

# Modelización de benzo (a) pineno (BaP) en aire en España.

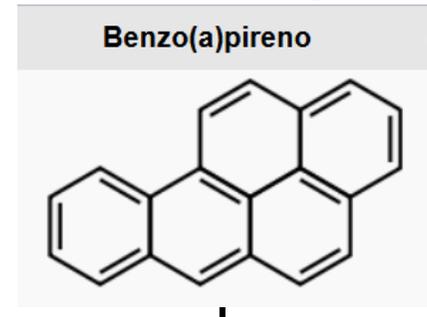
*Marta García Vivanco, Juan Luis Garrido, Mark Theobald,  
Victoria Gil, Fernando Martín*

Grupo de Modelización de la Contaminación Atmosférica



CIEMAT

- El benzo –alfa- pireno **BaP**, contaminante incluido en el grupo de **contaminantes orgánicos persistentes (COVs, POPs, persistent organic pollutant)**, es un **hidrocarburo policíclico aromático (PAH, polycyclic aromatic hydrocarbon)**. Se encuentra regulado en la Directiva 2004/107/CE y Real Decreto 102/2011). Valor objetivo: **1ng/m3 media anual**

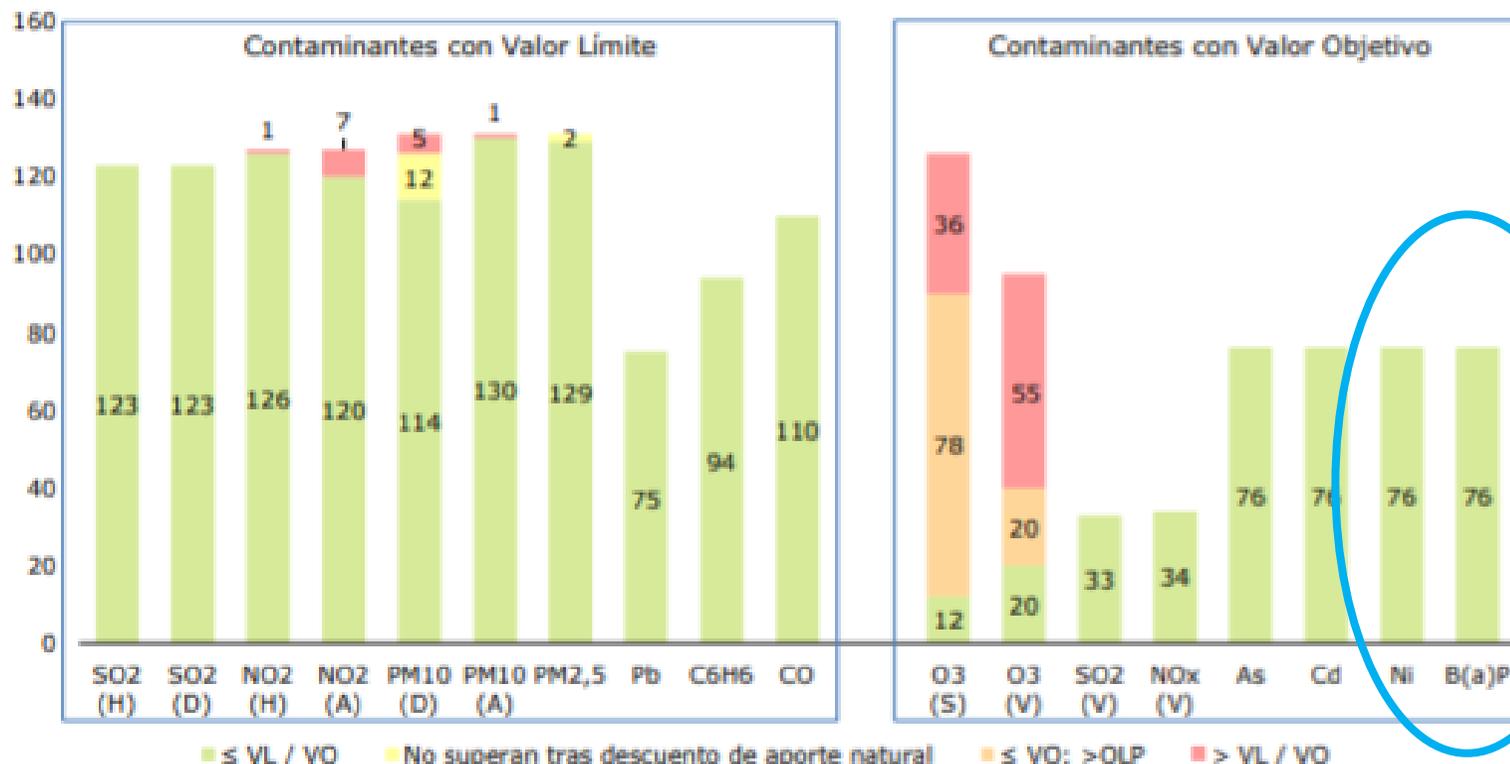


- Se produce por combustión incompleta entre 300 y 600 °C. Pueden ser emitidos a partir de la calefacción doméstica (en particular, quema de madera y carbón), quema de residuos, producción de coque y de acero, transporte, generación de energía, incineración de residuos o procesos naturales como los fuegos forestales.

# Superaciones en 2017 (fuente: MITECO, informe de Evaluación

Basado en observaciones

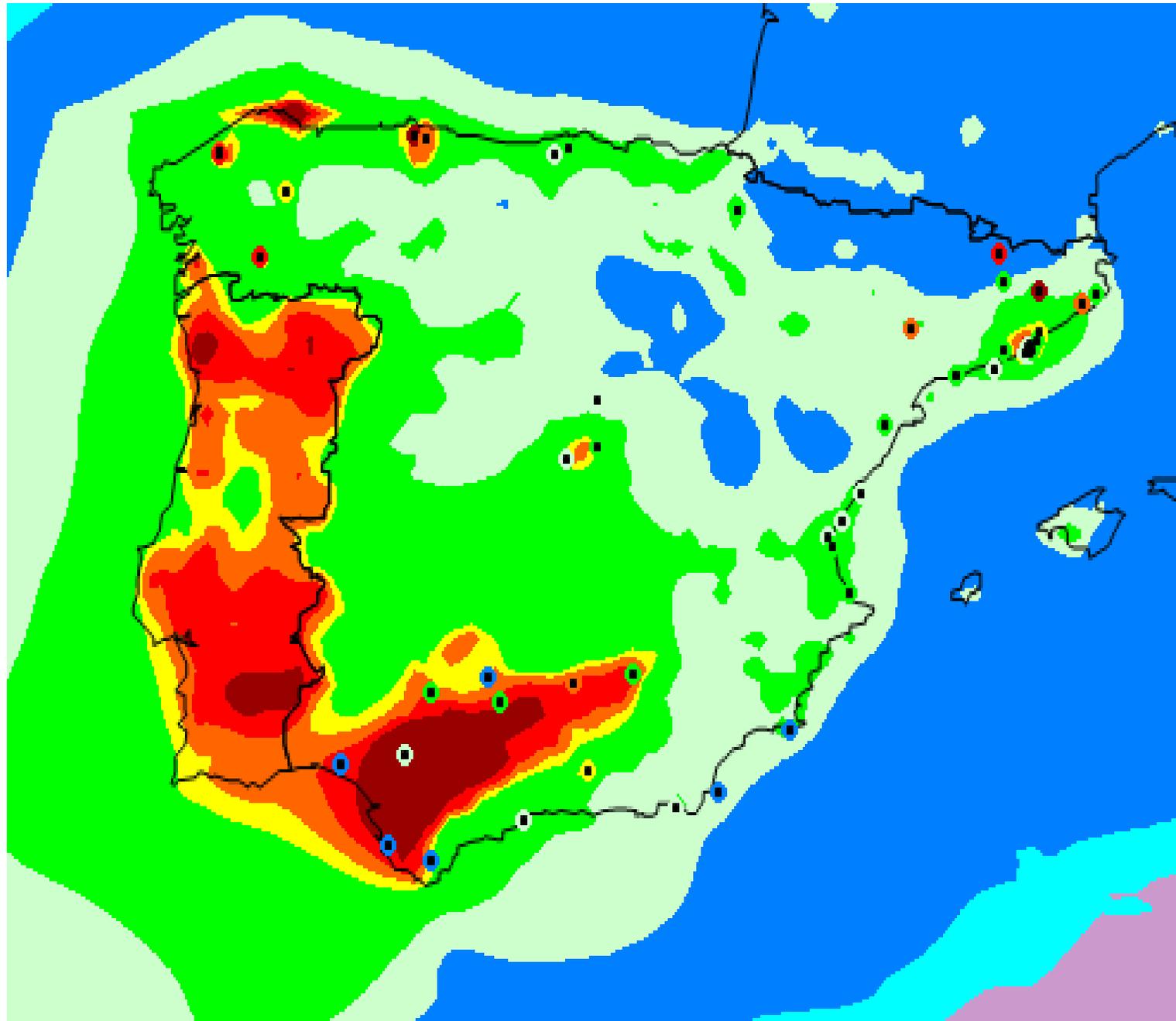
Resumen de las superaciones en 2017 por contaminante



Directiva : 1ng/m<sup>3</sup> para la media anual

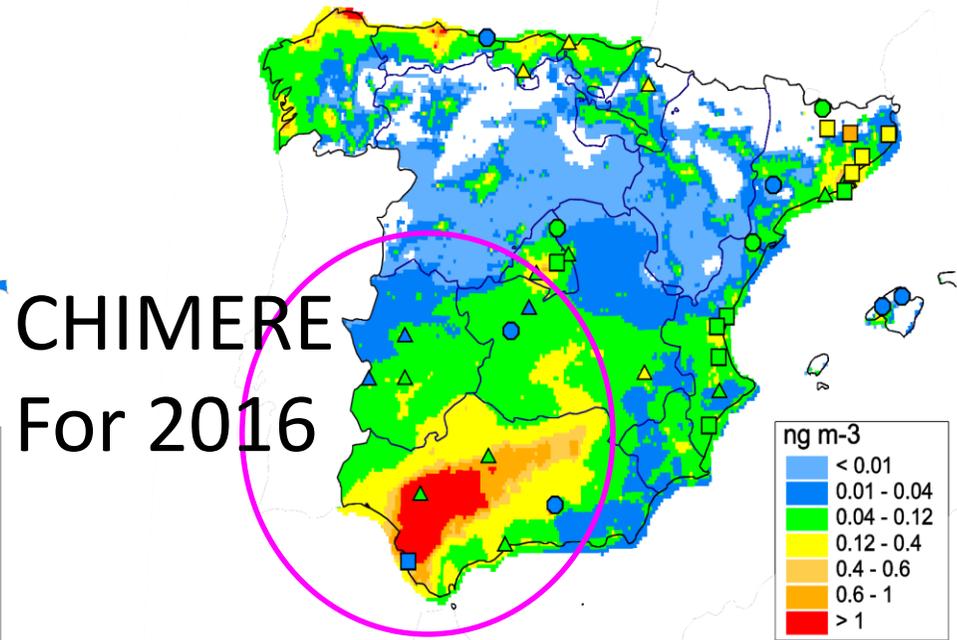
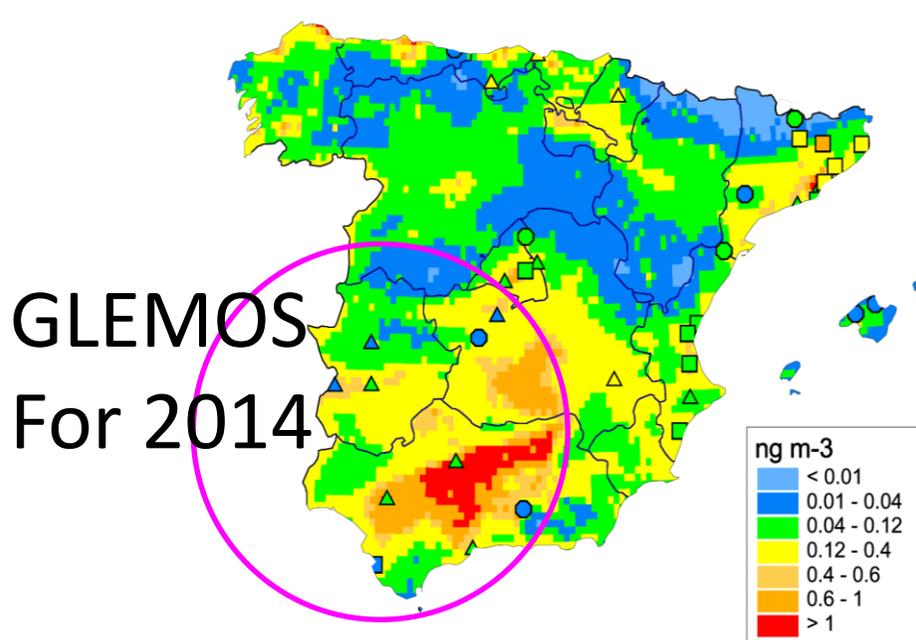
- Dentro de la Encargo de Encomienda de Gestión de Ministerio para la Transición Ecológica a CIEMAT de modelización de la calidad del aire se incluye la **evaluación de la calidad del aire mediante modelización** para este contaminante.
- Llama la atención la **sobreestimación de BaP en zonas de Andalucía**, comparando las salidas del modelo con las observaciones (**aunque hay grandes extensiones sin estaciones donde el modelo presenta altos valores**)

# Concentración de BaP modelizado con CHIMERE



- **Algo similar sucede con las estimaciones el modelo GLEMOS (MSC-EAST, centro EMEP).**
- *The co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (inofficially '**European Monitoring and Evaluation Programme**' = **EMEP**) is a scientifically based and policy driven programme under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) for international co-operation to solve transboundary air pollution problems.*

## 2 MODELOS: GLEMOS (EMEP-EAST) , CHIMERE (simulaciones realizadas por CIEMAT)



**Concentraciones muy altas sobre Andalucía según los modelos; las observaciones son más bajas.**

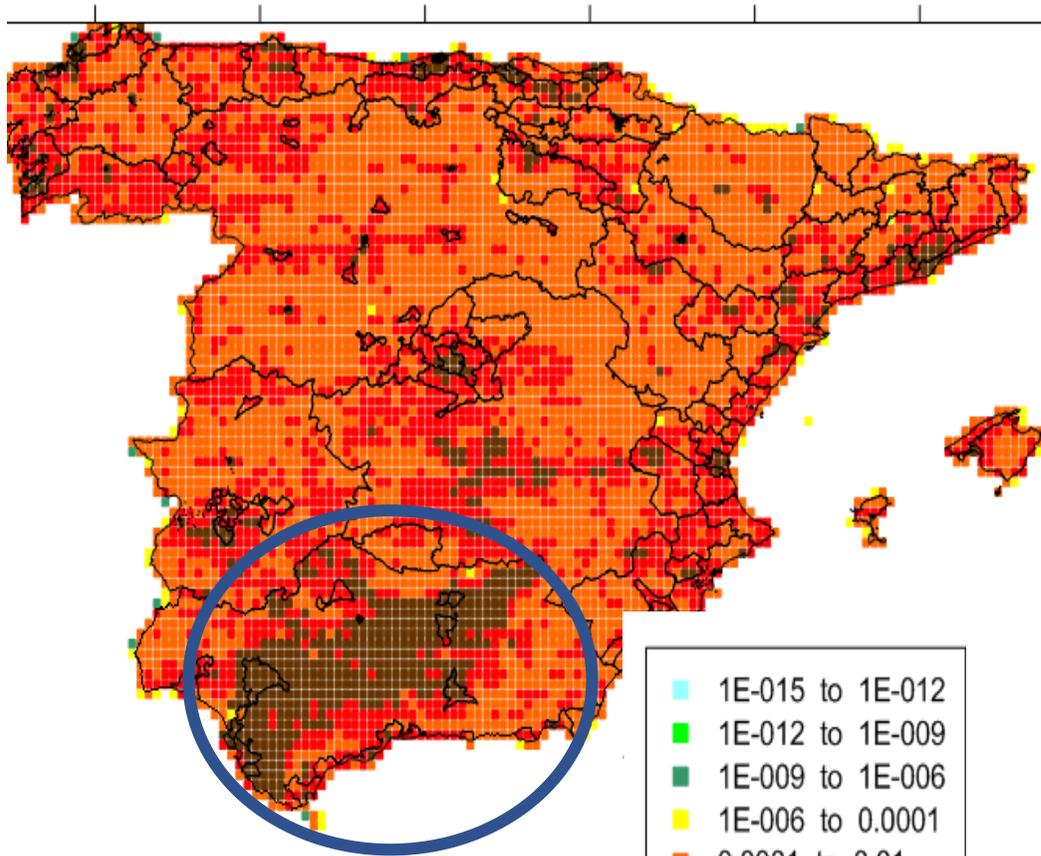
## Por qué:

- Problemas en los modelos?
- **Problemas en las emisiones?**
- Hay seguridad de que no haya valores altos en la zona de altos valores modelizados?

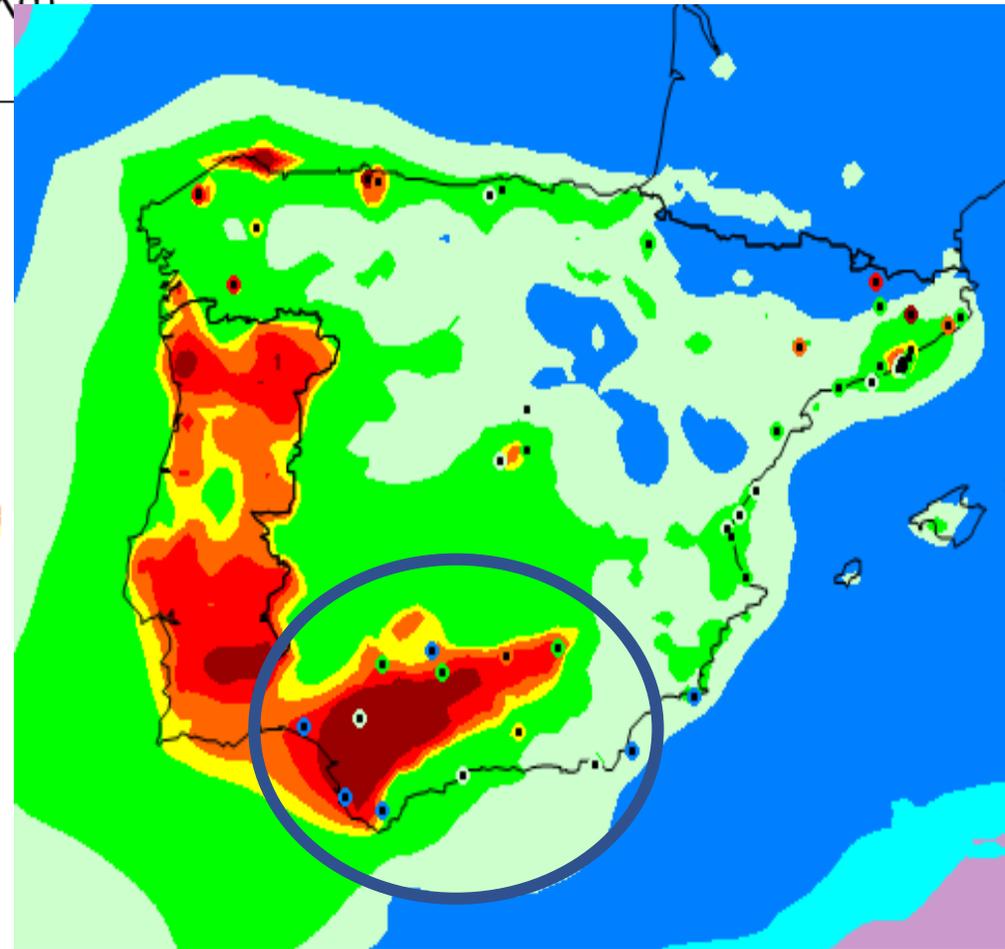
# EMISIONES

## Semejanza en términos de distribución espacial entre las emisiones y las concentraciones de BaP

Emisiones anuales nueva metodología PAH total 2015 (Kg)

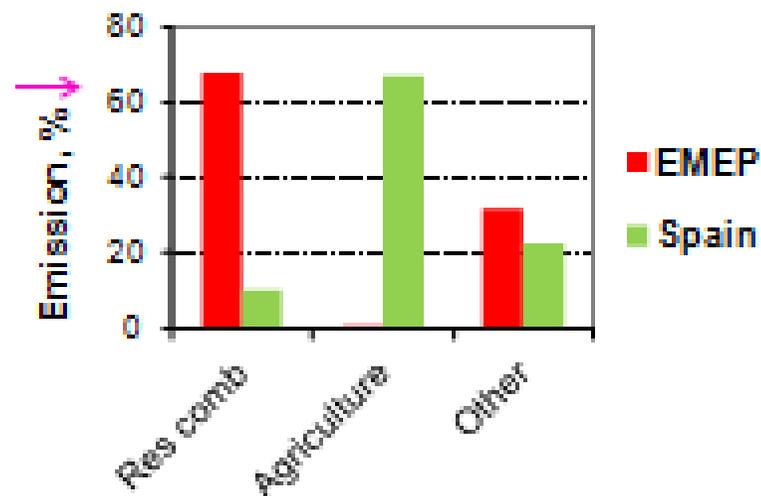


BaP BbF BkF IP



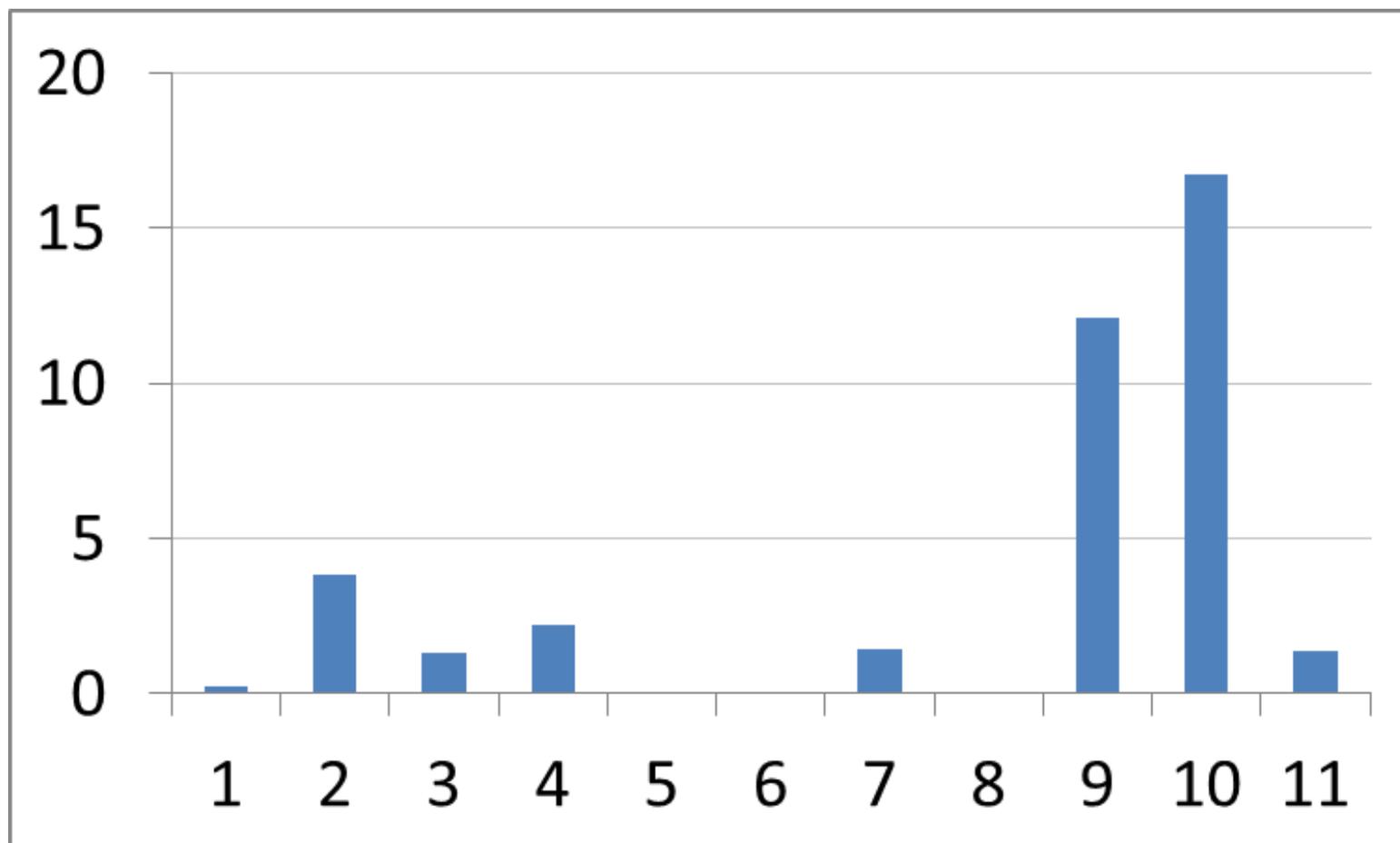
(Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno e Indeno(1,2,3-cg)pireno

- En España las emisiones más altas según INE son las **fuentes agrícolas**. Un **70%** de las emisiones de BaP (fuente INE) corresponde a la **quema de restos agrícolas**
  - rastrojos en campos (actividad 3F con el 45% de las emisiones)
  - restos de podas de vides, olivares y frutales (actividad 5C2 . “Tratamiento y eliminación de residuos. Incineración de residuos”, con el 25% de las emisiones).
- Las emisiones reportadas de combustión residencial son relativamente bajas. En la mayoría de países europeos la situación es inversa.



## Emisiones 4PAHs 2016

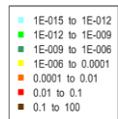
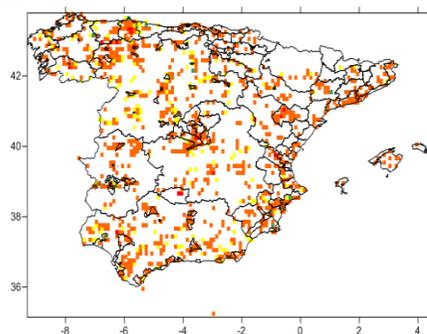
Mg/año



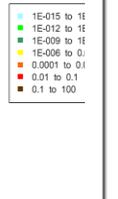
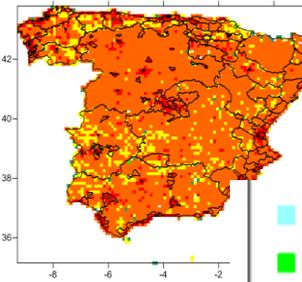
**SNAPS**

# PAH

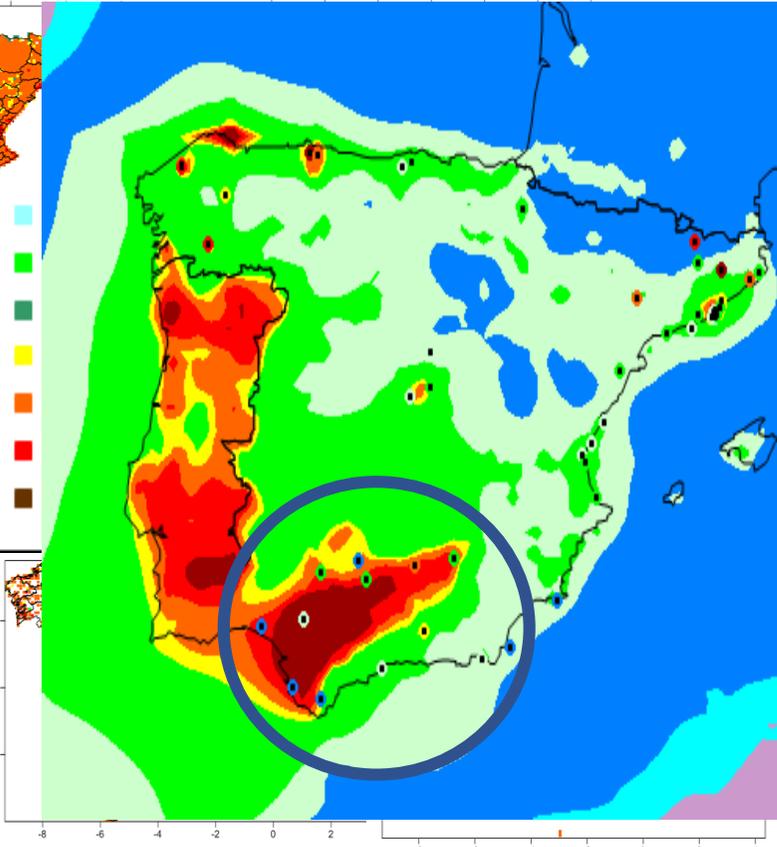
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap1 2014 y 2015 (Kg)



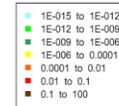
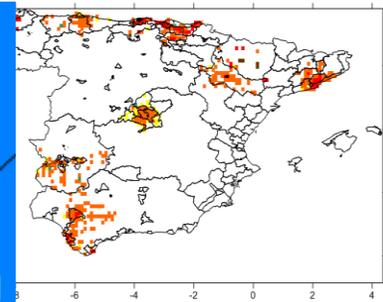
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap2 2014 y 2015 (Kg)



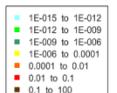
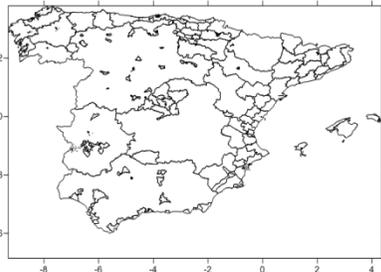
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap3 2014 y 2015 (Kg)



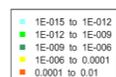
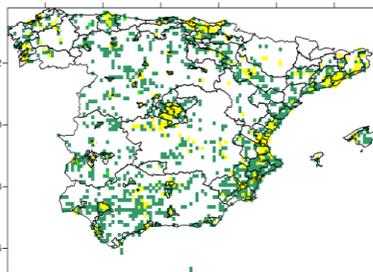
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap4 2014 y 2015 (Kg)



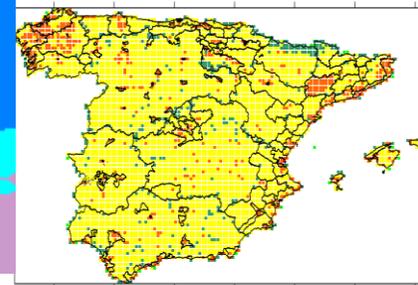
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap5 2014 y 2015 (Kg)



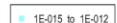
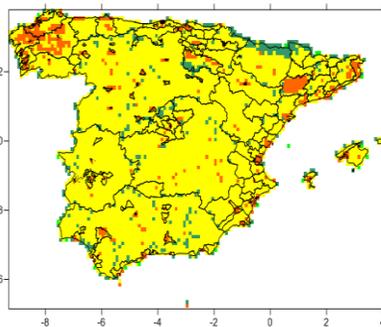
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap6 :



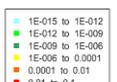
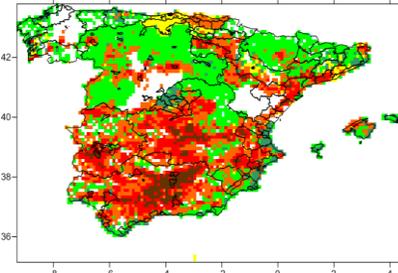
Emissiones anuales PAH Snap8 2013 y 2014 (Kg)



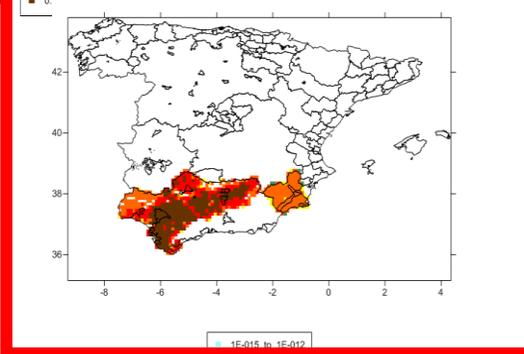
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap8 2014 y 2015 (Kg)



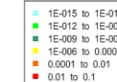
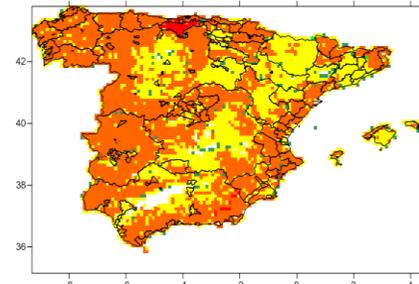
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap9 2014 y 2015 (Kg)



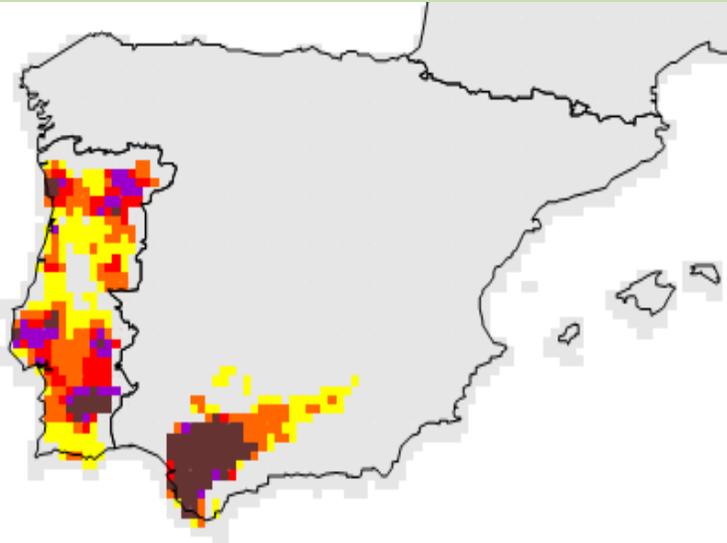
Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap10 2014 y 2015 (Kg)



Emissiones anuales nueva metodología PAH Snap11 2014 y 2015 (Kg)



Mapa de emisiones de la actividad SNAP 10.3.5 (Quema de **Burning of herbaceous agricultural crop residues**)

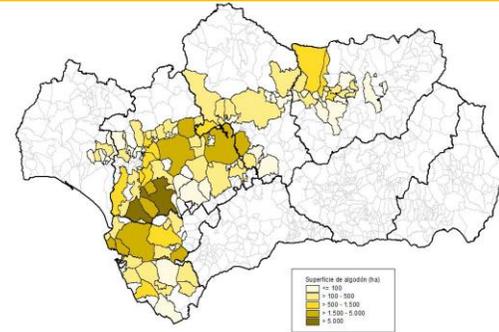


**Cálculo de estas emisiones de BaP 10.3.5:**

**3F. FIELD BURNING OF AGRICULTURAL WASTES**

**El algodón** ha sido uno de los principales cultivos en el Bajo Guadalquivir.

Grecia, y en segundo lugar, España, son los productores en la UE.



Zonas de cultivo de algodón

	Activities considered	
	3.F.	
SNAP 97	100301	Cereals
	100302	Pulses

# Cálculo de emisiones de BaP 10.3.5 (Fuente MITECO, )

- La principal fuente de BaP en Andalucía: la **quema de restos de cultivo de algodón (residuos de la cosecha que no sujetos a tierra, que pueden ser almacenados en áreas pequeñas donde se queman)**
- Las emisiones se calculan según las guías **EMEP/EEA 2016** (Metodología para el Nivel 1, Sección 3.F, Subsección 3, Tabla 3-1).

$$L_{\text{fire}} = A * M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$$

- A: Área quemada (Ha). Basado en el área cultivada, multiplicada por la fracción quemada para cada tipo de cultivo (0.333, expert criterium)
- $M_B$ : Masa combustible disponible para la combustión (tones  $\text{ha}^{-1}$ )
- $C_f$ : Factor de combustión, con valores en Box **2.6, sección 2.4 IPCC 2006 Guidelines** (adapted table below, Table 1).
- $G_{\text{ef}}$  Factor de emisión, (masa de contaminantes /kg de masa seca quemada).  
Values extracted from the EMEP/EEA 2016 guidelines Table 3-1, subsection 3 in Section 3.F Table 3-1 (Jenkins et al. 1996)

# Ejemplo para 2015

Información aportada por el Ministerio de Transición Ecológica (MITECO)

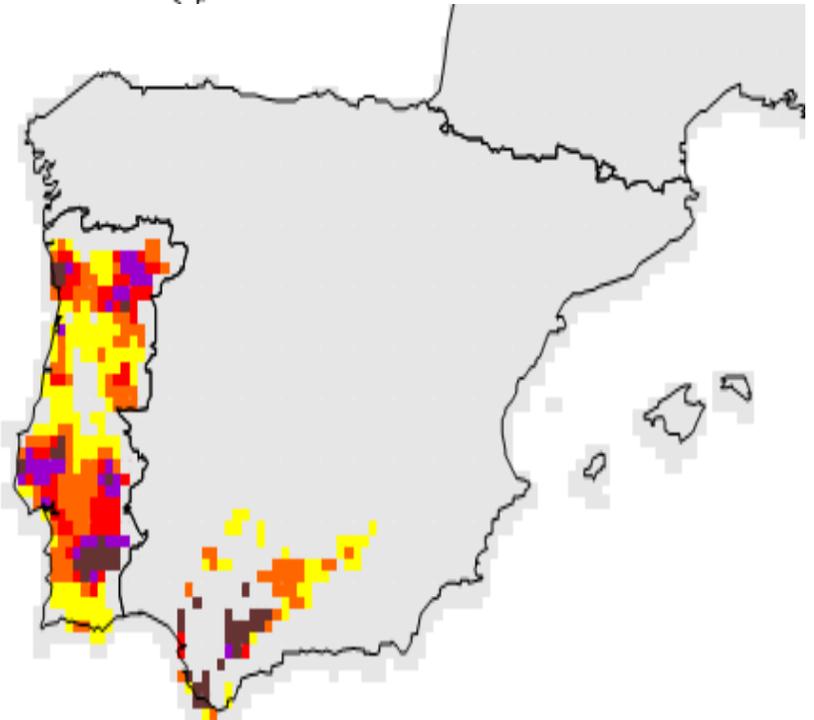
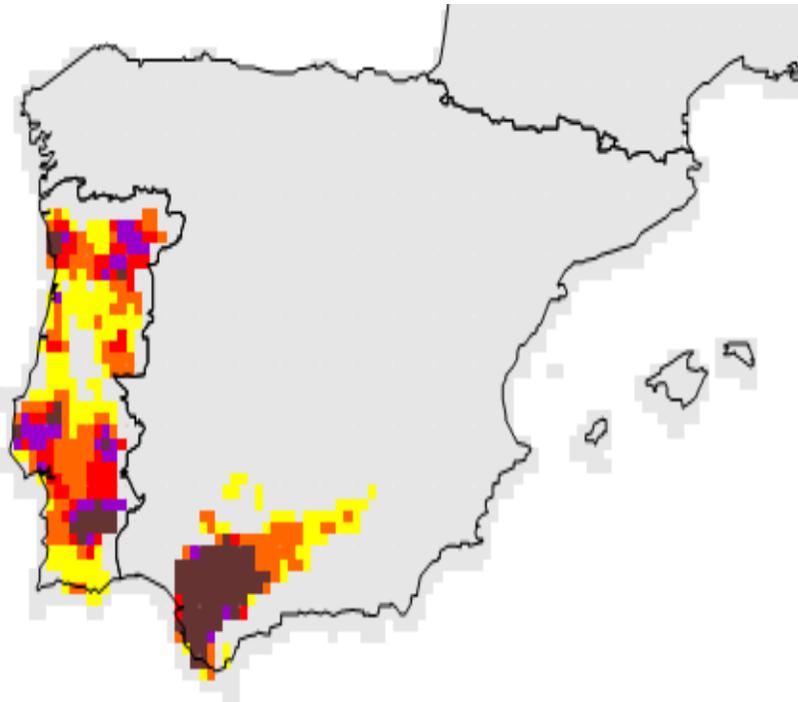
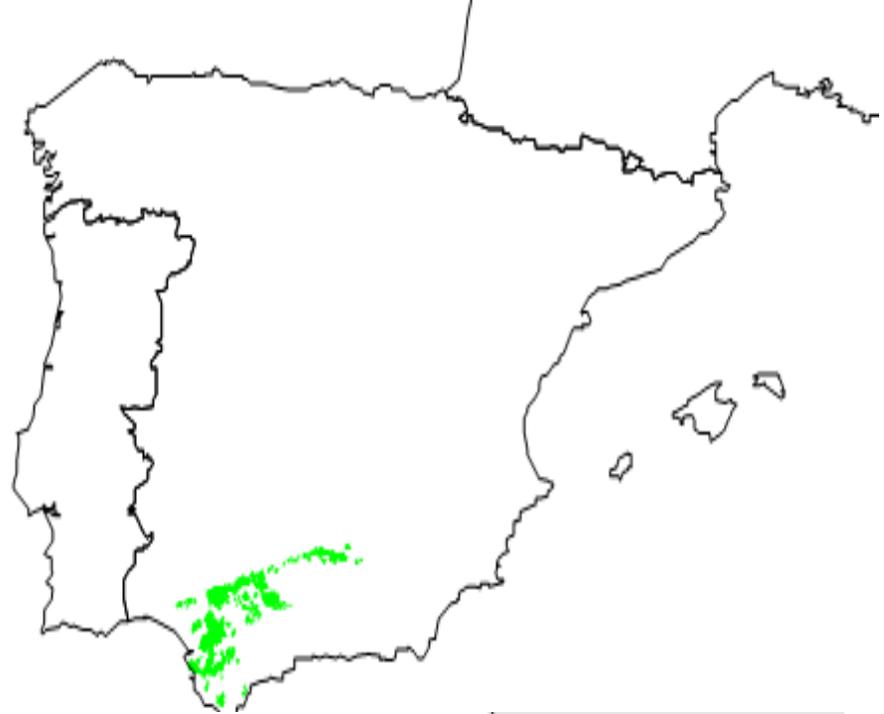
$$L_{\text{fire}} = A * M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$$

Año	Cultivo	Area cultivada (ha)	Fracción quemada	Área quemada(ha)	$M_B * C_f$ (t/ha)	Emisiones (t)
2015	Cotton	74.265	0,333	24.730,24	14,3	353.642

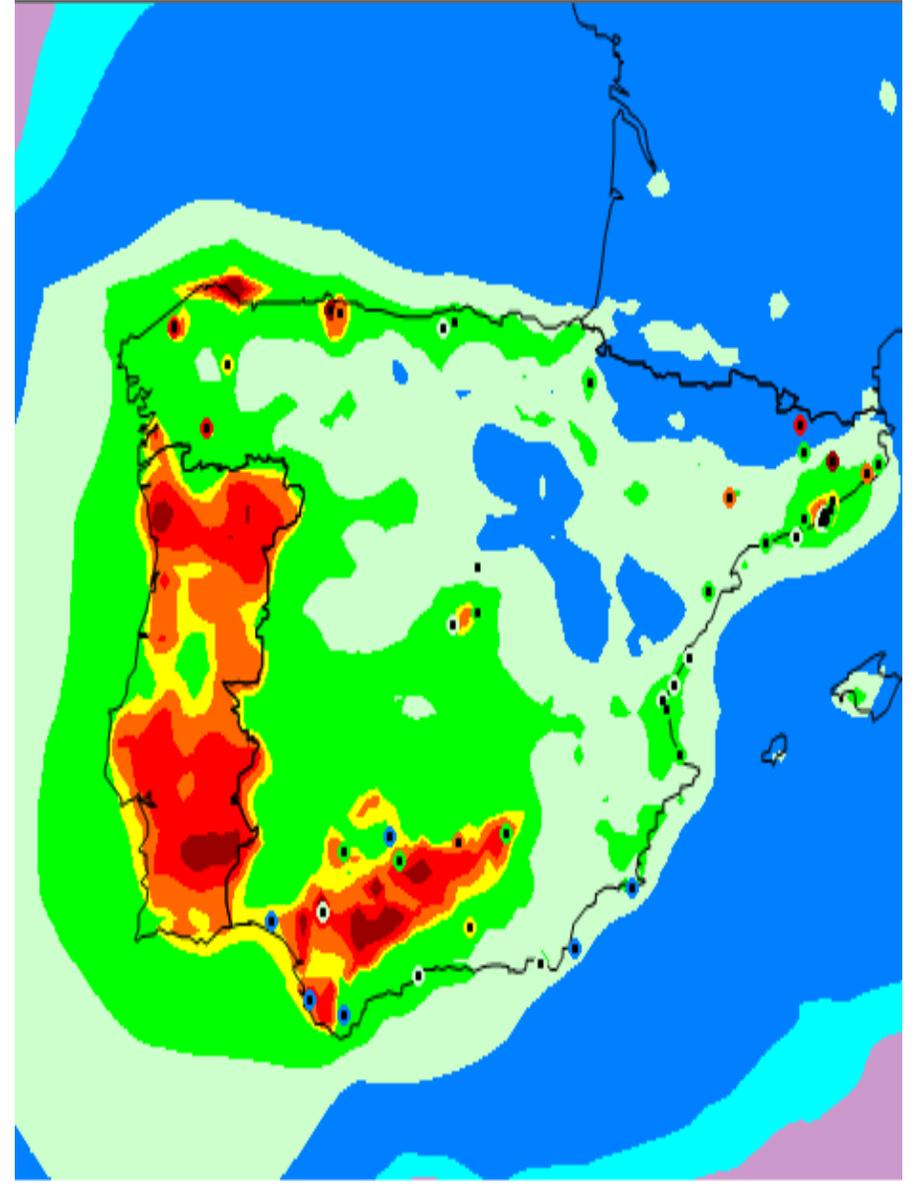
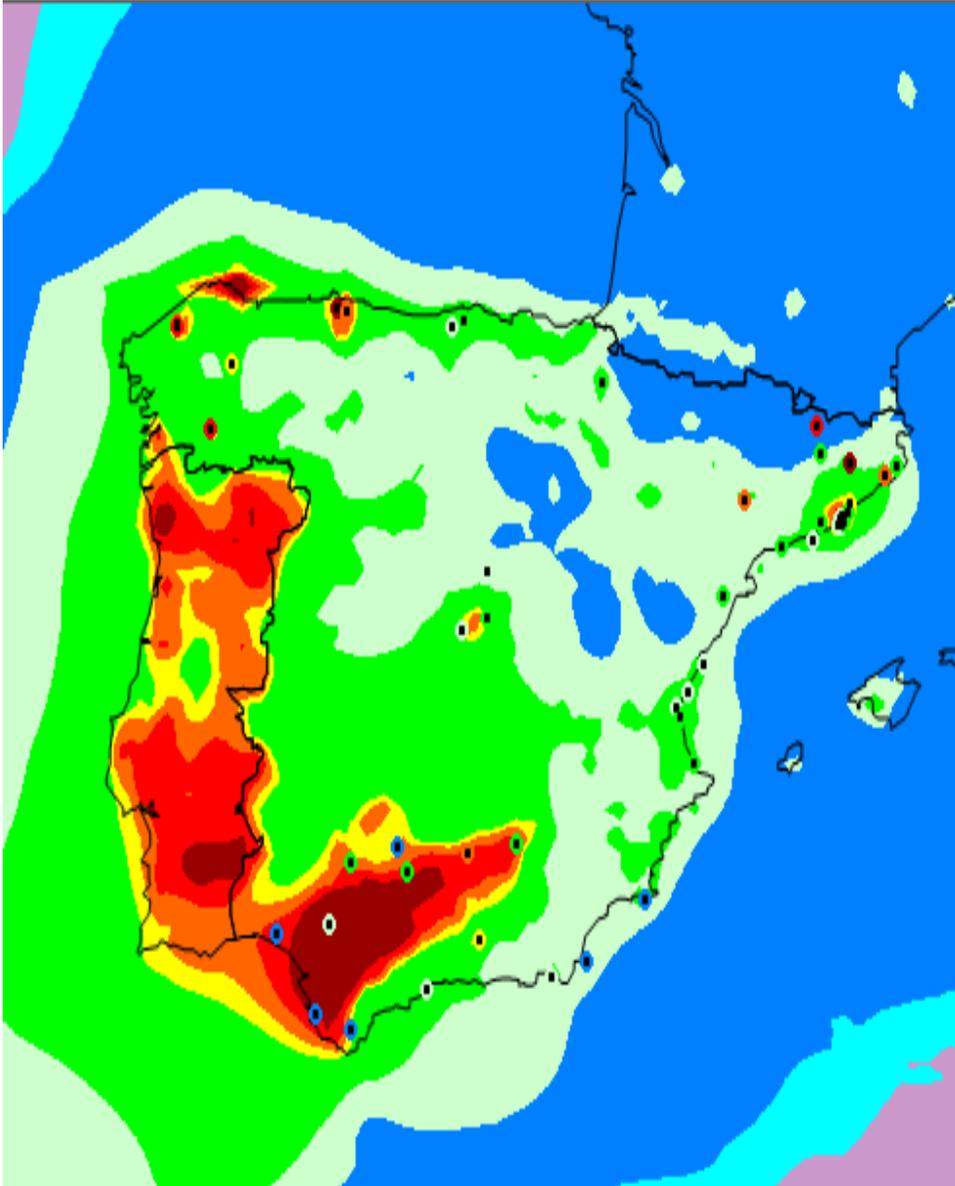
## Incertidumbres:

- $M_B * C_f$ : La Tabla 2.27 de la guía **no incluye valores específicos para el algodón** en la categoría de restos agrícolas (información sobre wheat, maize, rice residues, sugarcane). Se tomó en el inventario nacional el valor “14.3” asignado a la categoría de vegetación **All Shrublands - rastrojos** (criterio de experto).
- **A**: Área se estimaba en función del área cultivada. **Sin embargo muchas parcelas se han acogido a un sistema de producción integrada, en las que nos se producen quemas, y que constituyen el 85% de las parcelas.** Las emisiones calculadas en base al área cultivada están sobreestimadas?
- $G_{\text{ef}}$ : Los factores de emisión no están definidos para el algodón.

Parcelas que participan en el programa de sistemas de producción integrada (por tanto se supone que no hay quemadas). Suprimimos emisiones 10.3.5)

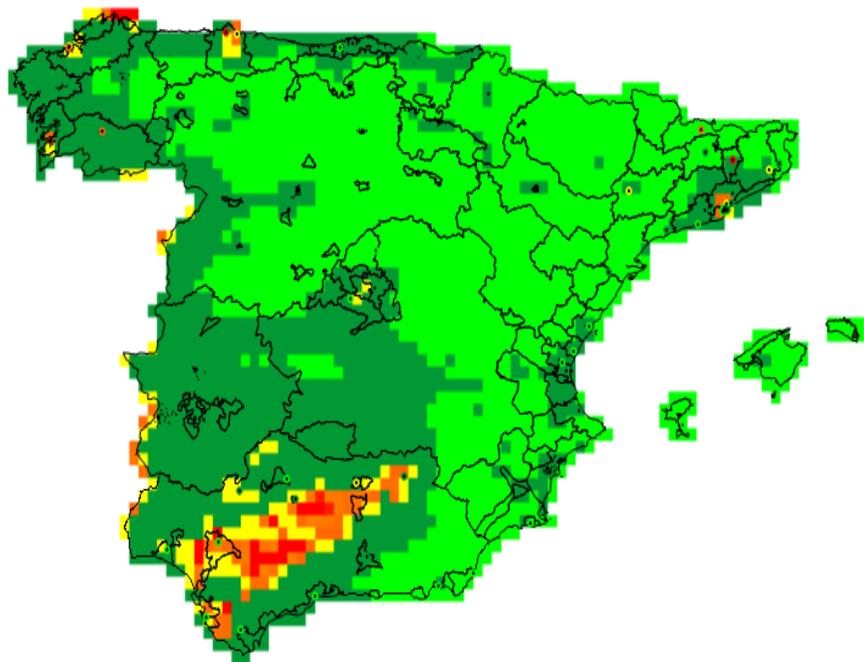


BaP modelizado con CHIMERE con las emisiones originales (izda) y emisiones modificadas (suprimiendo emisiones en celdas con parcelas de producción integrada (dcha).



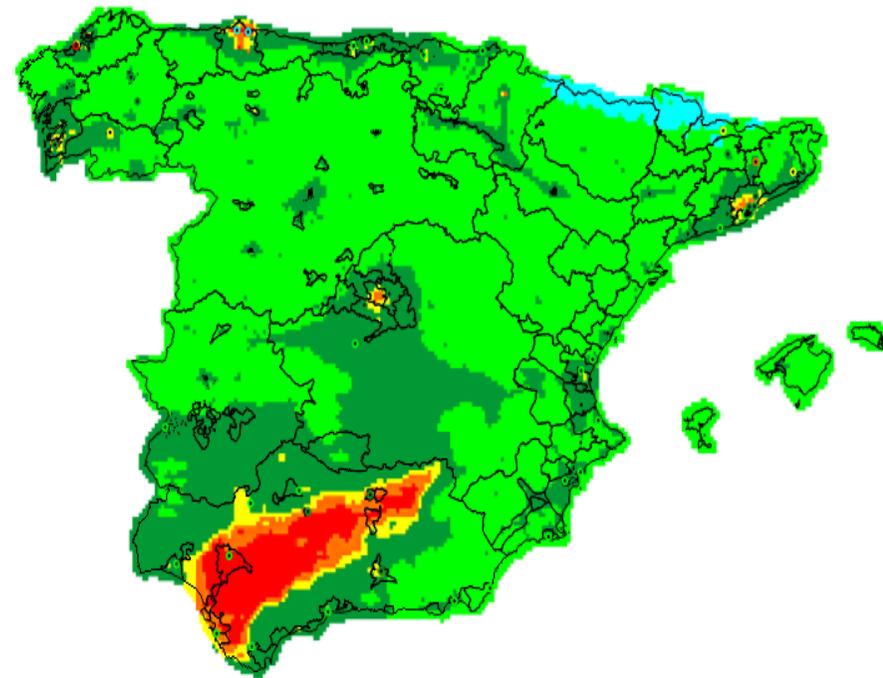
2017 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)

---



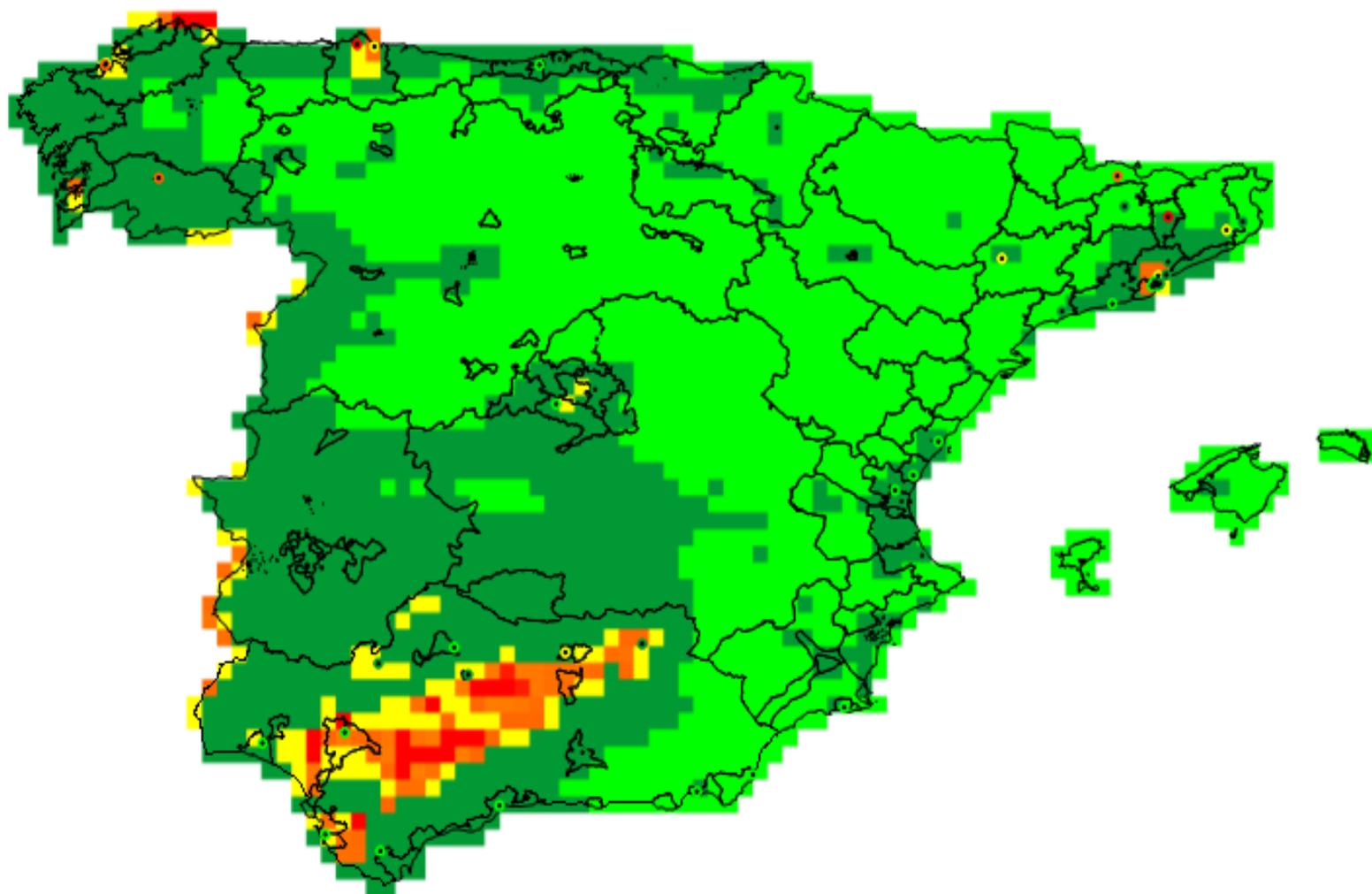
2018 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)

---



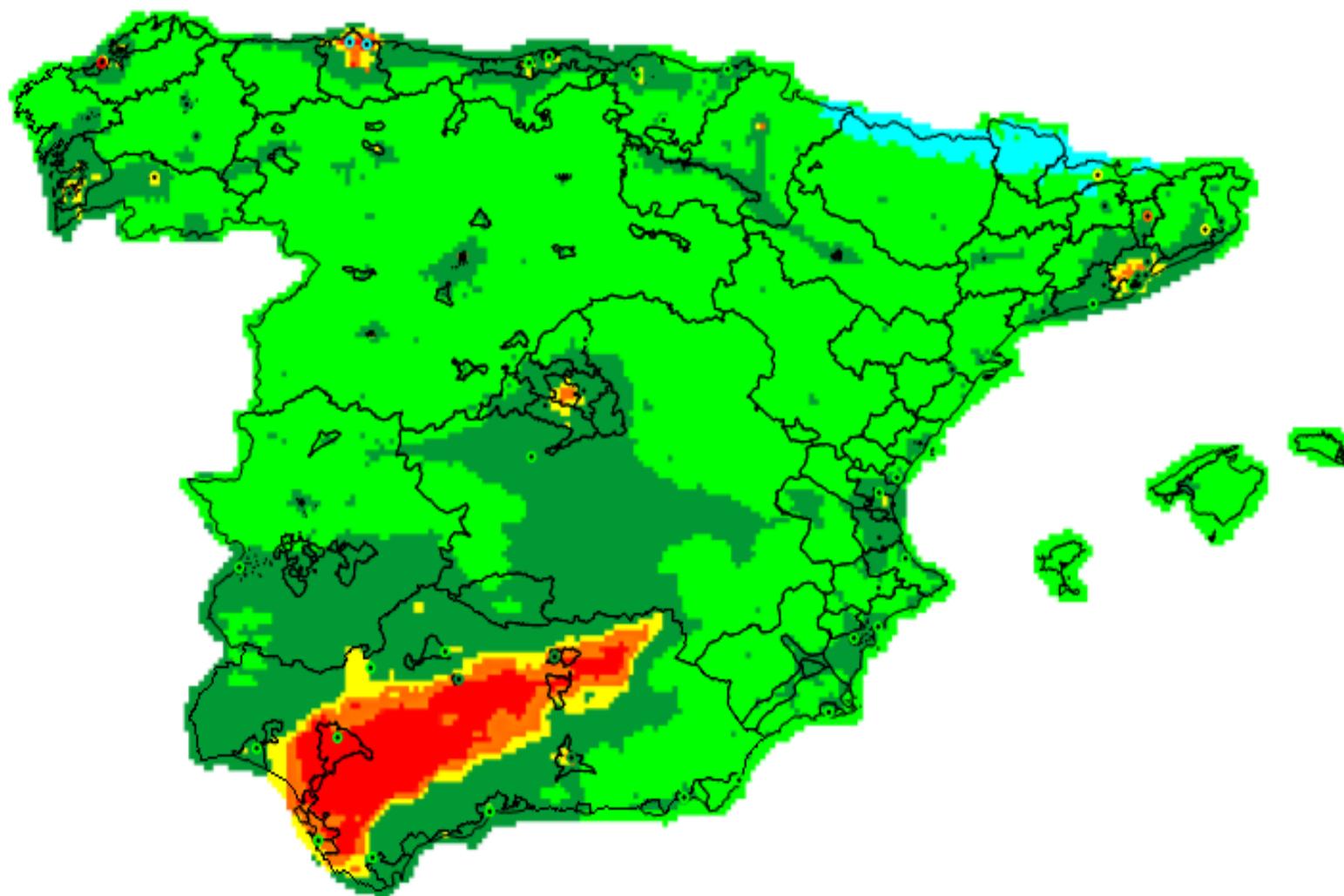
# 2017 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)

---

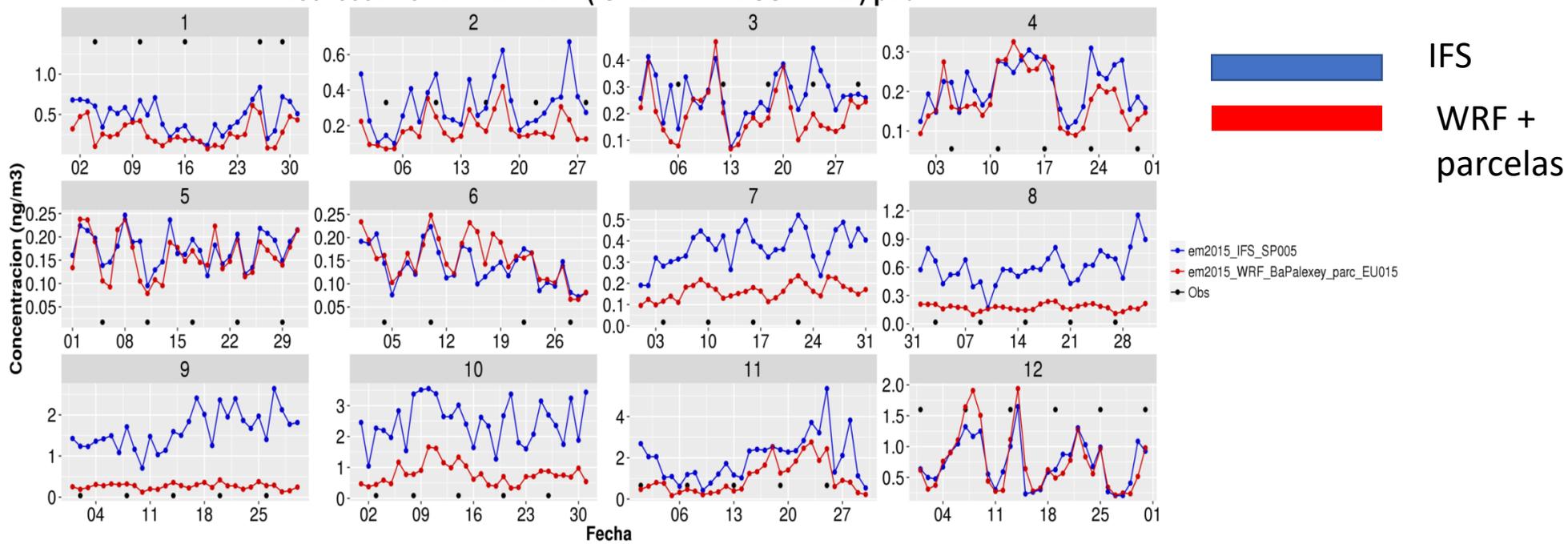


# 2018 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)

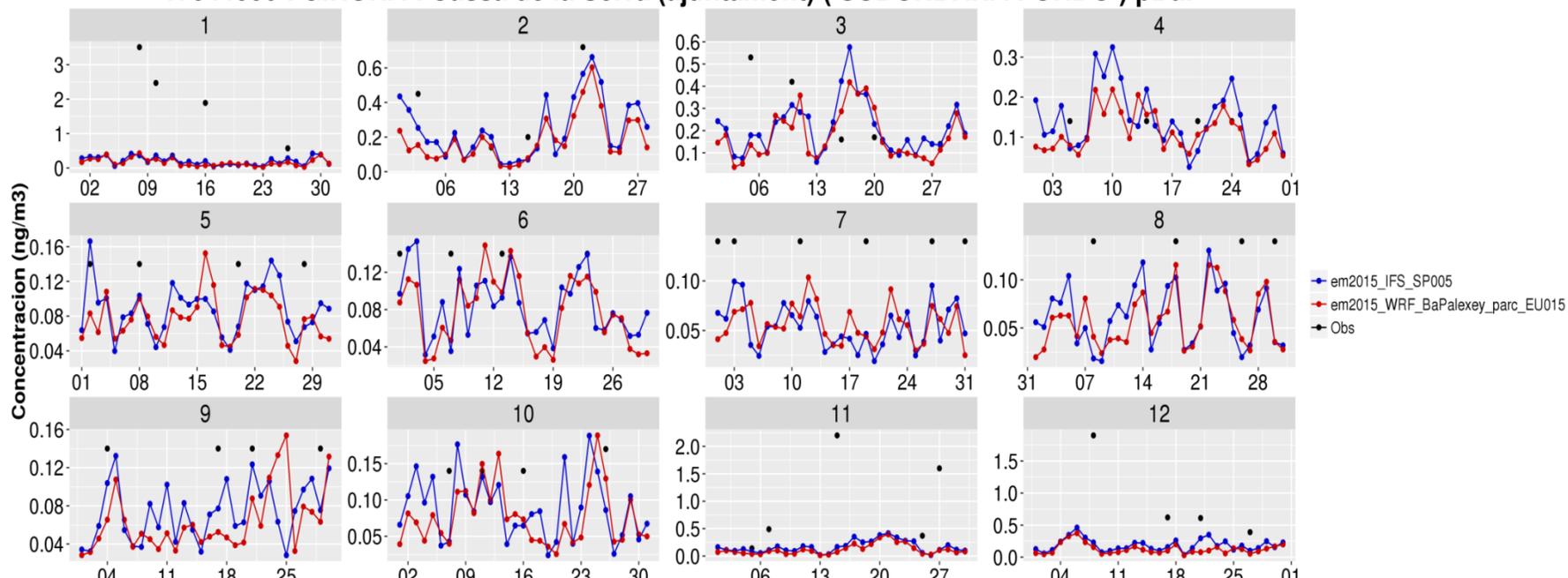
---



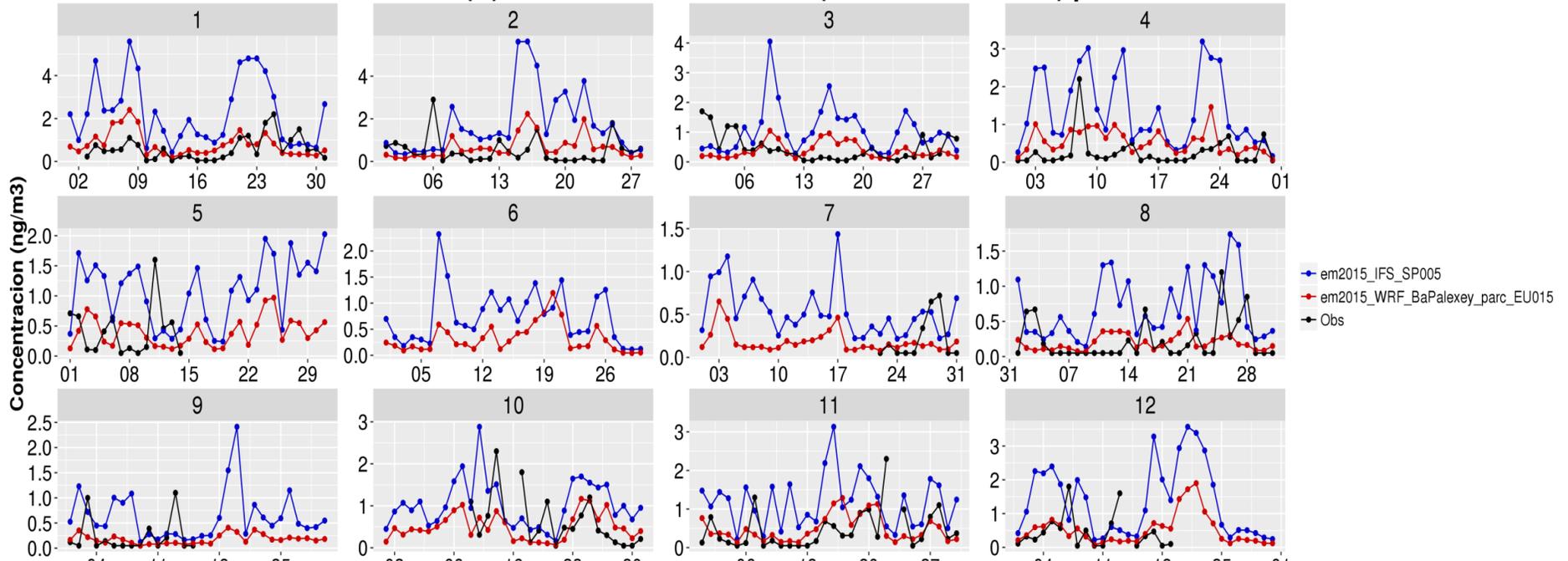
## 23010002 : JAÉN : BAILÉN ( URBANA INDUSTRIAL ) pBaP



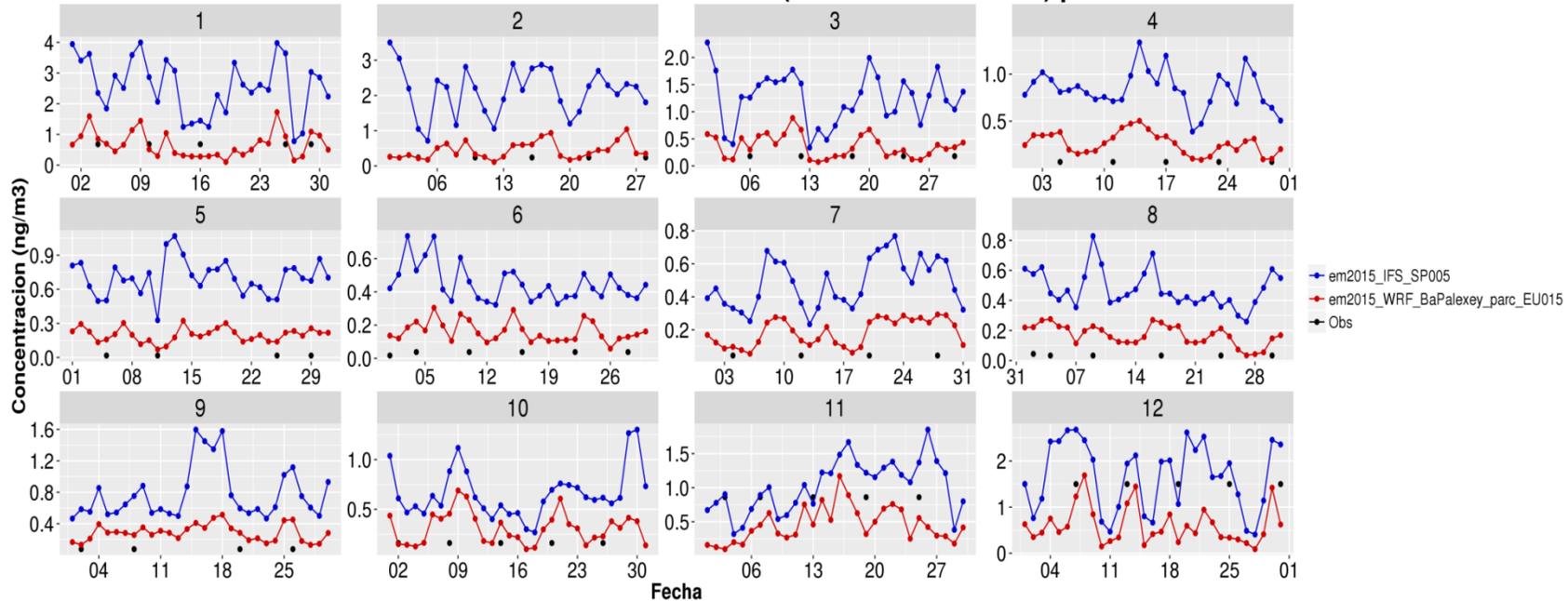
## 17044006 : GIRONA : Cassà de la Selva (ajuntament) ( SUBURBANA FONDO ) pBaP



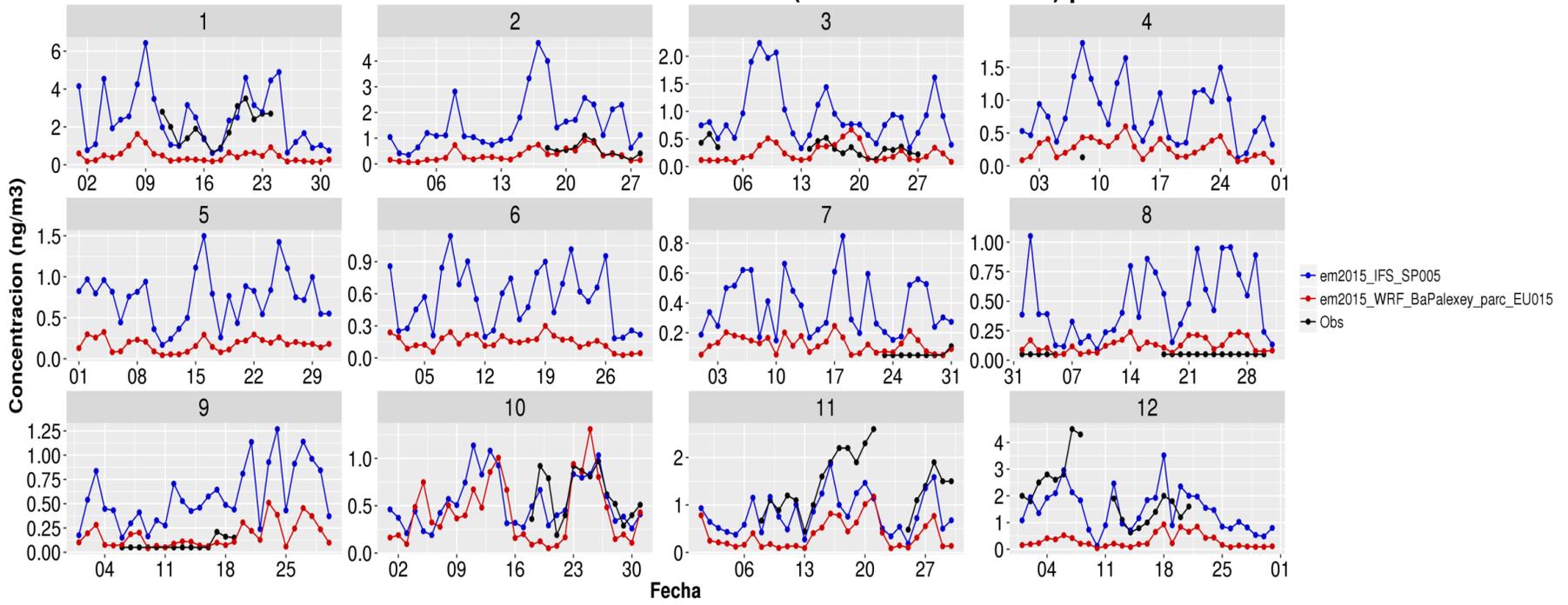
# 15030027 : CORUÑA (A) : TORRE DE HÉRCULES ( URBANA FONDO ) pBaP



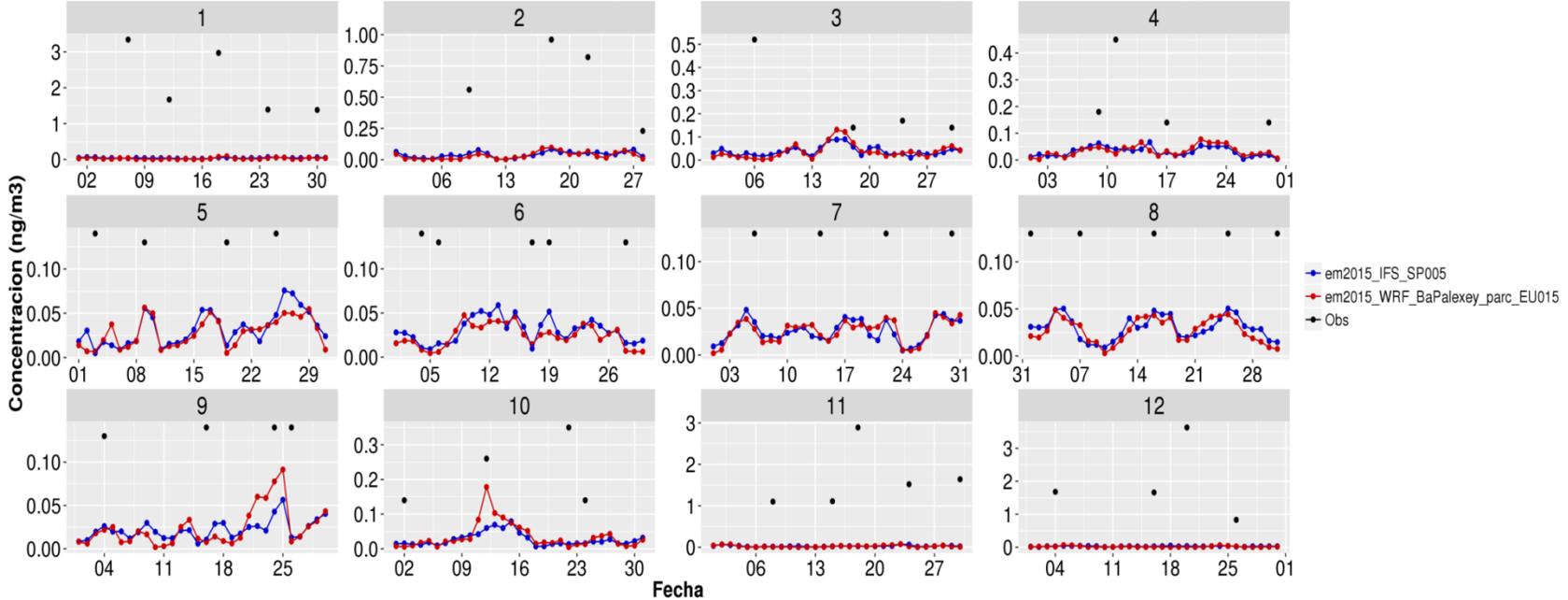
# 18087007 : GRANADA : GRANADA - NORTE ( URBANA TRAFICO ) pBaP



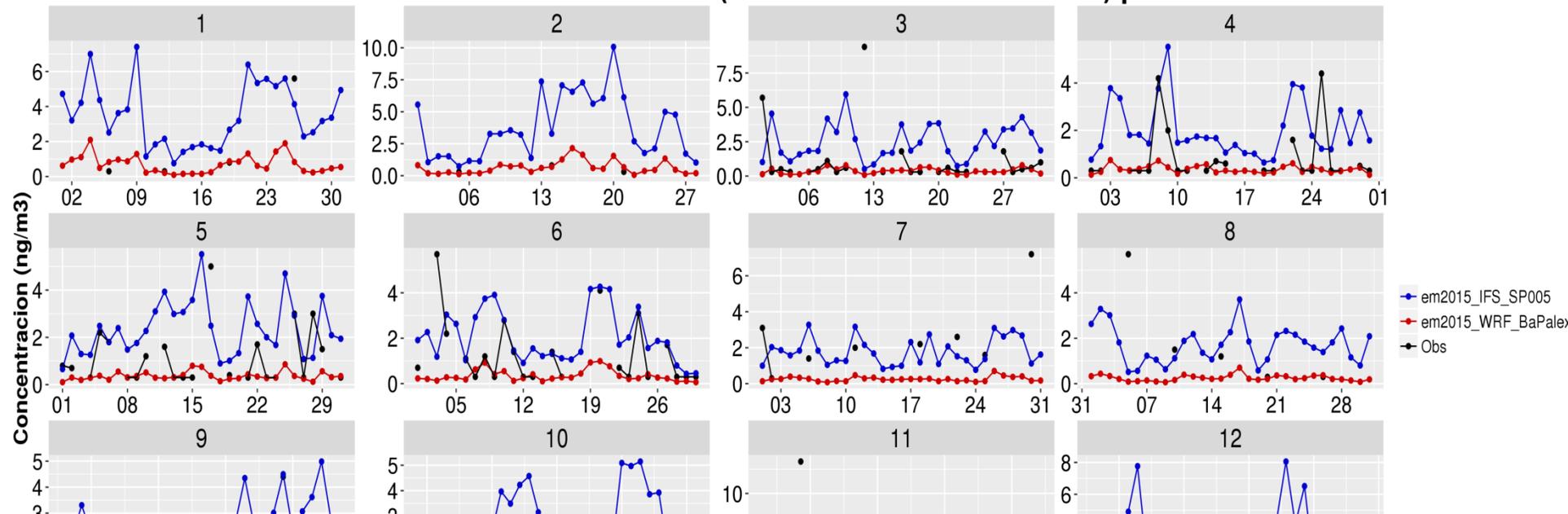
### 32054004 : OURENSE : GOMEZ FRANQUEIRA ( URBANA TRAFICO ) pBaP



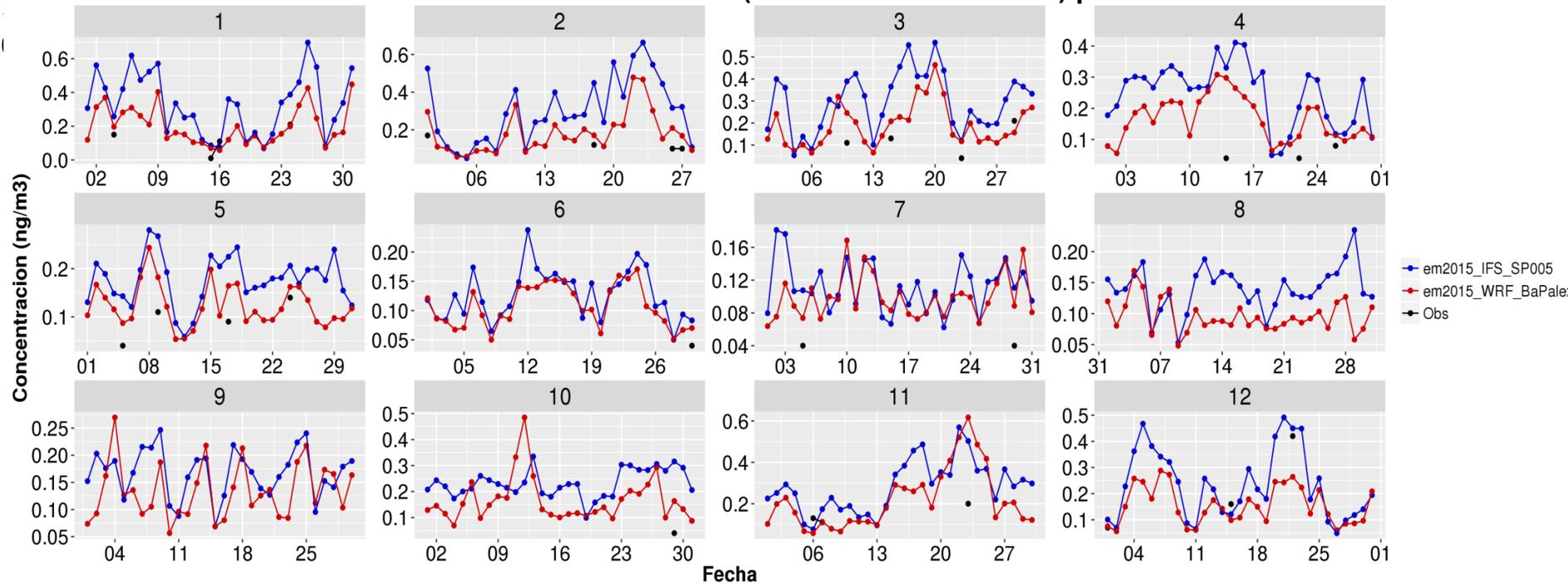
### 25051001 : LLEIDA : Bellver de Cerdanya (CEIP Mare de Déu de Talló) (RURAL FONDO) pBaP



# 33004020 : ASTURIAS : LLARANES ( SUBURBANA INDUSTRIAL ) pBaP



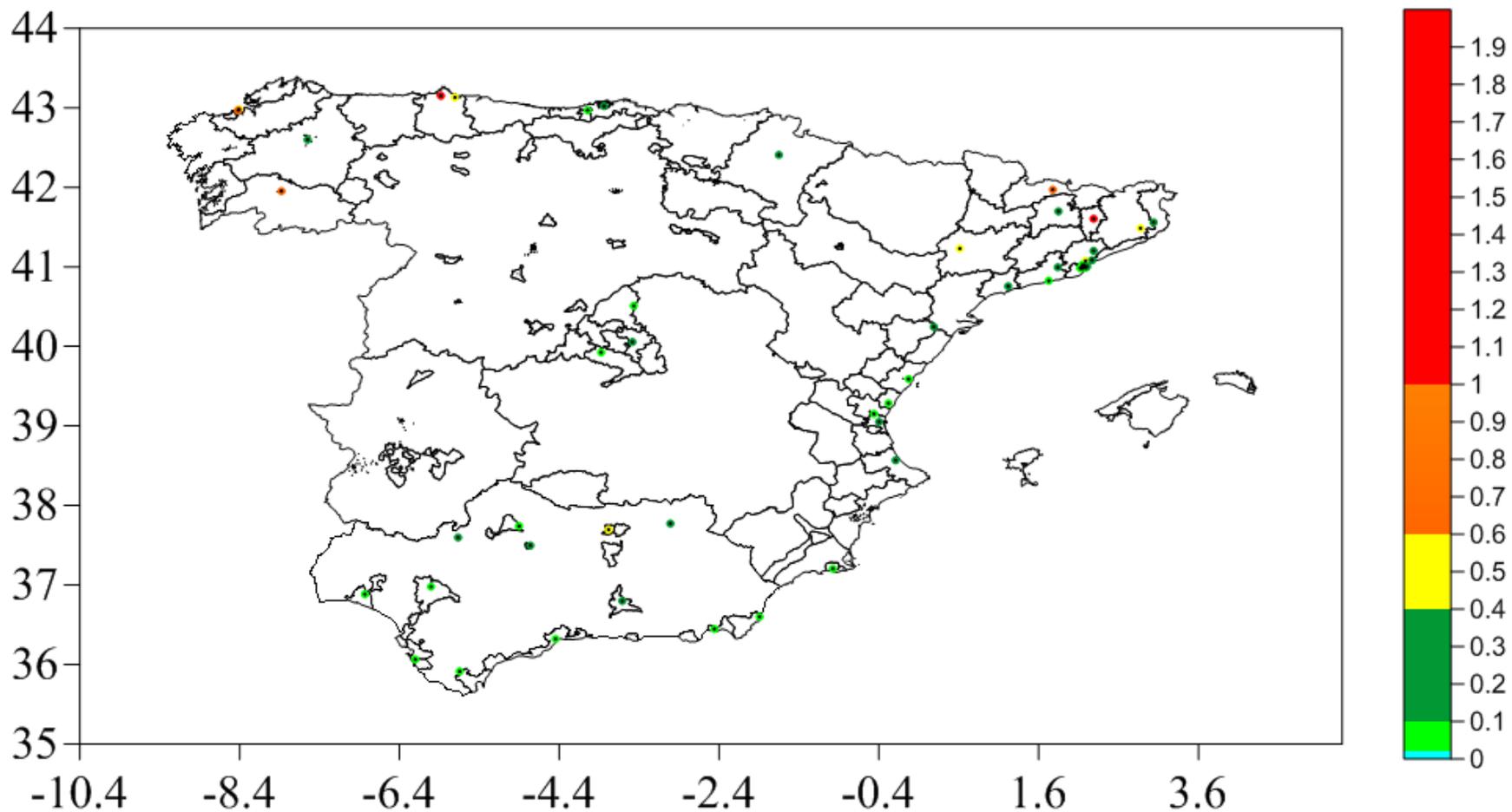
# 46017002 : VALENCIA : ALZIRA ( SUBURBANA FONDO ) pBaP



## Por qué:

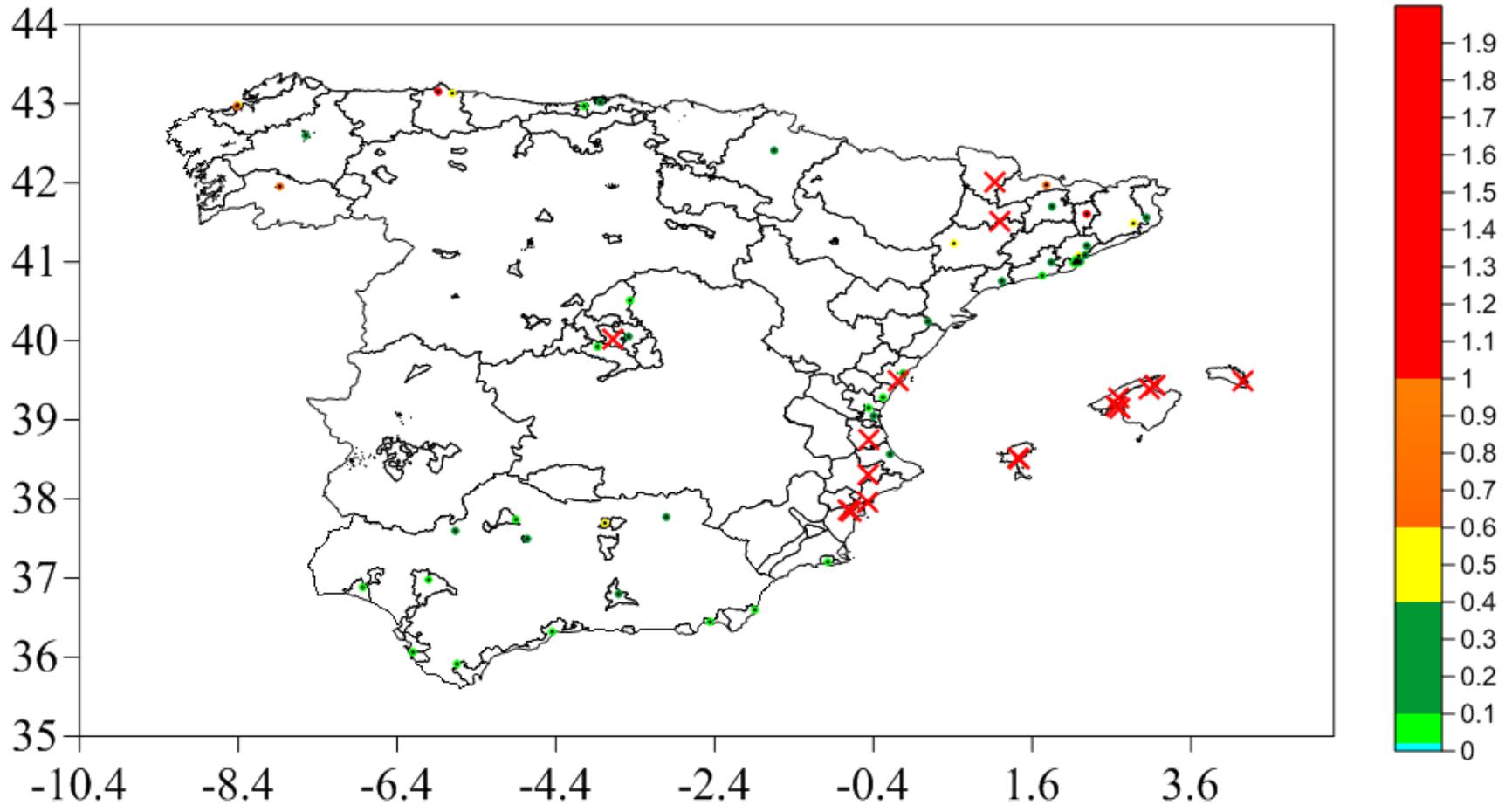
- Problemas en los modelos?
- Problemas en las emisiones?
- **Hay seguridad de que no haya valores altos en la zona de altos valores modelizados?**

## 2017 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)



2017 - CONCENTRACIÓN Media Anual de Benzopireno (nanogr/m3)

## 2017 - Benzopireno pBaP (nanogr/m3)



2017 - CONCENTRACIÓN Media Anual de Benzopireno (nanogr/m<sup>3</sup>)

## Por qué:

- **Problemas en los modelos?**
- Problemas en las emisiones?
- Hay seguridad de que no haya valores altos en la zona de altos valores modelizados?

## Estudios realizados en colaboración CIEMAT + MSC-EAST + INERIS

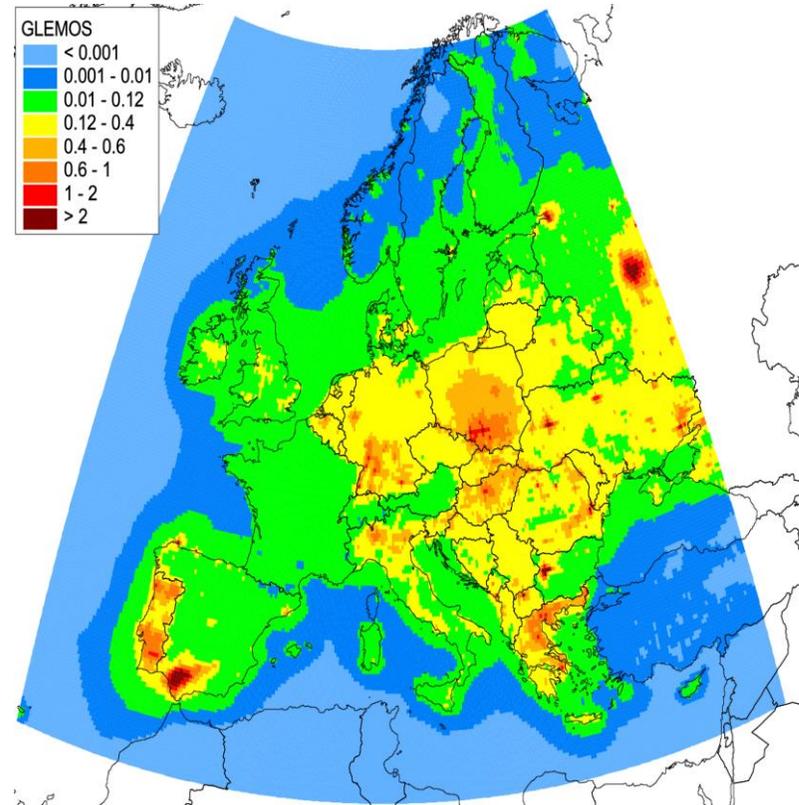
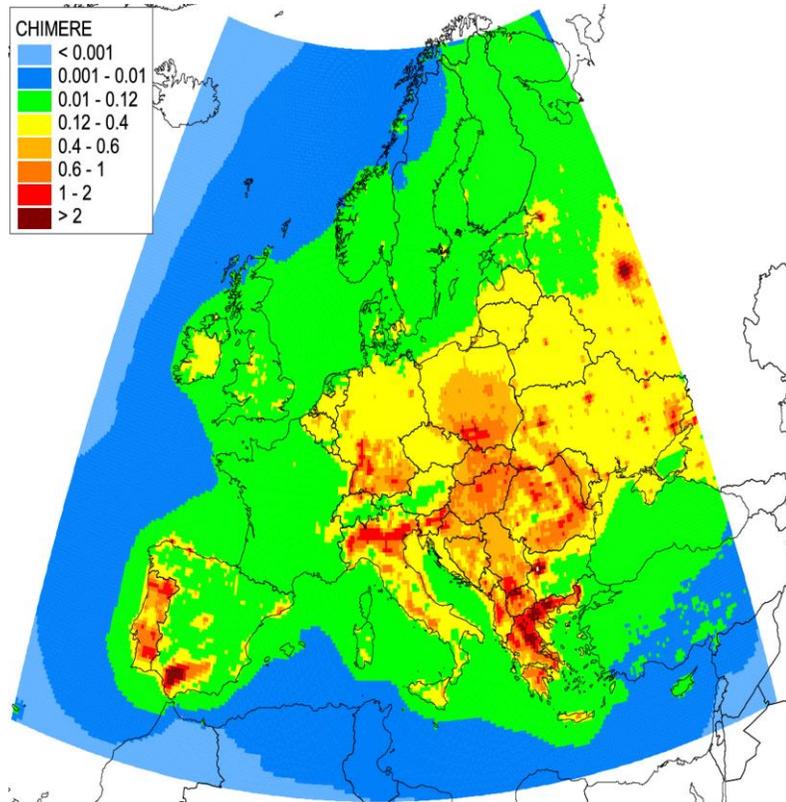
INERIS: **Florian Couvidat**

MSC-EAST: **Alexey Gusev**

CIEMAT: **Marta G. Vivanco, Juan Luis Garrido, Mark Theobald, Victoria Gil**

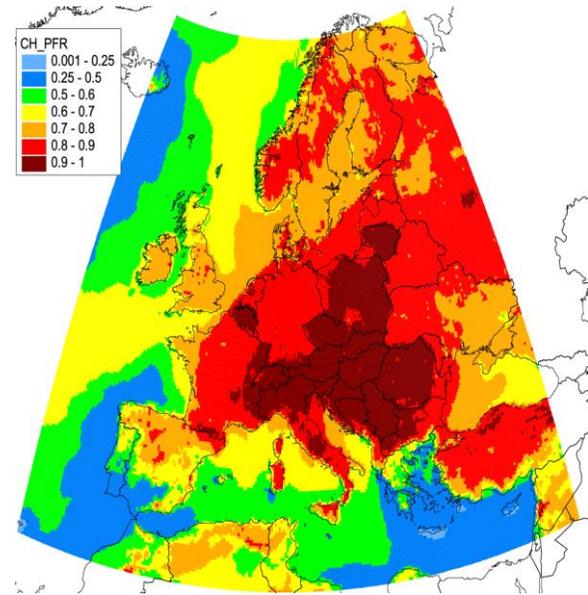
Presentado en la TFMM (Couvidat et al.) y en el informe EMEP (..)

# Annual concentrations simulated with CHIMERE and GLEMOS (ng/m<sup>3</sup>)



Distribución espacial muy similar, pero CHIMERE estima concentraciones más altas en general

# Concentración en aire de la fase particulada de B(a)P

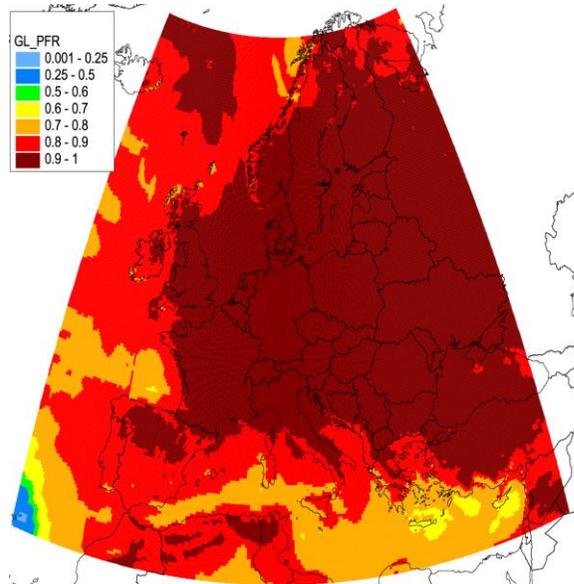
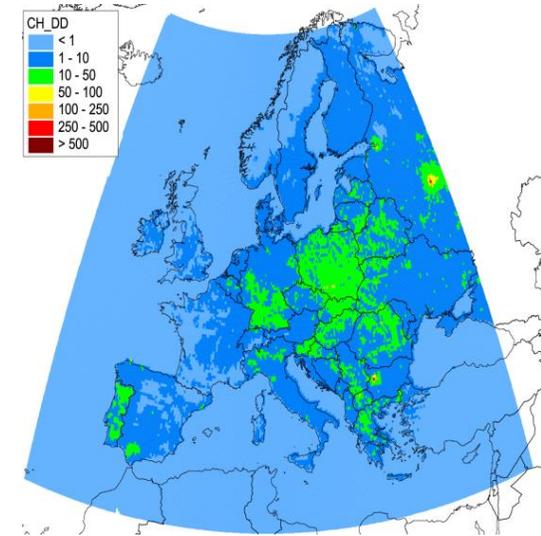


La concentración de la fase gas en CHIMERE es alta. Necesidad de evaluar la partición gas/partícula

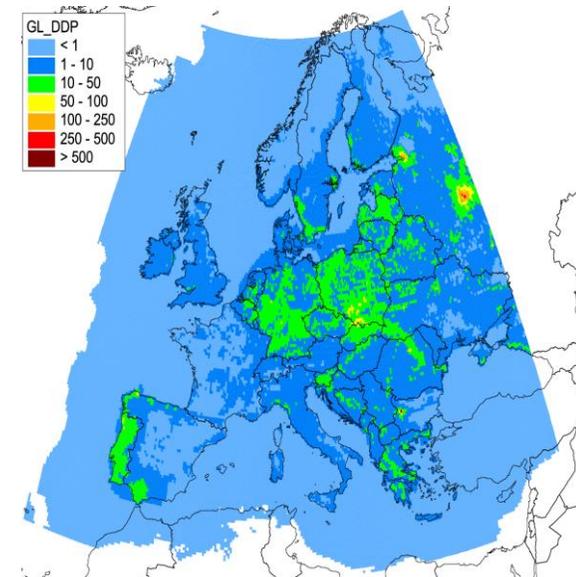
CHIMERE

Depósito de la fase particulada relativamente similar

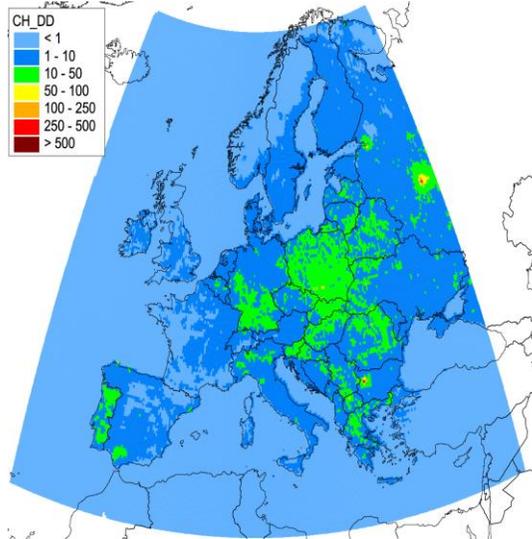
# Depósito de B(a)P de la parte particulada



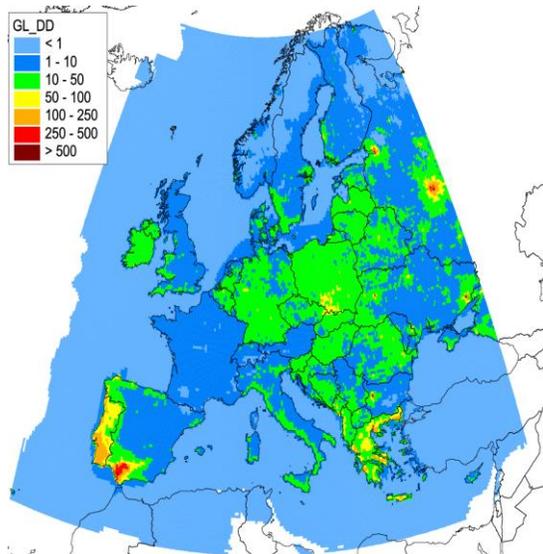
GLEMOS



## Depósito seco de B(a)P

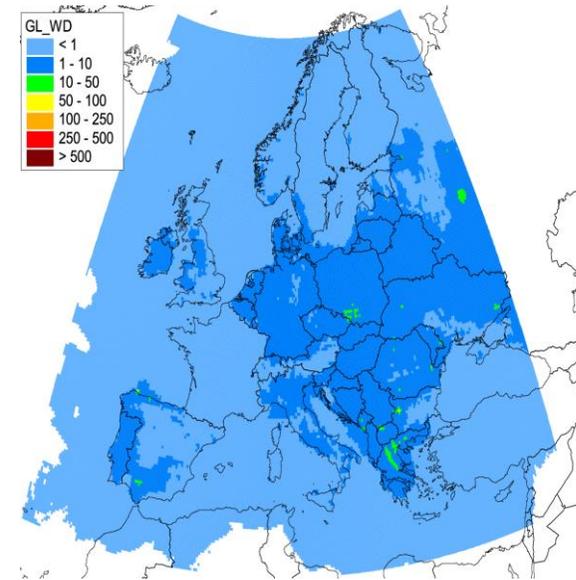
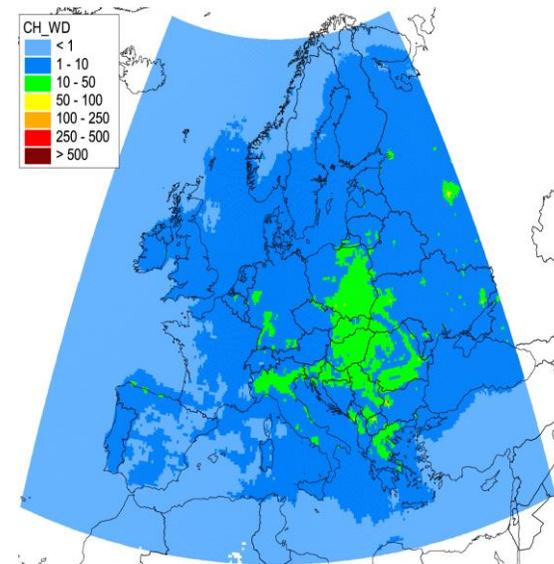


CHIMERE  
(parte  
particulada)



GLEMOS (en  
fases gas y  
particulada)

## Depósito húmedo de B(a)P



Depósito húmedo significativamente  
más alto en CHIMERE

# En resumen, se necesitaría...

- Investigar más una posible sobreestimación de emisiones en Andalucía (continuar con SNAP 10, enfoque adicional en SNAP 9)
- Mirar efectos de meteorología
- Posibilidad de evaluar la partición gas/partícula?
- Medidas en zonas de altos valores modelizados de BaP para asegurar la sobreestimación
- Mayor cobertura espacial y temporal de observaciones de BaP

Muchas gracias!

---

**[m.garcia@ciemat.es](mailto:m.garcia@ciemat.es)**