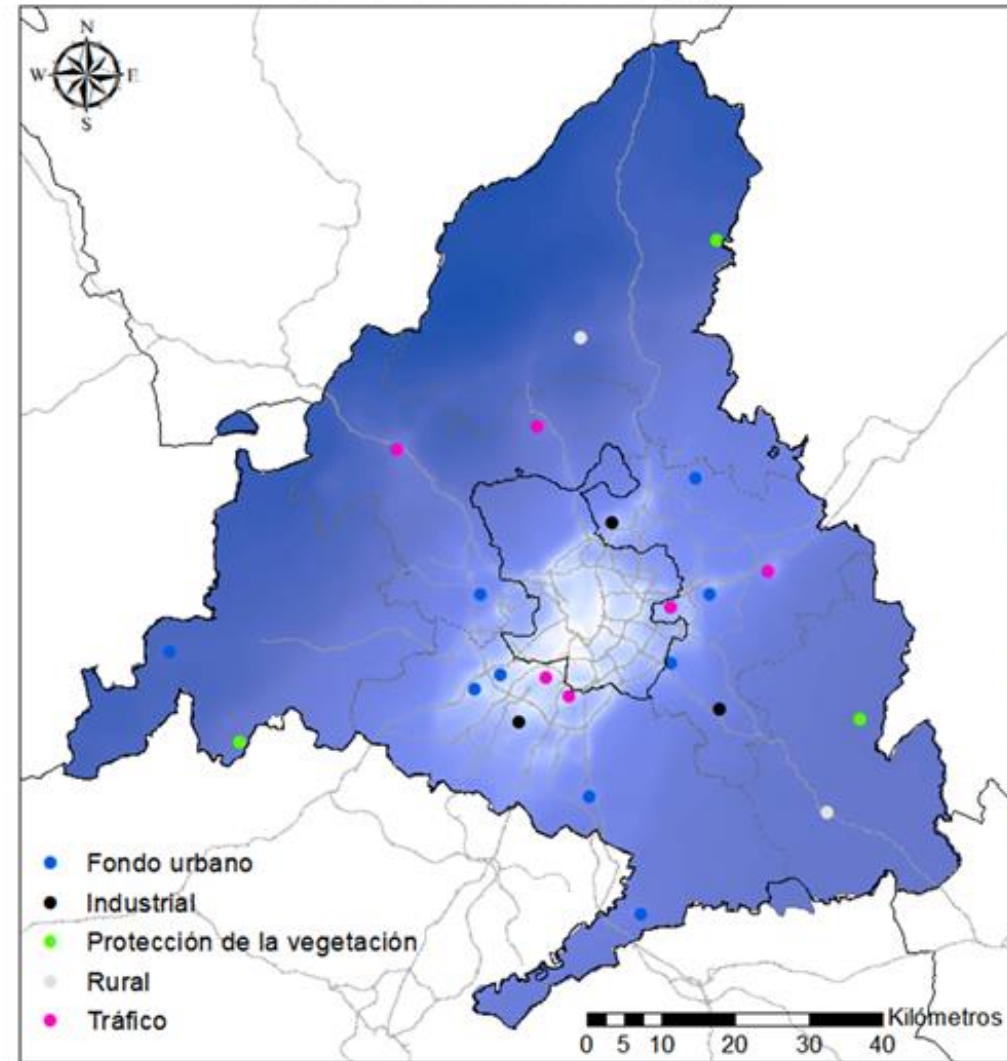


Objetivos climáticos 2030: reducción de un 47,3% de las emisiones directas de CO₂-eq en la Comunidad de Madrid respecto a 2018

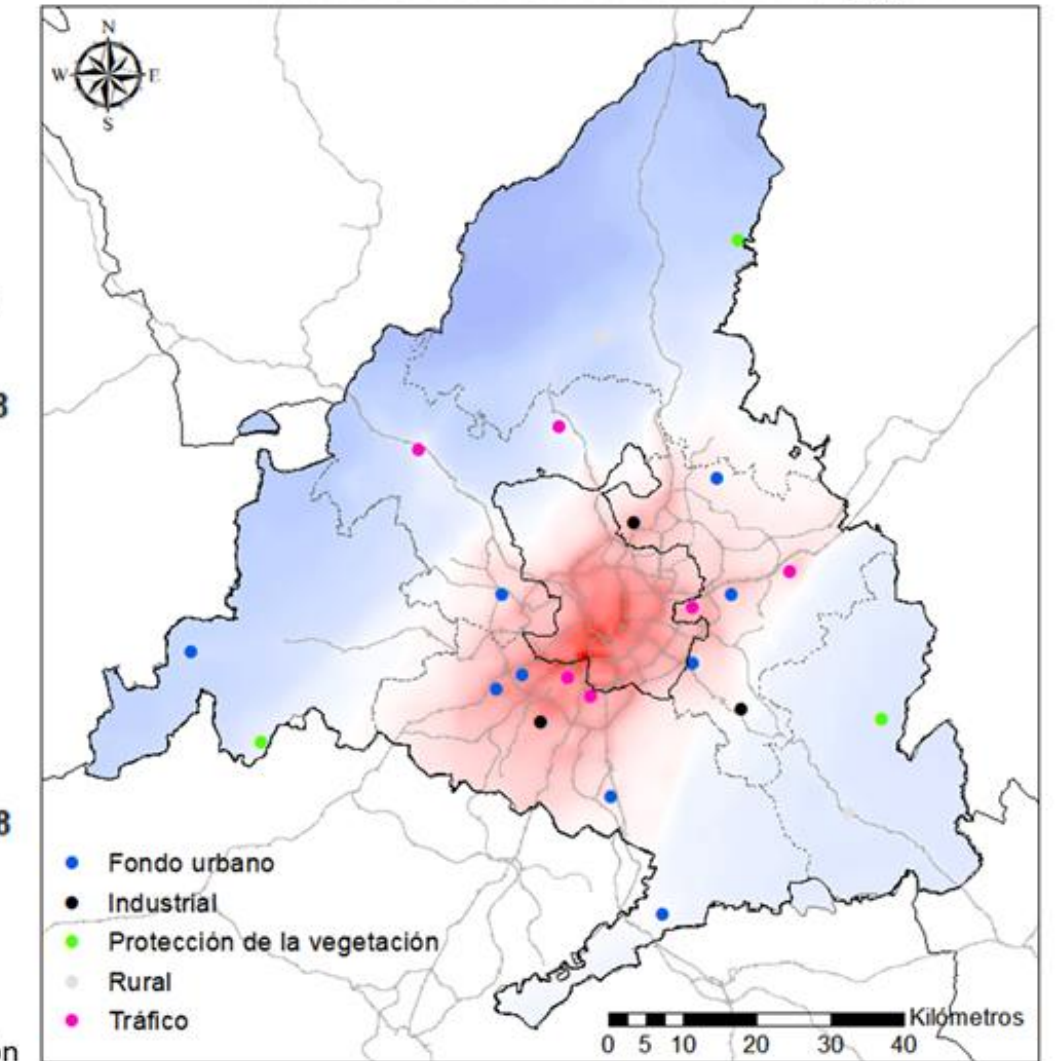
Ejemplo: implicaciones en niveles de concentración de PM_{2,5} de alcanzar los objetivos de emisiones de GEI locales en la región de Madrid para 2030

Concentración superación/distancia a VL Directiva 2030 / OMS

Directiva UE 2030: 10 µg/m³



Recomendación OMS 2021: 5 µg/m³

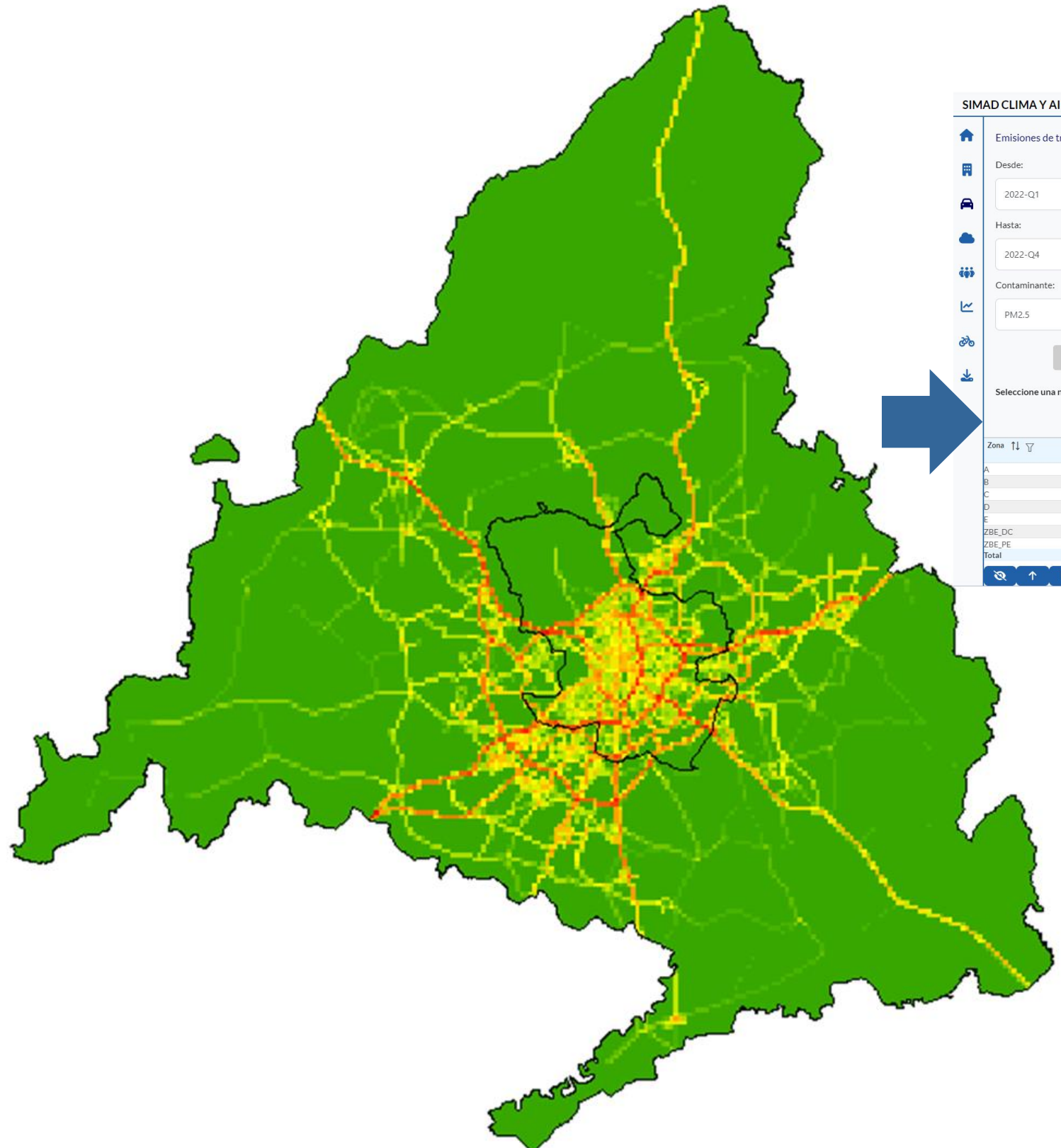
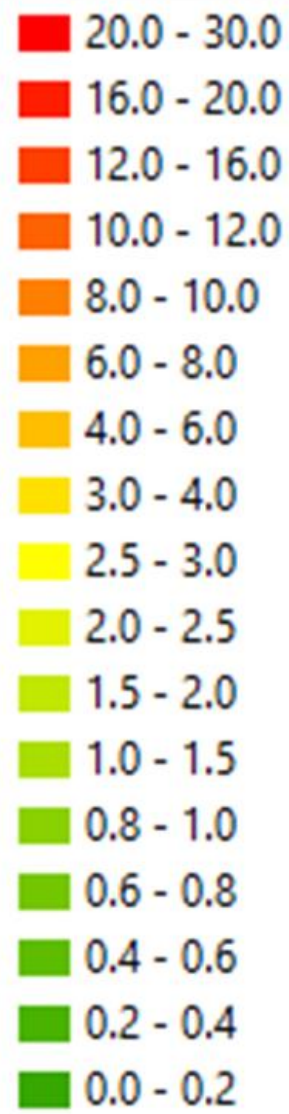


Rojo = Superación

CM, 2023

→ Alta resolución espacial, temporal para valorar el efecto y el impacto en exposición de distintas medidas para los principales contaminantes

NOx Emission (t)



SIMAD CLIMA Y AIRE Datos disponibles | Datos en validación | artimetr.ext@madrid.es

Periodo: 2022-Q1, 2022-Q4 | Contaminante: PM2.5

Desde: 2022-Q1 | Hasta: 2022-Q4 | Contaminante: PM2.5

Filtrar

Zona	Emissiones PM2.5 (t)	Emissiones GEI Directas (t CO2eq)	Emissiones GEI Indirectas (t CO2eq)	Emissiones totales GEI (t CO2eq)	Emissiones NOx (t)	Emissiones PM10 (t)
A	44.421	379.686,659	1.900,893	381.587,552	762,468	74,475
B	7.084	52.628,638	178,869	52.807,507	105,638	11,756
C	100.413	769.950,596	2.416,714	772.367,310	1.661,519	163,317
D	18.501	126.573,583	229,924	126.803,507	298,520	29,346
E	111.671	793.857,838	1.608,061	795.465,899	1.868,362	178,006
ZBE_DC						
ZBE_PE						
Total						

SIMAD CLIMA Y AIRE Datos disponibles | Datos en validación | artimetr.ext@madrid.es

Periodo: 2022-Q1, 2022-Q4 | Contaminante: NOx

Desde: 2022-Q1 | Hasta: 2022-Q4 | Contaminante: NOx

Filtrar

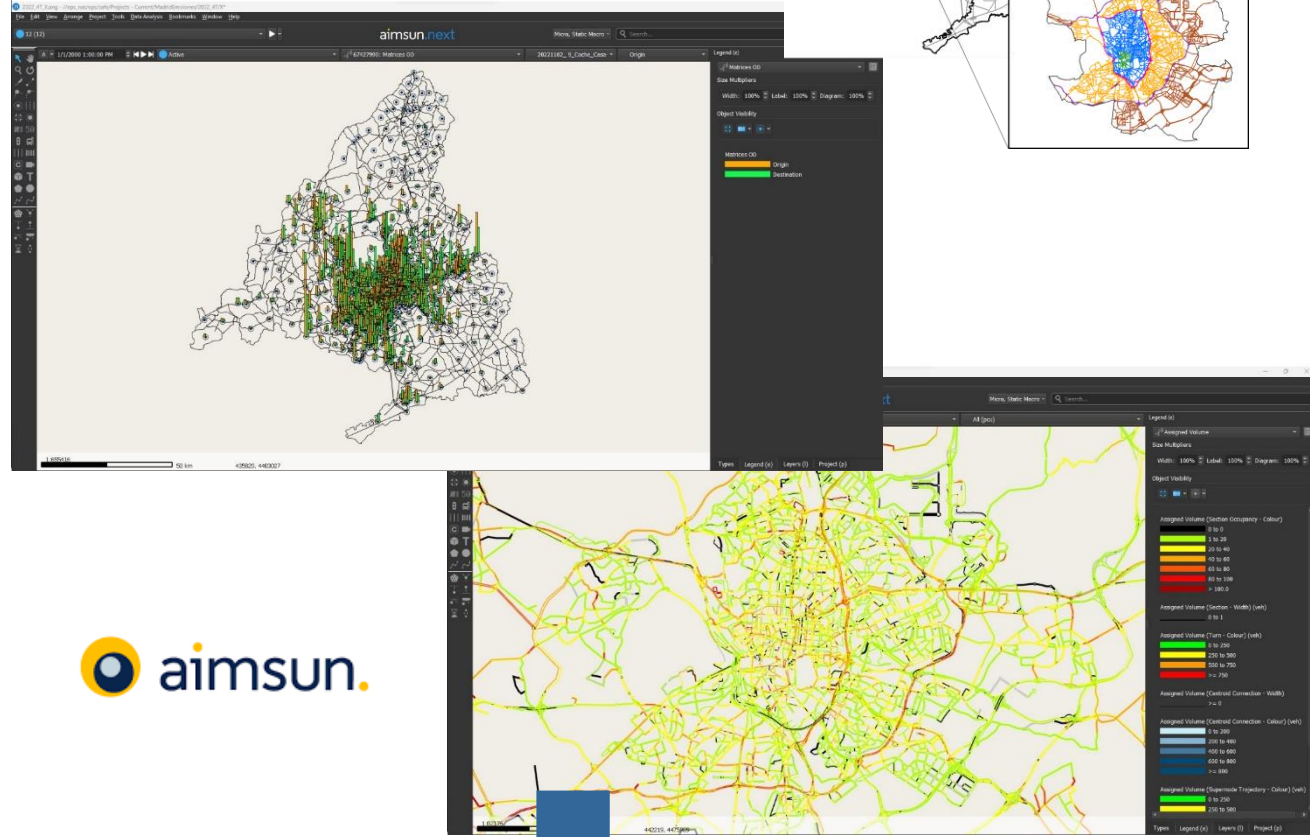
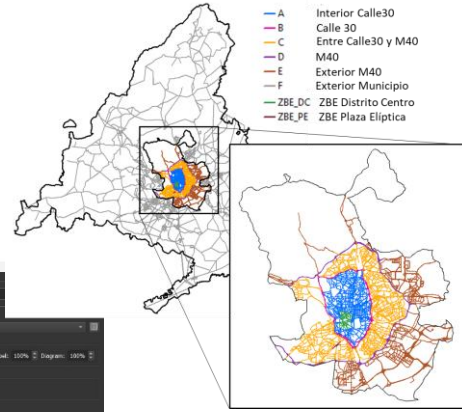
Celda: 34438
 Emisiones de Autobuses: 0,234 t
 Emisiones de Autobuses EMT: 0,123 t
 Emisiones de Ciclomotores: 0,0 t
 Emisiones de Motocicletas: 0,008 t
 Emisiones de Taxis: 0,023 t
 Emisiones de Turismos: 1,297 t
 Emisiones de VTCs: 0,012 t
 Emisiones de Vehiculos Ligeros: 0,366 t
 Emisiones de Vehiculos Pesados: 0,09 t
 Total: 2,153 t

Zona	Emissiones NOx (t)	Emissiones GEI Directas (t CO2eq)	Emissiones GEI Indirectas (t CO2eq)	Emissiones totales GEI (t CO2eq)	Emissiones PM10 (t)	Emissiones PM2.5 (t)
A	762,468	379.686,659	1.900,893	381.587,552	74,475	44,421
B	105,638	52.628,638	178,869	52.807,507	11,756	7,084
C	1.661,519	769.950,596	2.416,714	772.367,310	163,317	100,413
D	298,520	126.573,583	229,924	126.803,507	29,346	18,501
E	1.868,362	793.857,838	1.608,061	795.465,899	178,006	111,671
ZBE_DC	51,191	25,167,494	310,501	40,947	4,518	2,659
ZBE_PE	19,170	8,439,698	-40,947	8,680,645	1,715	1,052
Total	4,766,868	2,156,504,506	6,685,909	2,163,190,415	463,133	285,891

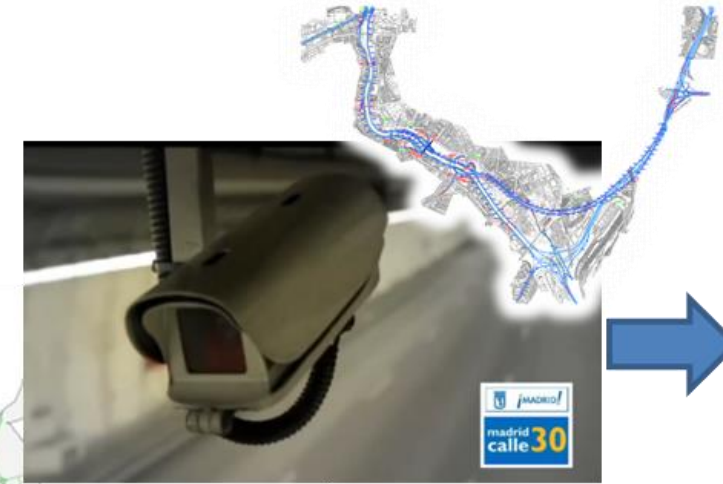
AM, 2023

Integración con modelos + sistemas de vigilancia del tráfico

MADRID



aimsun.



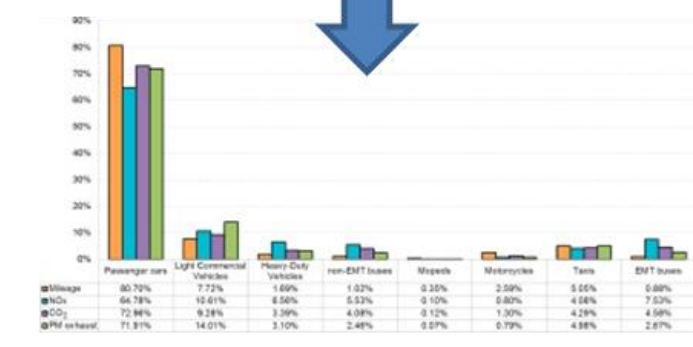
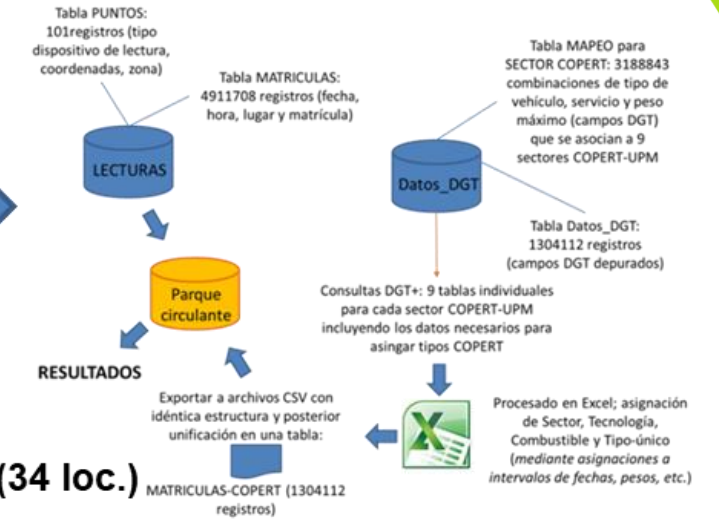
Red-light cameras (17 locations)

Calle 30 cameras (tunnels) (34 loc.)

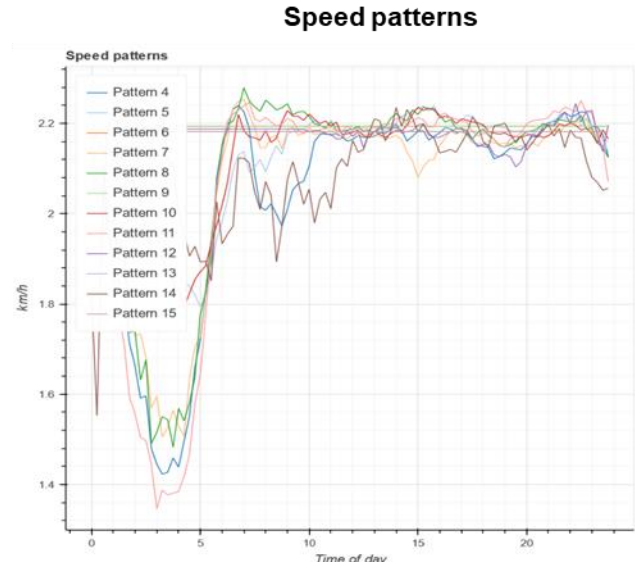
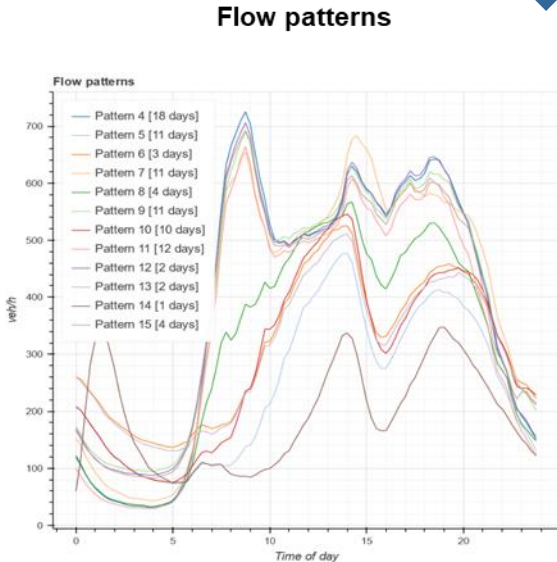
Manual sampling (13 locations)

M-30 cameras (2 locations)

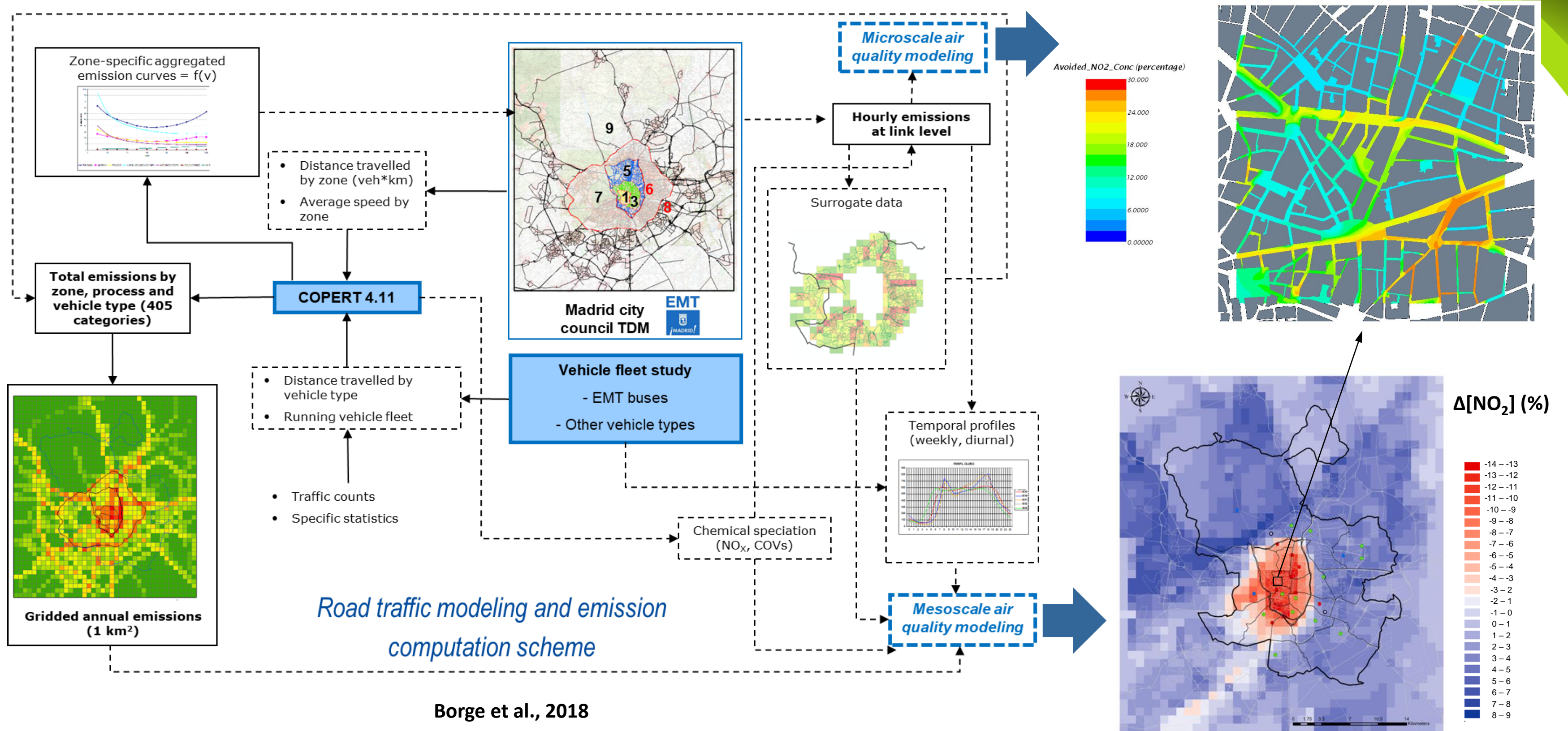
FL cameras (2 locations)

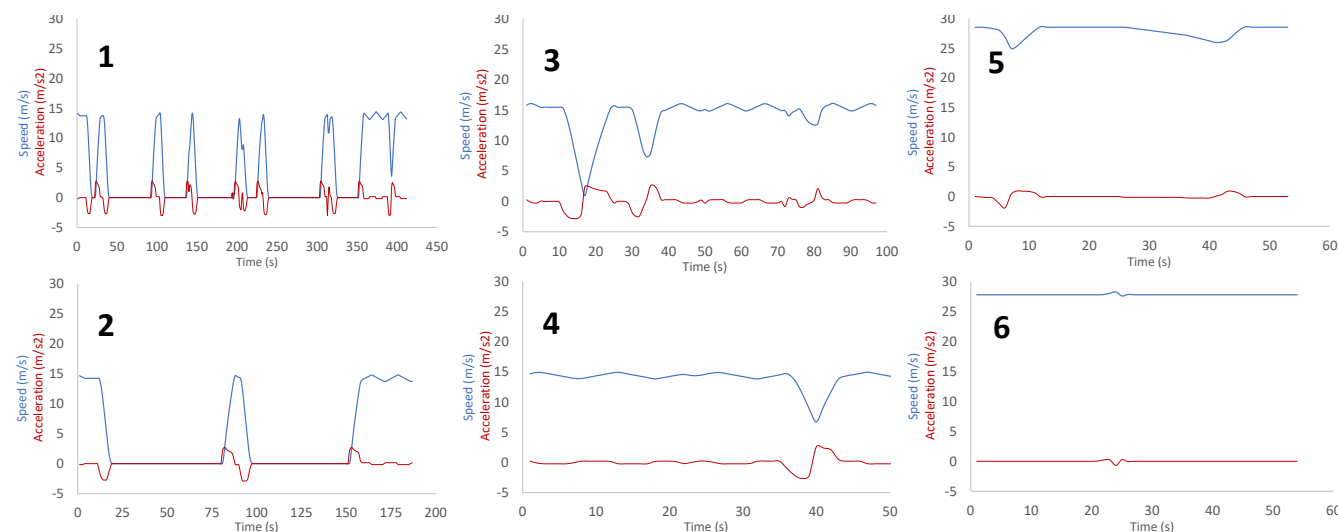
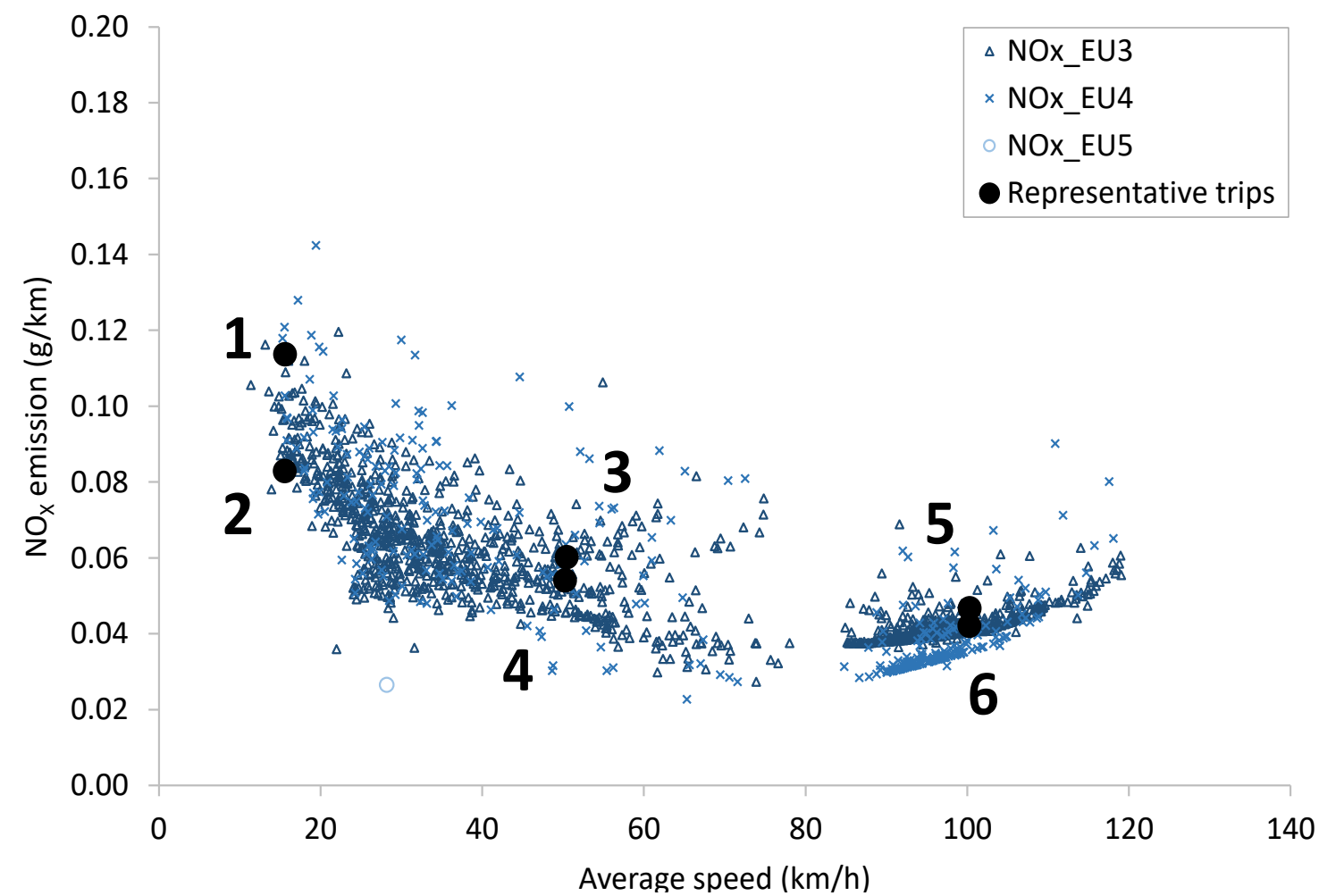


Pérez et al., 2019

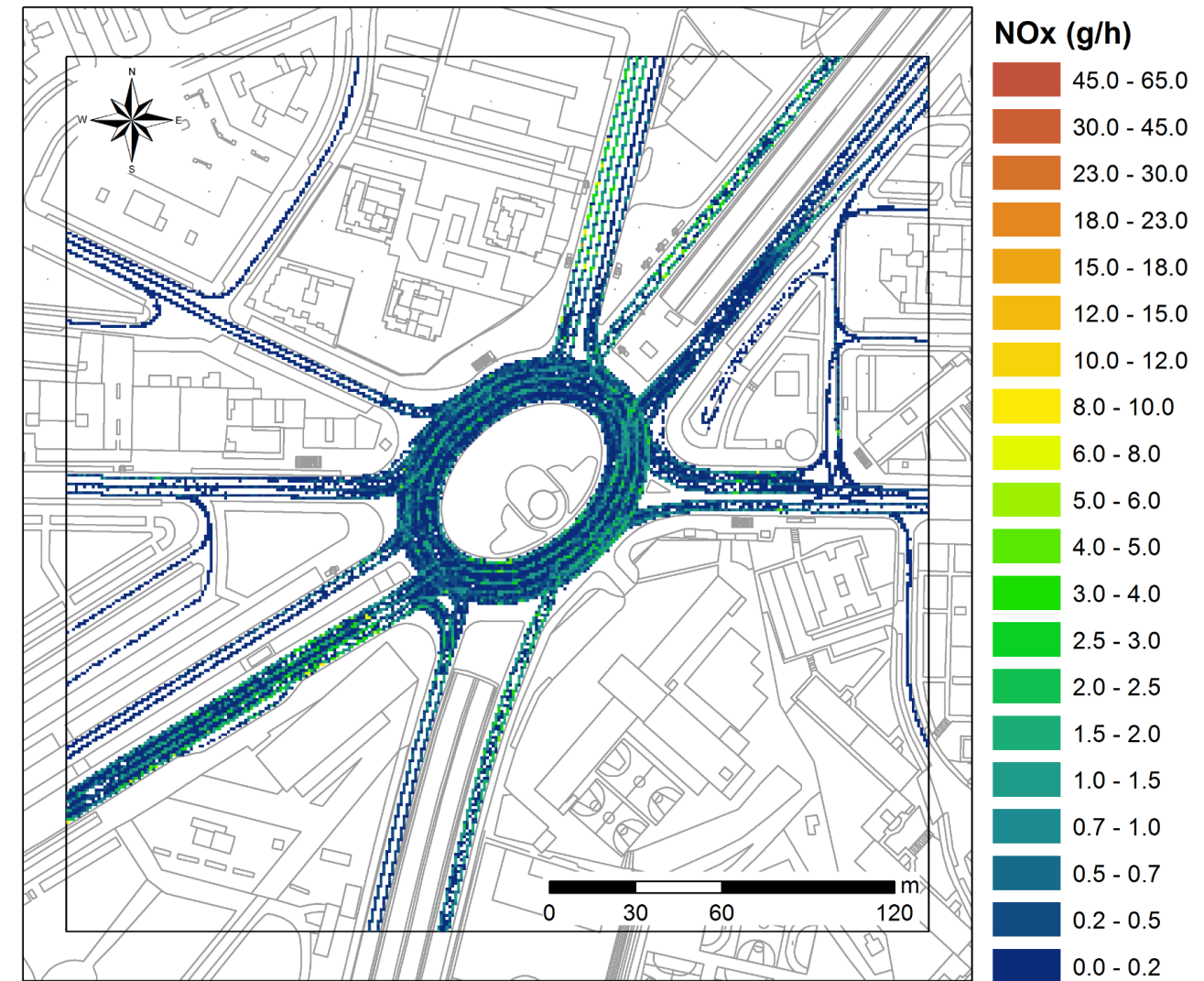


Emisiones a nivel de tramo: simulación-multiescala





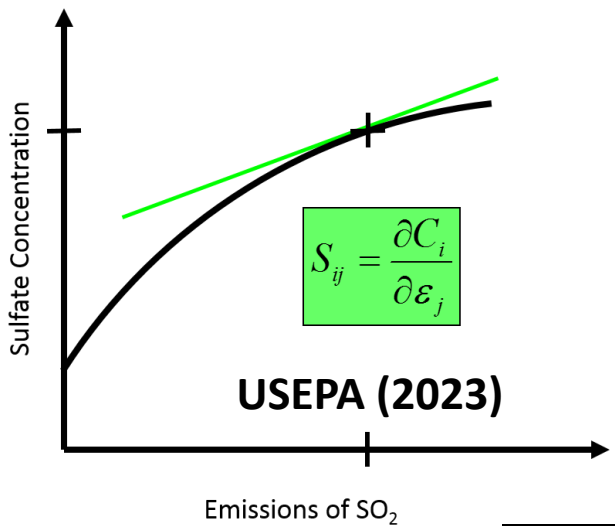
1m x 1m, 1 Hz resolution emissions (aggregated over 1 hour)



Quassdoff et al., 2023

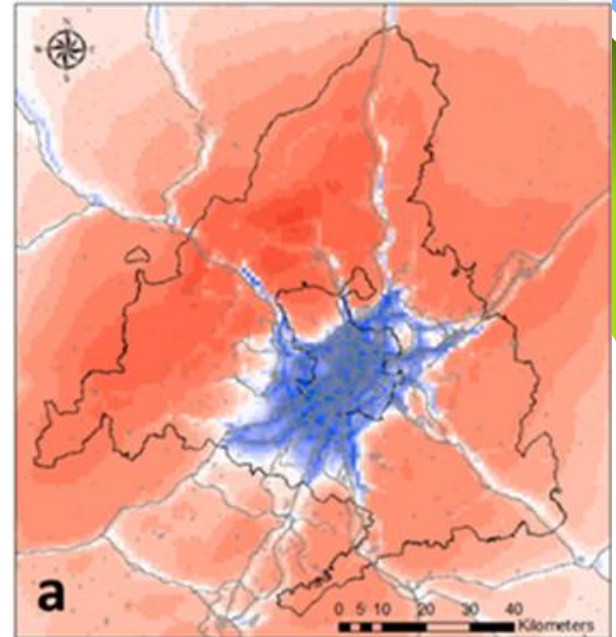
Incluso resoluciones espacio-temporales mayores (metros y minutos) pueden ser necesarias para análisis de detalle de medidas locales de tráfico

➔ Y también alta resolución de actividades, a menos para los sectores clave...



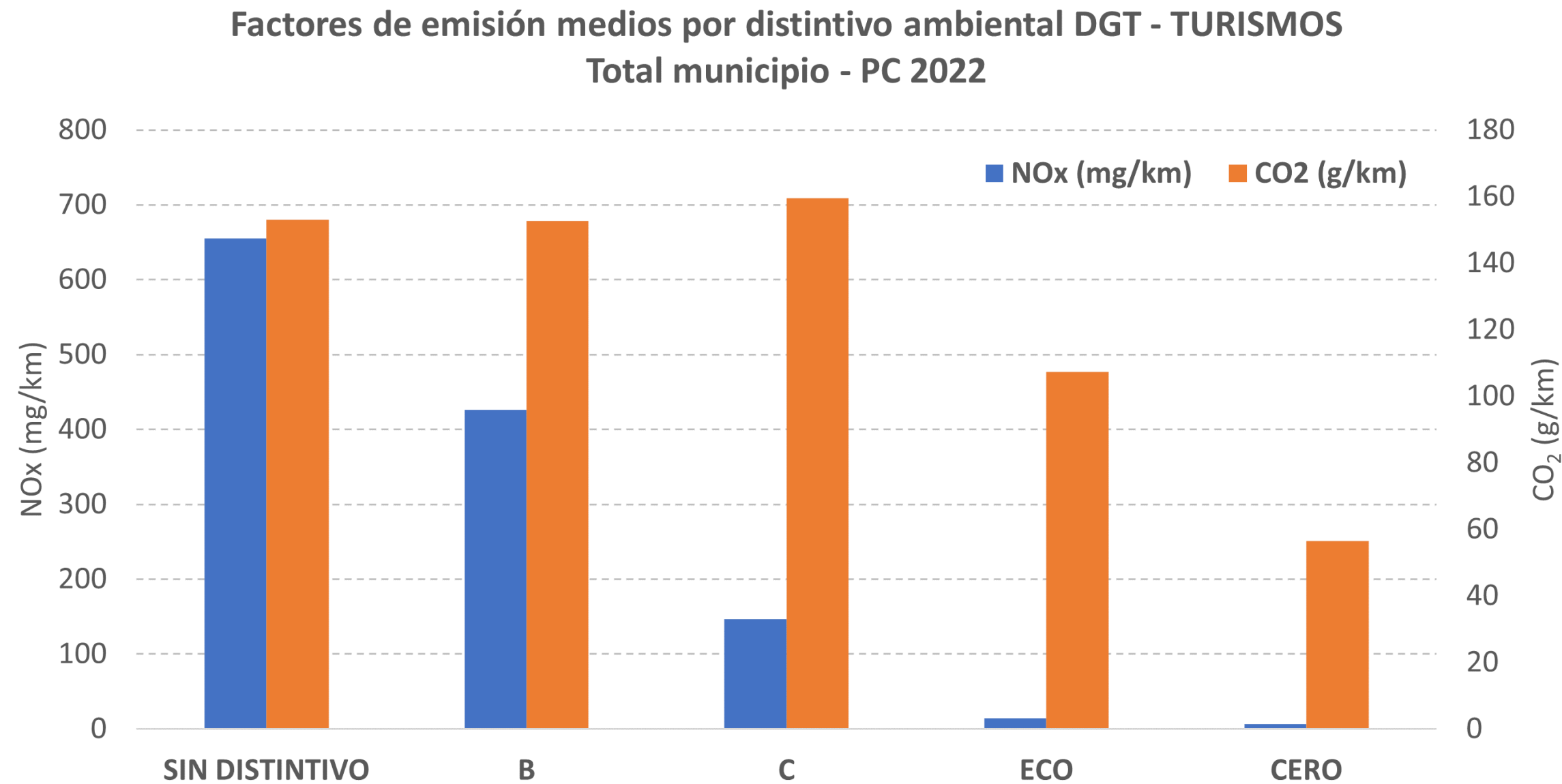
Sensibilidades derivadas de CMAQ DDM-3D (media y desviación típica entre paréntesis) en el centro de Madrid en invierno (cifras en µg/m³) (Borge et al., 2023)

Pollutant	Precursor	Sector				
		PC	LDV	HDV	RCI	SU
NO ₂	NO _x	11.12748 (7.45376)	0.89812 (0.98143)	2.99369 (1.68195)	7.51361 (4.36615)	0.02317 (0.01562)
	NO _x	-4.91752 (3.56766)	-0.34657 (0.37905)	-2.28914 (1.30513)	-6.45189 (3.88825)	-0.01937 (0.01396)
O ₃	VOC	0.004170 (0.01043)	0.000419 (0.00136)	0.000845 (0.00247)	0.020235 (0.04431)	0.273544 (0.72255)
	NH ₃	0.01572 (0.02003)	0.00013 (0.0003)	0.00064 (0.00124)	0.05913 (0.05559)	0.00863 (0.01103)
PM _{2.5}	NO _x	-0.08238 (0.16078)	-0.01011 (0.02699)	-0.05025 (0.11142)	-0.13938 (0.24972)	-0.00017 (0.00033)
	Primary PM _{2.5}	0.40349 (0.62004)	0.02957 (0.04613)	0.06341 (0.08309)	2.37461 (7.40389)	0.1856 (0.12949)
	SO ₂	0.00189 (0.00404)	0.00011 (0.00034)	0.00052 (0.00123)	0.82592 (1.4787)	0.00014 (0.00021)
	VOC	0.00175 (0.00406)	0.00016 (0.00056)	0.00026 (0.00091)	0.0062 (0.01484)	0.0936 (0.2823)



VOC-sensitive regime (Borge et al., 2022)

Adecuada en función del tipo de medida; por ejemplo ZBE:



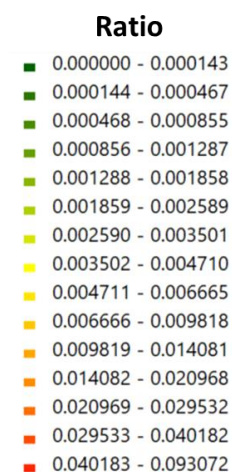
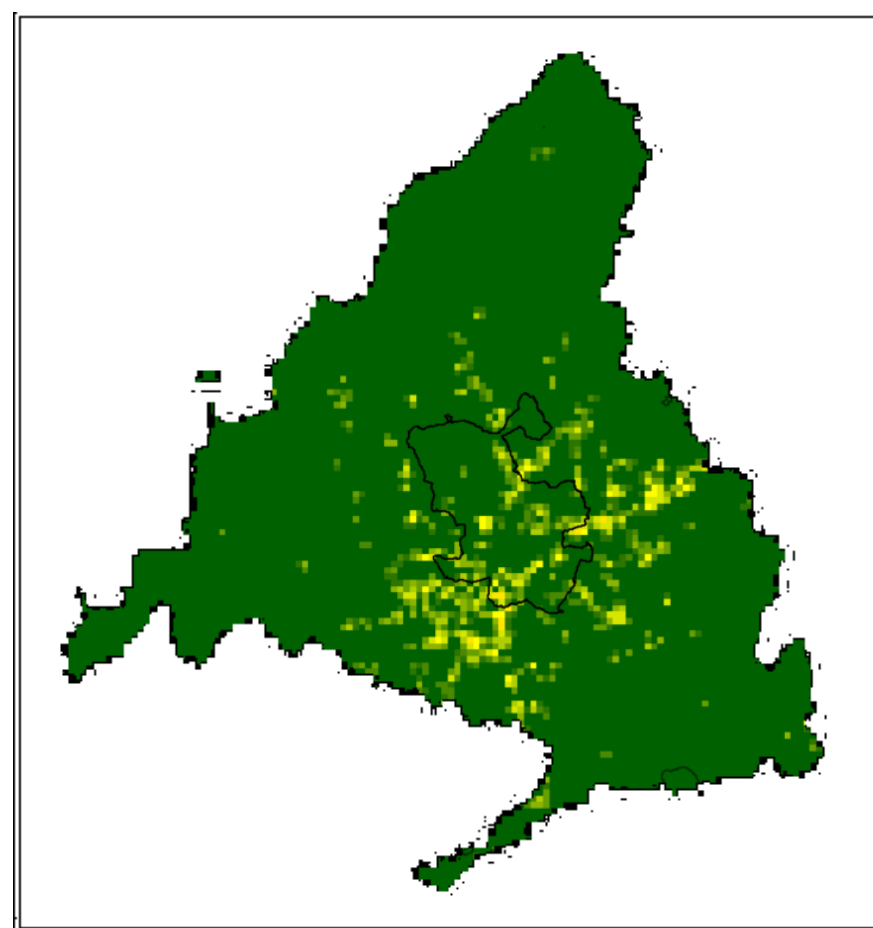
Asimetría del nivel de ambición para calidad del aire y cambio climático

AM, 2023

Incluyendo la especiación química, por ejemplo, emisiones de COVs de "Imprentas" (060403)

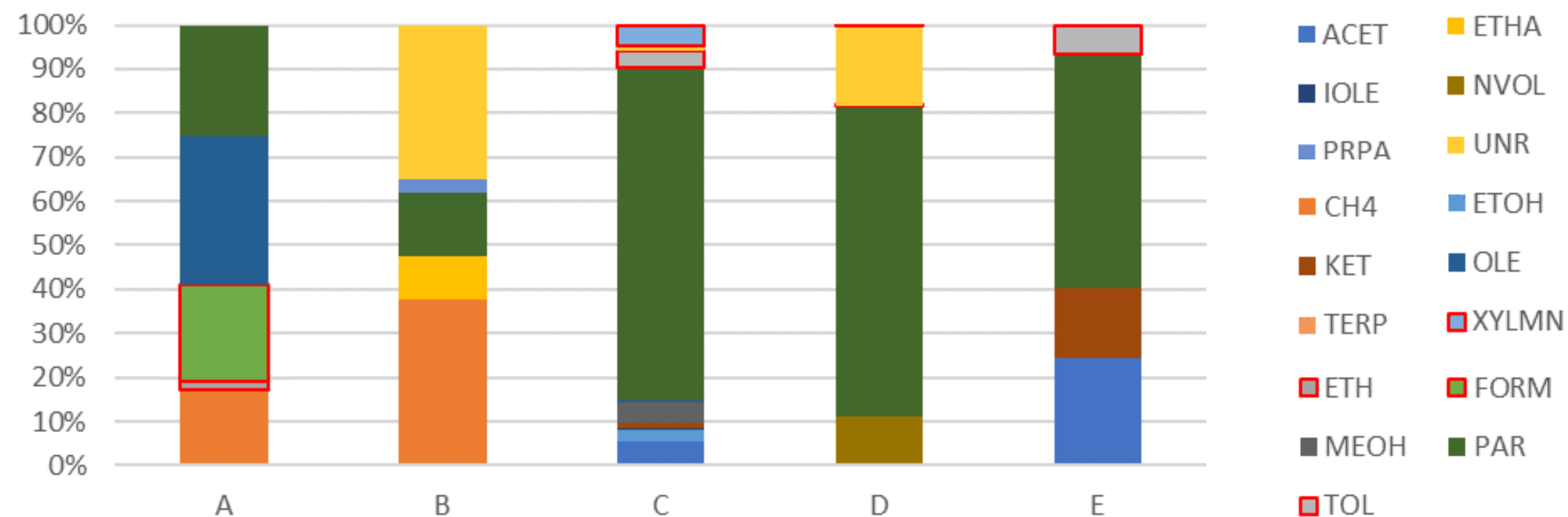
- Incluye impresión sobre envases y embalajes de papel, cartón, plástico o metal; y las actividades de decoración. Las técnicas más habituales son: el offset, el rotograbado y la flexografía, la impresión con planchas y la impresión con cliché
- Emisiones durante las bases de secado y limpieza, y en el almacenamiento y manipulación de las materias primas con disolventes orgánicos
- Tinta en pasta, tinta en negro para prensa, tintas para grabados, otras tintas (al agua o con disolvente orgánico), etc

VA = cantidades (toneladas) vendidas de los distintos tipos de tinta de imprimir y desagregación provincial según estadísticas de empleados



Desagregación espacial de las emisiones según CLC (zonas industriales)

Ubicación?
Procesos?
Tipología?



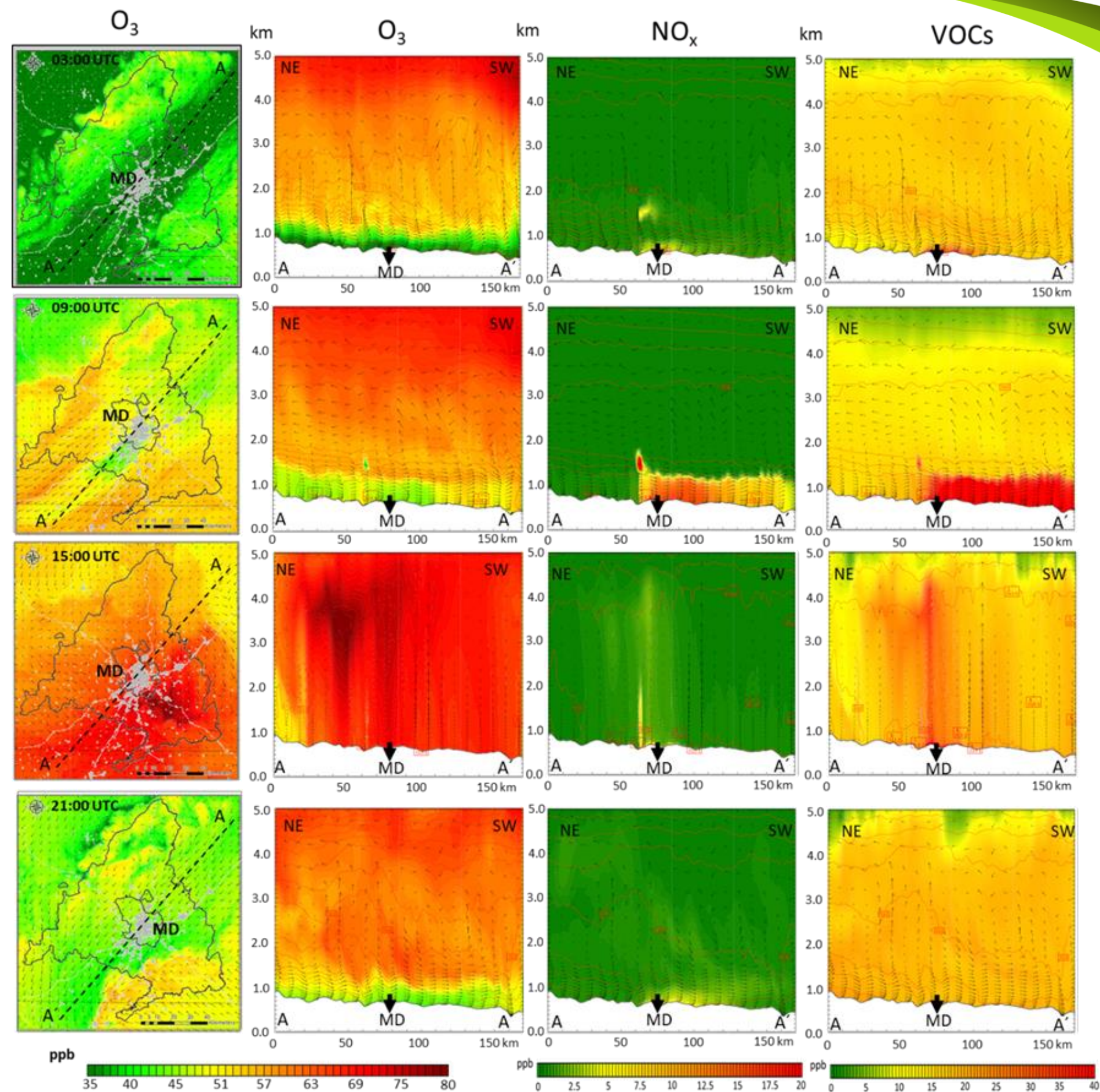
- A – Printing Press - Lithography Inking and Drying
- B – Printing Press - Lithography - Inking and Drying-Direct Fired Dryer
- C – Printing Ink – Cooking
- D – Graphic Arts - (Printing)
- E – Printing/Flexographic

Impacto en la dinámica del O_3 a nivel regional

Evolución de la concentración (ppb) de O_3 y sus principales precursores (NO_x y COVs) en la región de Madrid durante el 27 de Julio de 2016 -patrón de circulación de acumulación según Querol et al. (2018)

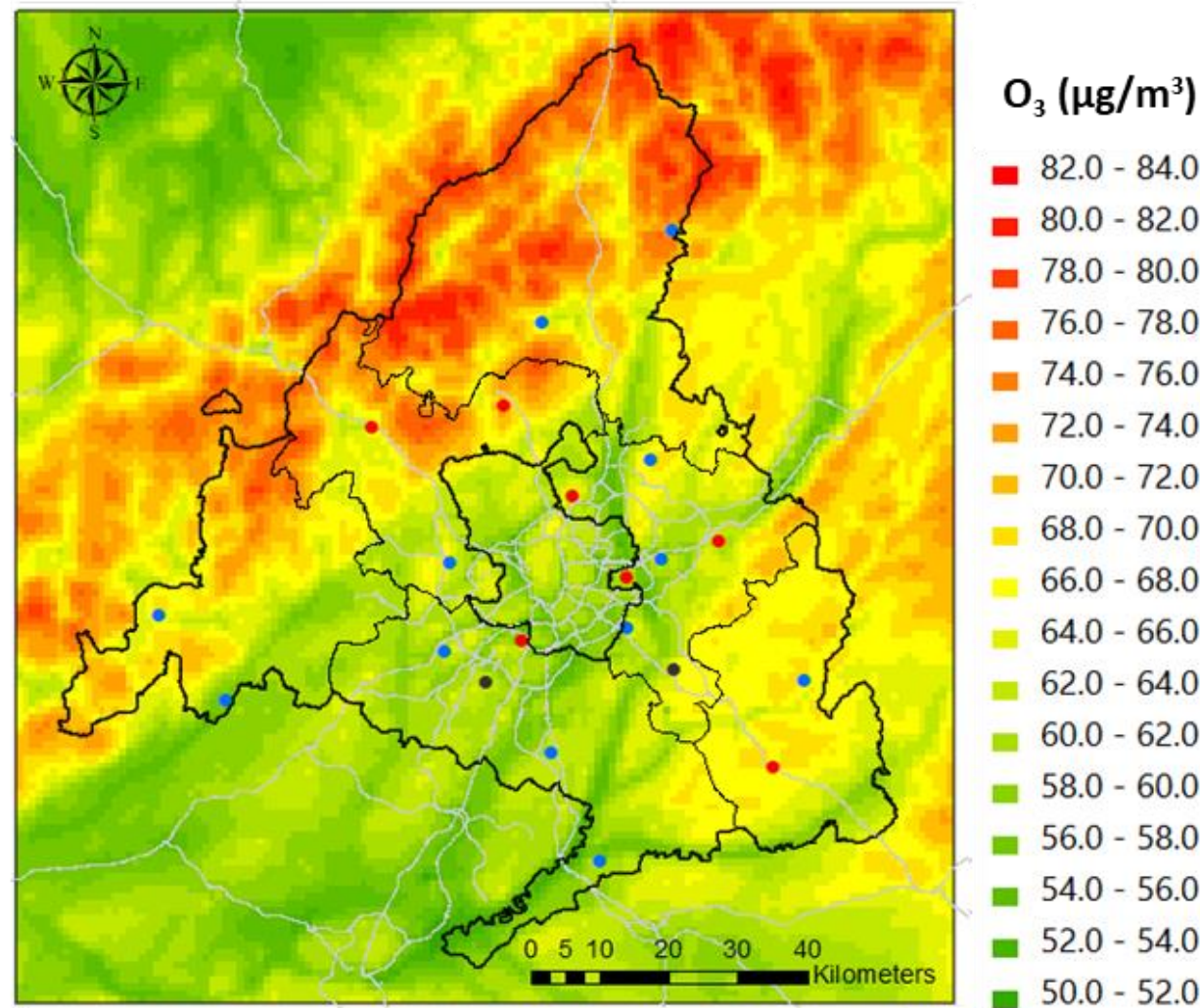
MD = Ciudad de Madrid

(de la Paz et al., 2024, in press)



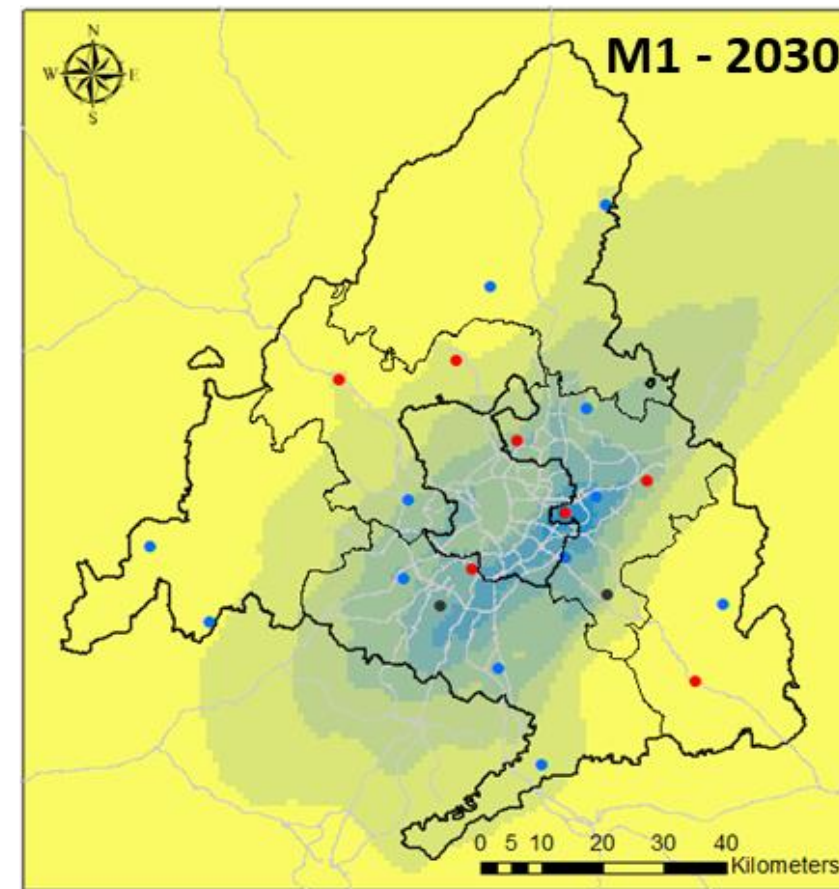
Especiación química y localización críticas para el diseño de medidas

Concentración promedio de O₃ en el periodo de estudio

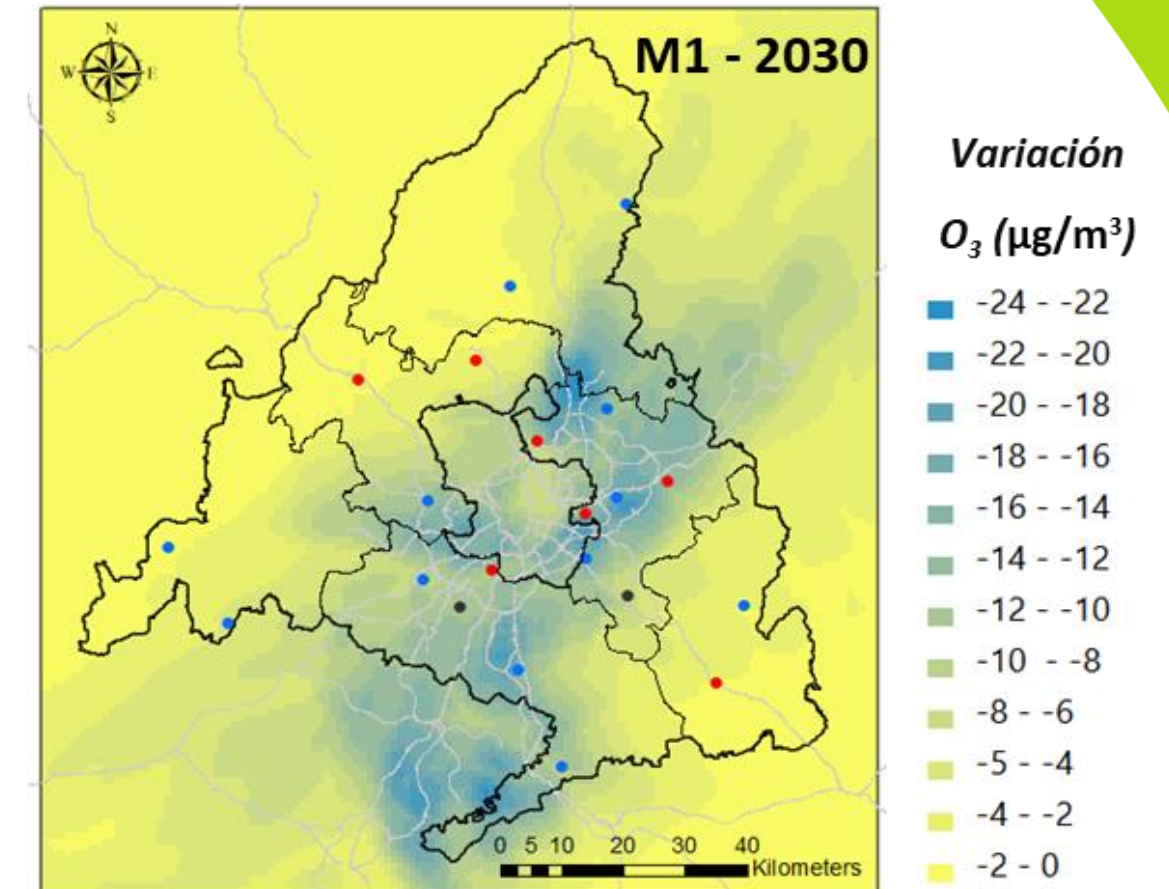


Imprentas (0604038888)

Reducciones promedio



Reducciones máximas



Periodo de simulación
28 Julio – 11 Agosto de 2018

Impacto de modificar el perfil de especiación
(D vs A)
(CM, 2023)



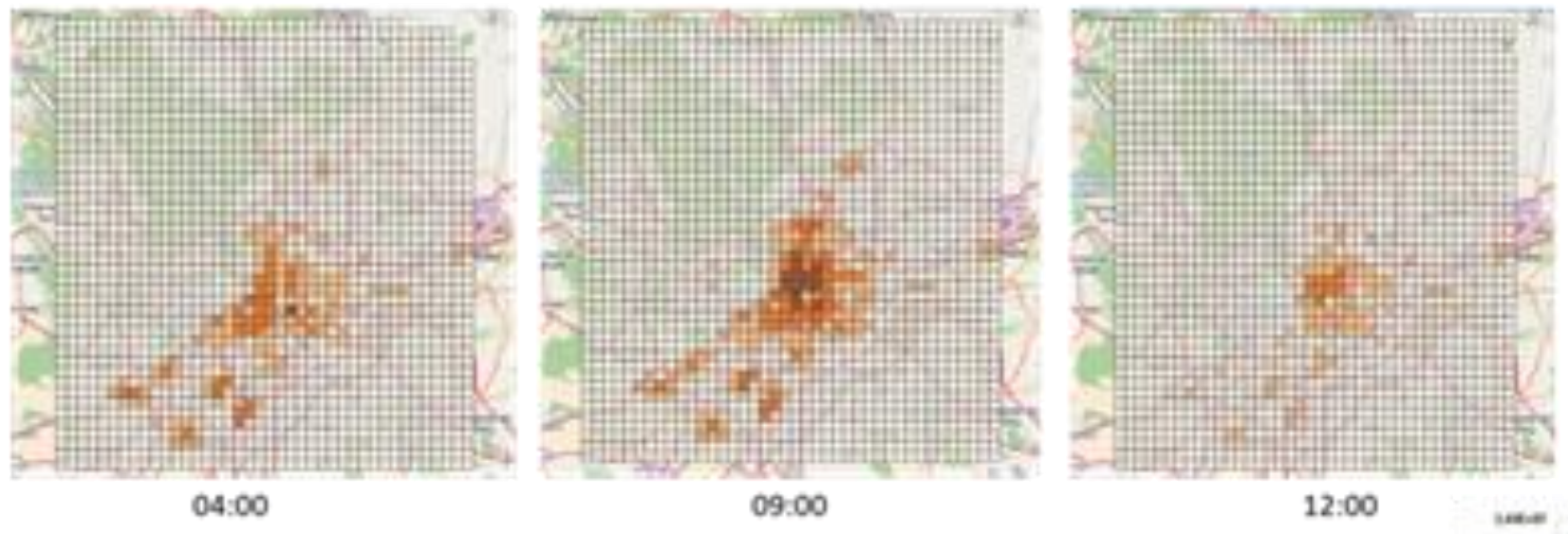
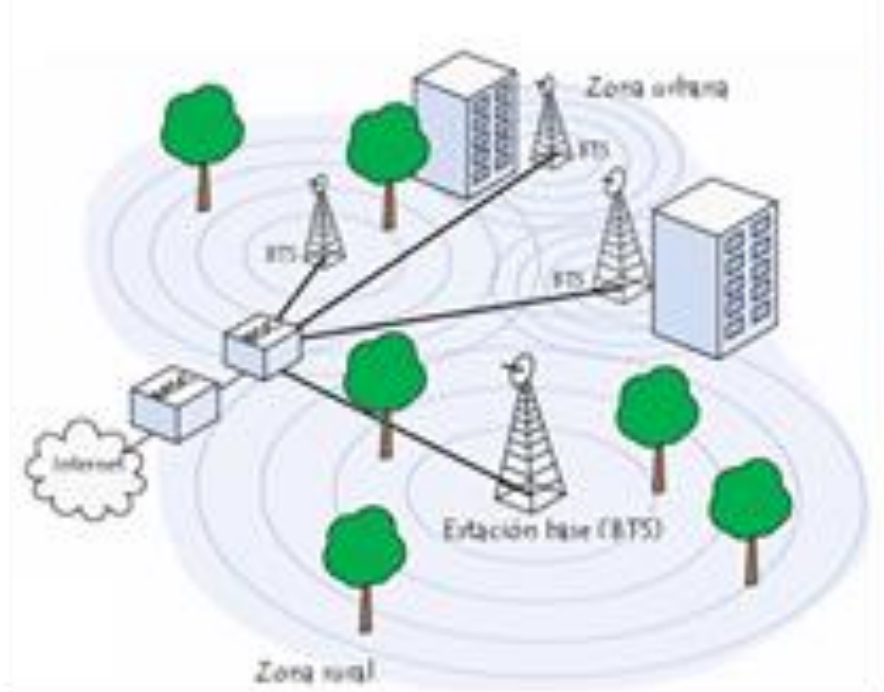
Variación CM 2030

Máximo (reducción) -1.4 µg/m³
Promedio (dominio) -0.2 µg/m³

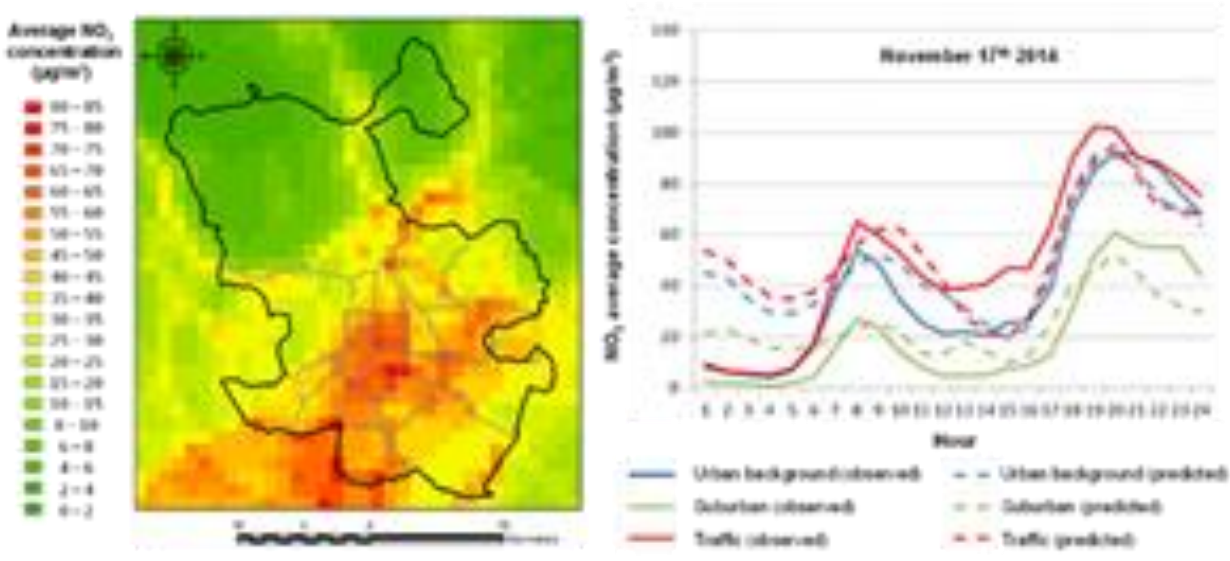
Variación CM 2030

Máximo (reducción) -24 µg/m³
Promedio (dominio) -4.5 µg/m³

→ Consistente con datos de movilidad/exposición

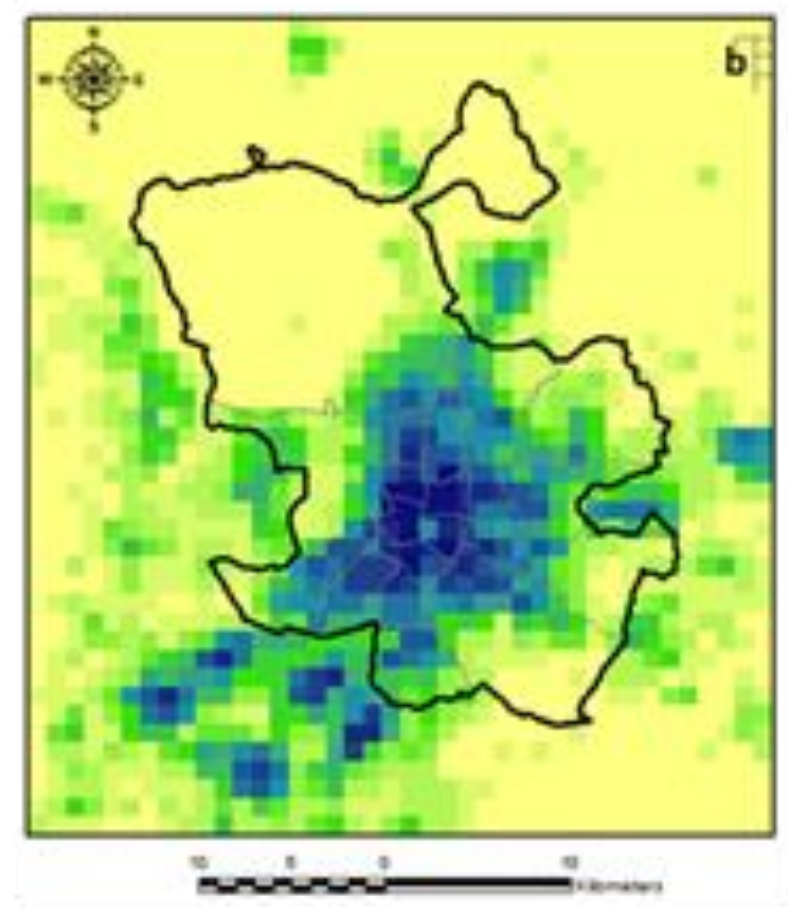


NOMMON



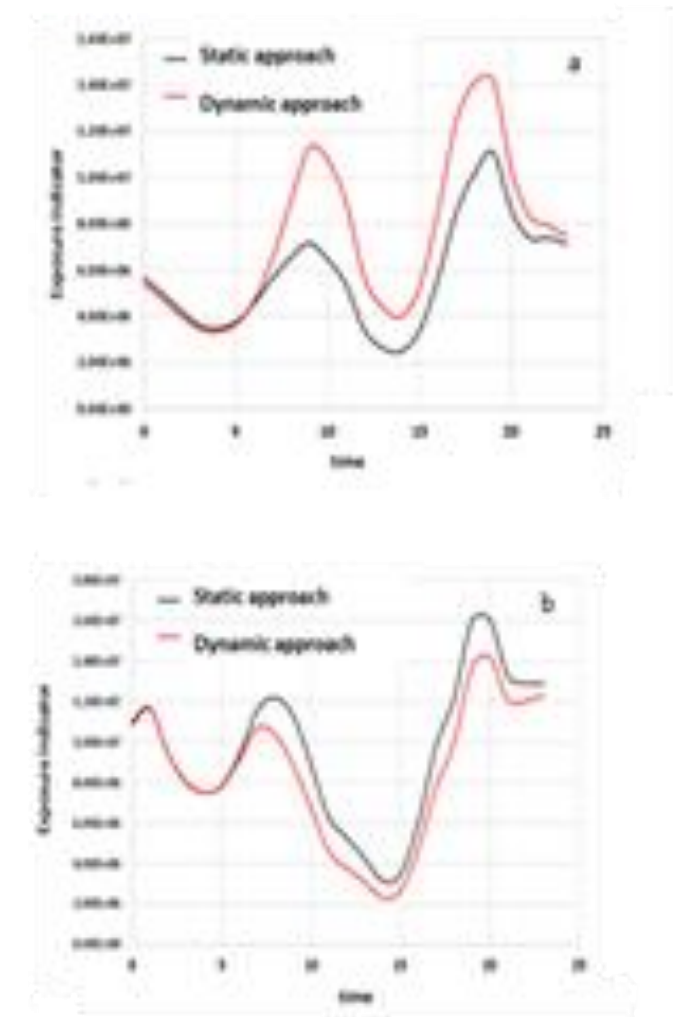
Picornell et al., (2019)

=



Exposición total diaria (µg·m³·persona·h)

- 254-123690
- 123690-375729
- 375729-758556
- 758556-1266267
- 1266267-1876790
- 1876790-2643267
- 2643267-3802939
- 3802939-5042830
- 5042830-6625096
- 6625096-8761646
- 8761646-12573176
- 12573176-17529836
- 17529836-24038337
- 24038337-32266337
- 32266337-44946025
- 44946025-80107793



→ Consistente con datos de movilidad/exposición

<https://simaddev.nommon.es/simad/exposure>

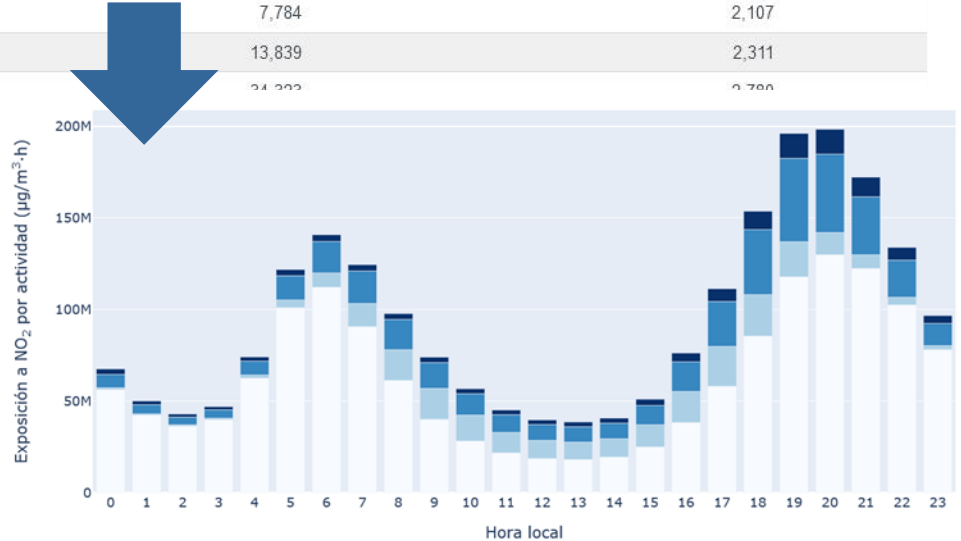
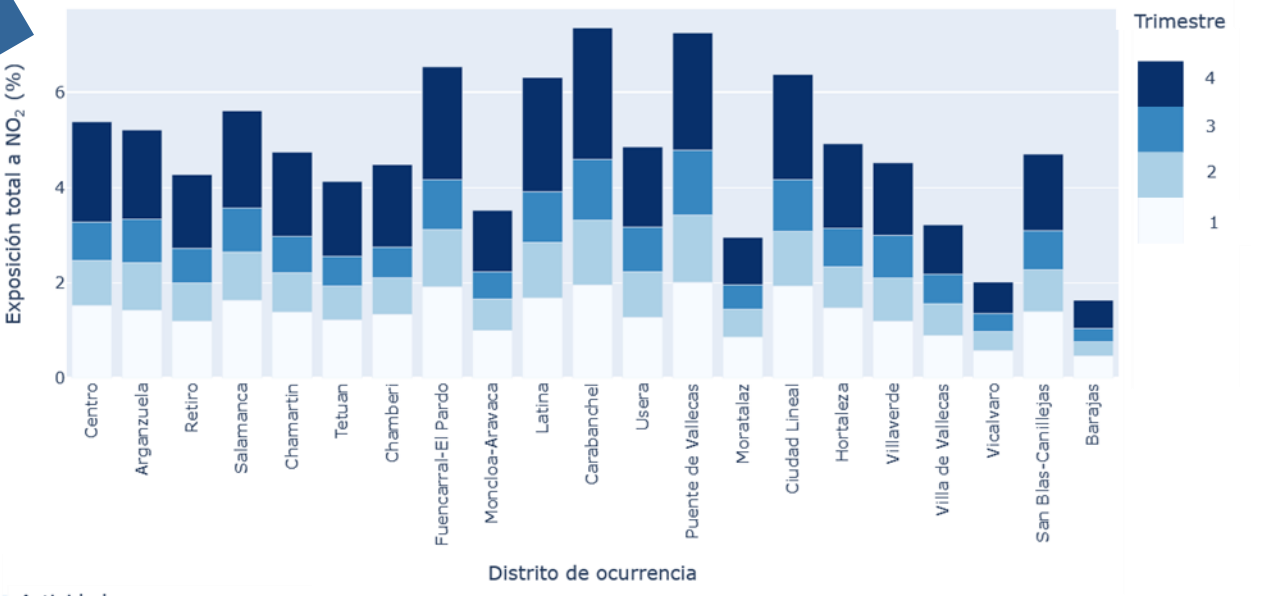
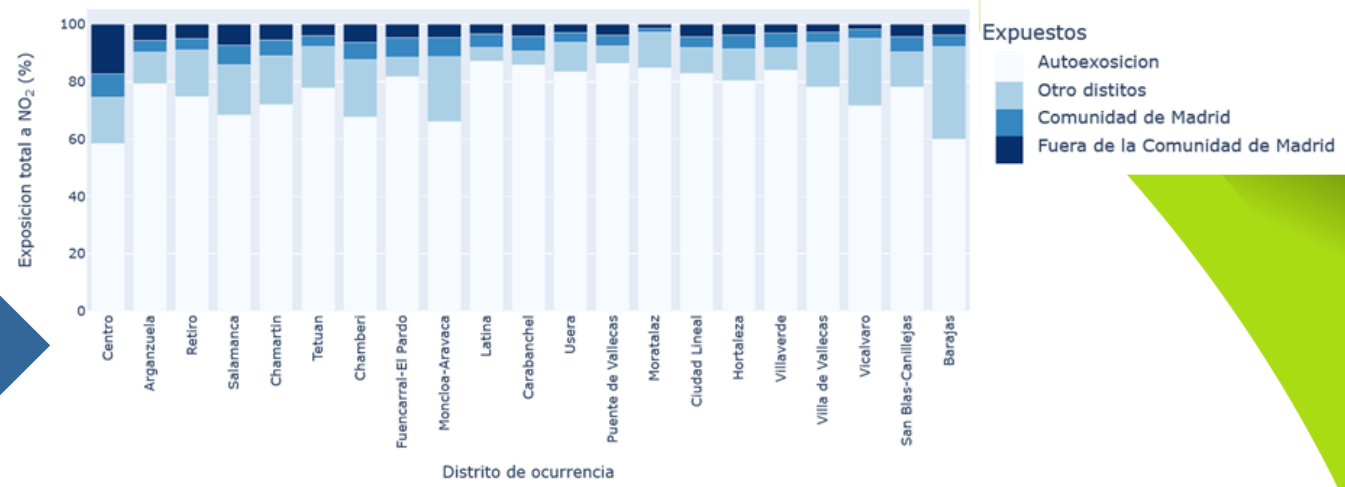
SIMAD CLIMA Y AIRE

Datos disponibles

Periodo: 2022-Q1, 2022-Q4 Contaminante: NO2 Género: Masculino y Femenino
 Edad: 0-24, 25-44, 45-64 y 65
 Propósito: Casa, Trabajo, Otras actividades frecuentes y Otras actividades no frecuentes

Desde: 2022-Q1
 Hasta: 2022-Q4
 Indicador: NO2
 Género: Masculino, Femenino
 Edad: 0-24, 25-44, 45-64, 65+
 Propósito: Casa, Trabajo, Otras frecuen...

Celda	Barrio	Distrito	Exposición media de NO2 (p.h x µg/m³)	Exposición media de Ozono (p.h x µg/m³)	Exposición media de PM2.5 (p.h x µg/m³)	Presencia media
27.367	Casco Histórico de Vallecas	Villa de Vallecas	517,658	1.347,456	220,966	
27.368	Casco Histórico de Vallecas	Villa de Vallecas	1,035	2,036	0,470	
27.369	Casco Histórico de Vallecas	Villa de Vallecas	5,540	7,784	2,107	
27.370	Casco Histórico de Vallecas	Villa de Vallecas	5,877	13,839	2,311	
27.371	Casco Histórico de Vallecas	Villa de Vallecas	3,261	24,222	2,700	
27.372	Villa de Vallecas	Villa de Vallecas	66,277,024			
Media			50.936,496			



Reflexiones finales

- Los inventarios de emisiones urbanas son una pieza clave para alcanzar los objetivos de calidad del aire (salud pública) y climáticos
- La aplicación de la nueva directiva implica la necesidad de evolucionar las técnicas de modelización, incluyendo los inventarios
- Posibilidad de hacerlo a través de su integración con nuevas fuentes de datos y otras aplicaciones (sistemas de observación, telefonía móvil, etc)
- Necesidad de mejorar los inventarios de VOCs (productos de consumo, etc)
- Una mejor documentación de los inventarios nacionales y regionales es fundamental para desarrollar e integrar mejor los inventarios de escala local

JORNADA

Calidad del Aire en España: Nuevos Retos

Nueva Directiva de Calidad del Aire

Gracias por vuestra Atención!

rafael.borge@upm.es