

Aerosoles

Material Particulado

Sergio Rodríguez
srodriguezg@aemet.es

conceptos básicos en composición atmosférica

18 Junio 2016

definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

Definición: Aerosol

Sustancias en estado sólido o líquido suspendidas en un gas

fases : sólida, líquida y gas

ejemplos: spray (l), polvo (s), humo de incendio (s+g), vapor (l+g)
atmósfera (g+l+s), nube (l+g),....

En la práctica medimos la fase sólida, a la que se llama

Material Particulado - PM

tamaño de las partículas del aerosol o PM

1nm - 50 μ m

1 nm = 10⁻⁹ m
nanómetro

1 μ m = 10⁻⁶ m
1 micra

1 pelo humano = 70 μ m

< 1nm: → Å, gases

> 50 μ m: → no permanece en suspensión

definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

fuentes, tamaño y composición

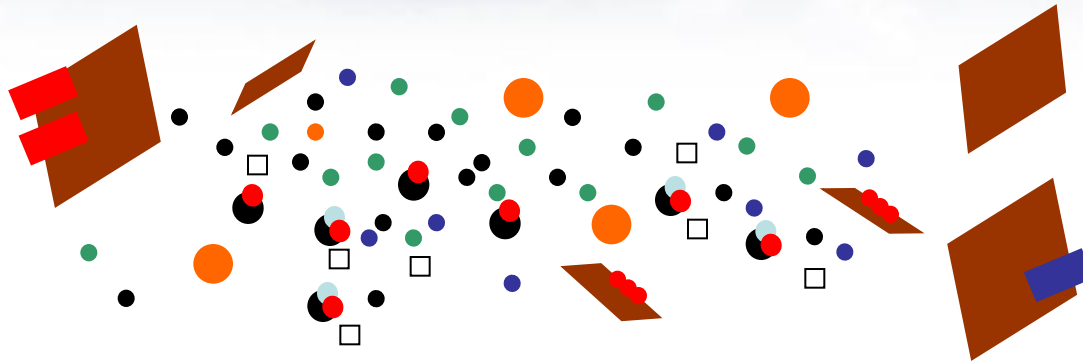
los aerosoles existen de forma natural en la atmósfera

influyen en el clima

sin aerosoles no habría nubes

las emisiones del hombre han aumentado
la cantidad del aerosoles

fuentes, tamaño y composición



polvo
sal marina
sulfato
nitrato
materia orgánica
hollín 'carbono negro'
metales

cocktail:

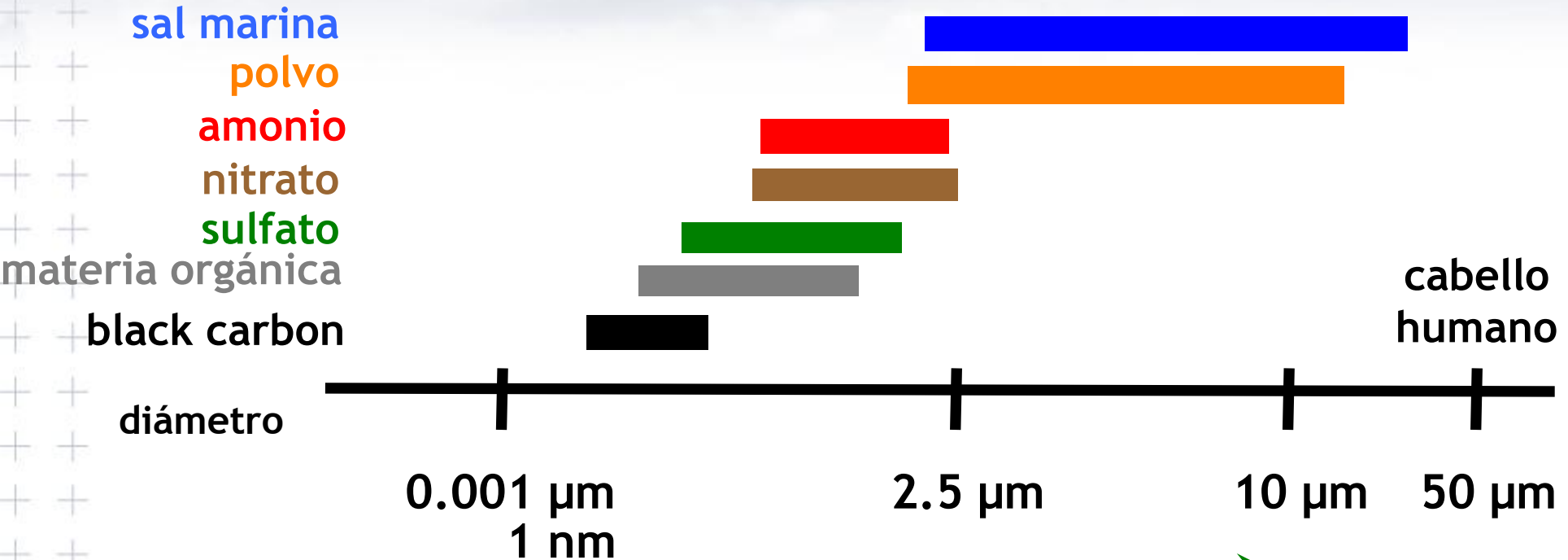
Las partículas son una mezcla de numerosos compuestos químicos, naturales y/o antropogénicos, cuyo tamaño varía entre 1 nm y 10 μm

fuentes, tamaño y composición

Material Particulado PM : $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$

micro gramos / metro cúbico

fuentes, tamaño y composición



PM₁₀: concentración de partículas con tamaño inferior a 10 micras.
Respirables, alcanzan los pulmones (asma, EPOC...)

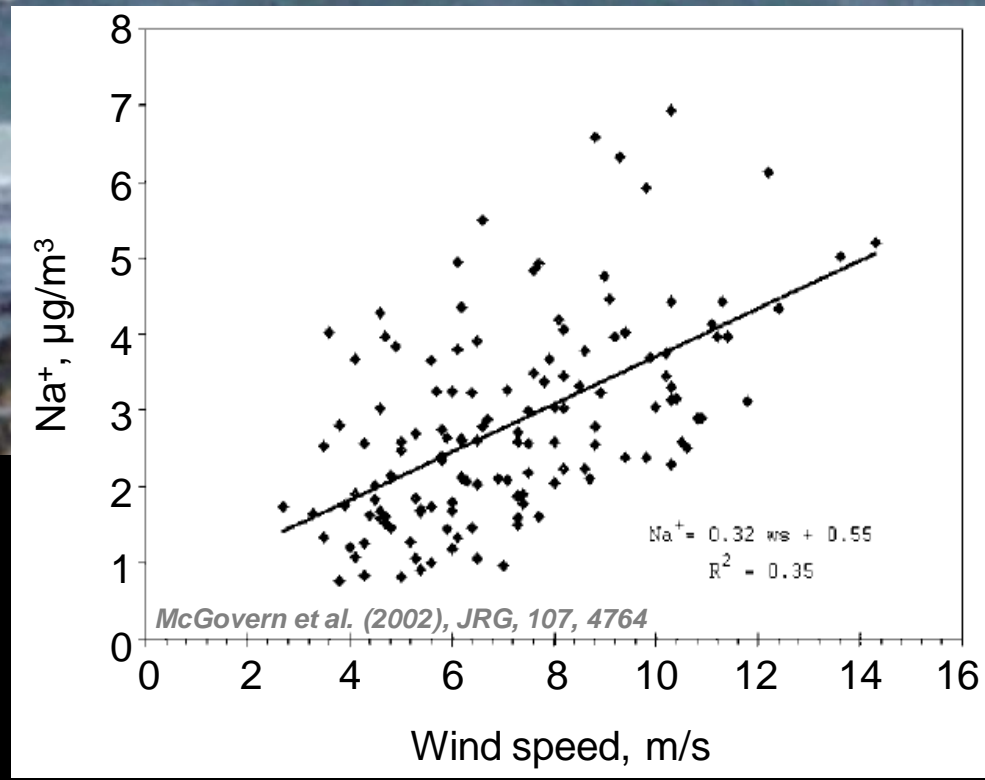
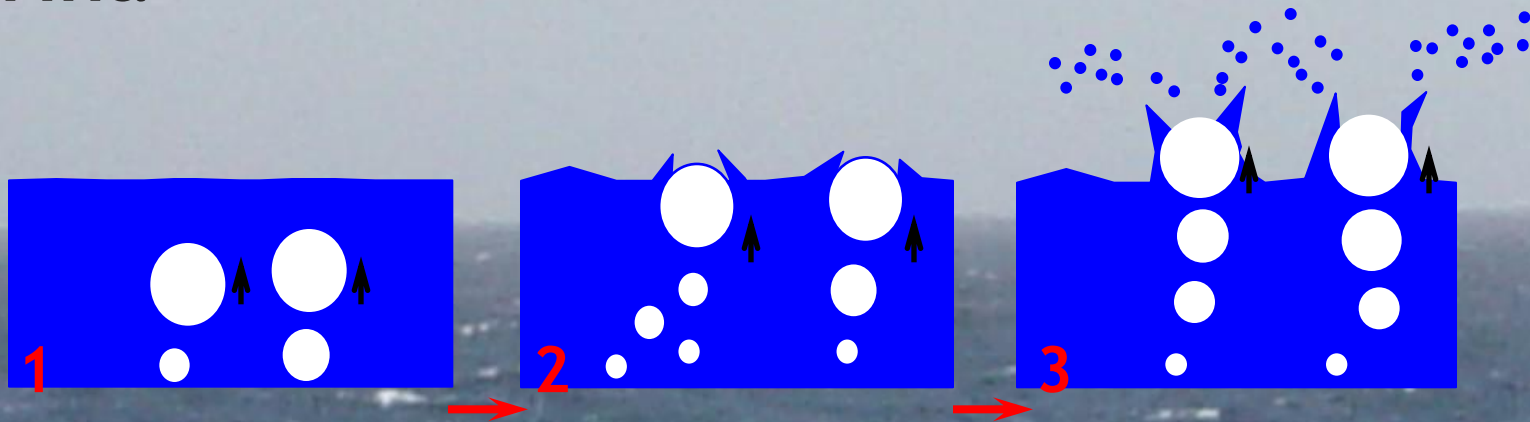
PM_{2.5}: concentración de partículas con tamaño inferior a 2.5 micras.
Alveolares, riego sanguíneo (cardiopatías, infartos cerebrovasculares)

aerosoles naturales
sal marina

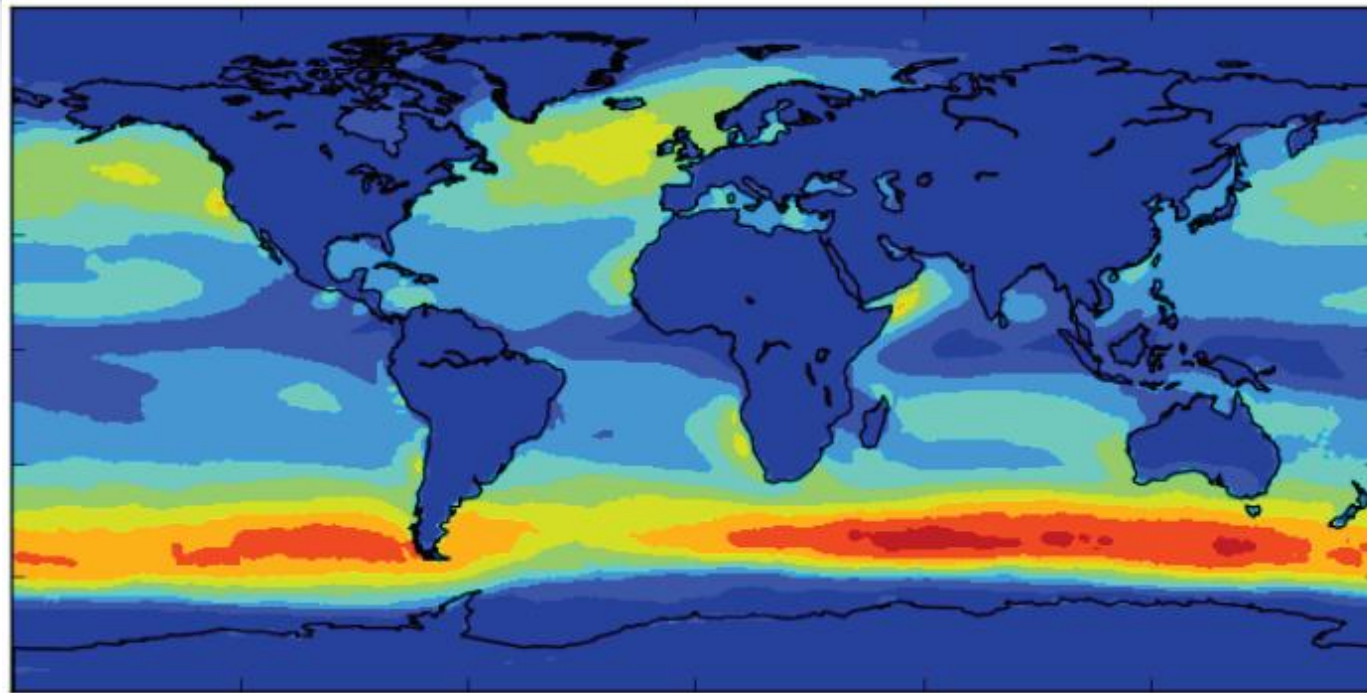


aerosoles naturales

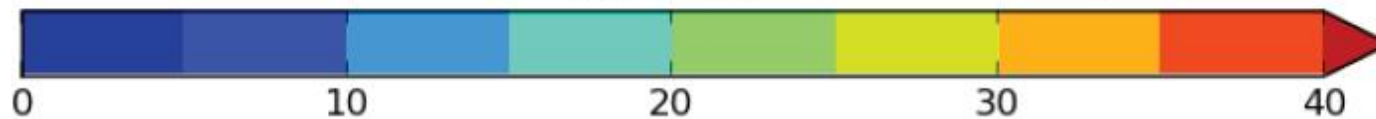
sal marina



10130 Tg/y



sea-salt sconc ($\mu\text{g m}^{-3}$) (annual mean 2006)



Modeling and evaluation of the global sea-salt aerosol distribution: sensitivity to emission schemes and resolution effects at coastal/orographic sites

M. Spada , O. Jorba , C. Perez , Z. Janjic , and J. M. Baldasano

Atmos. Chem. Phys. Discuss., 13, 11597–11657, 2013

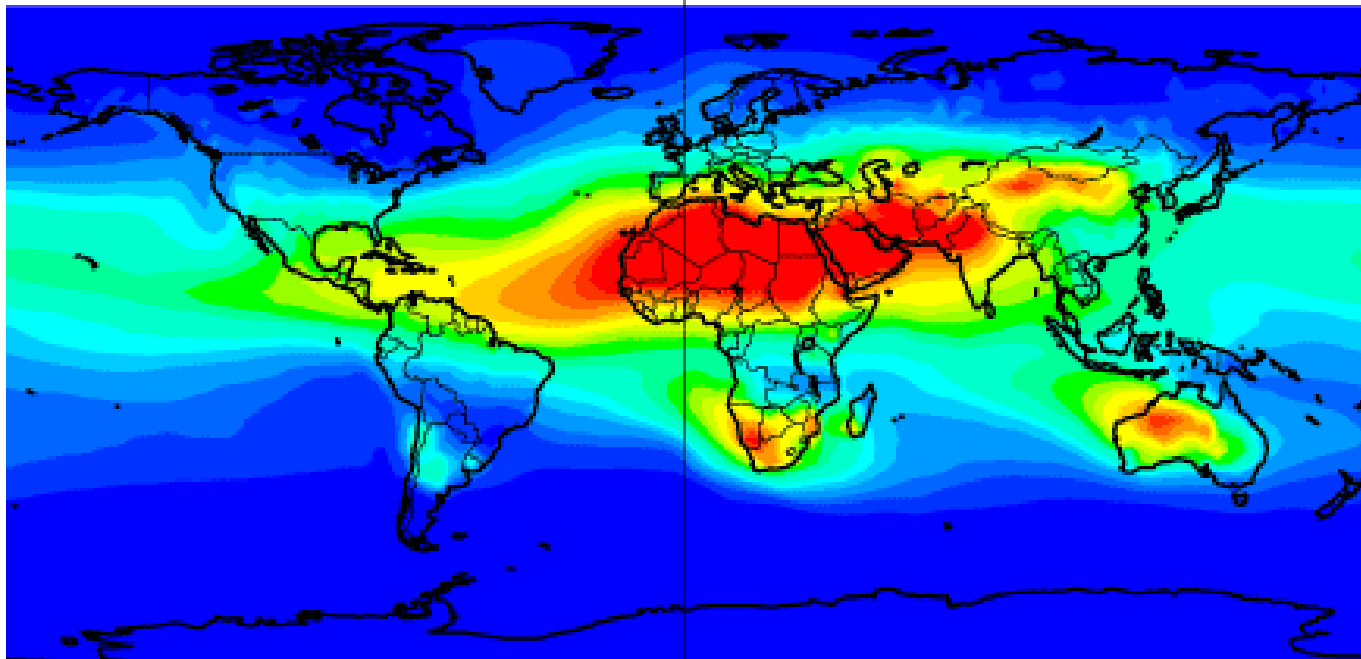
www.atmos-chem-phys-discuss.net/13/11597/2013/

doi:10.5194/acpd-13-11597-2013

polvo

soil dust

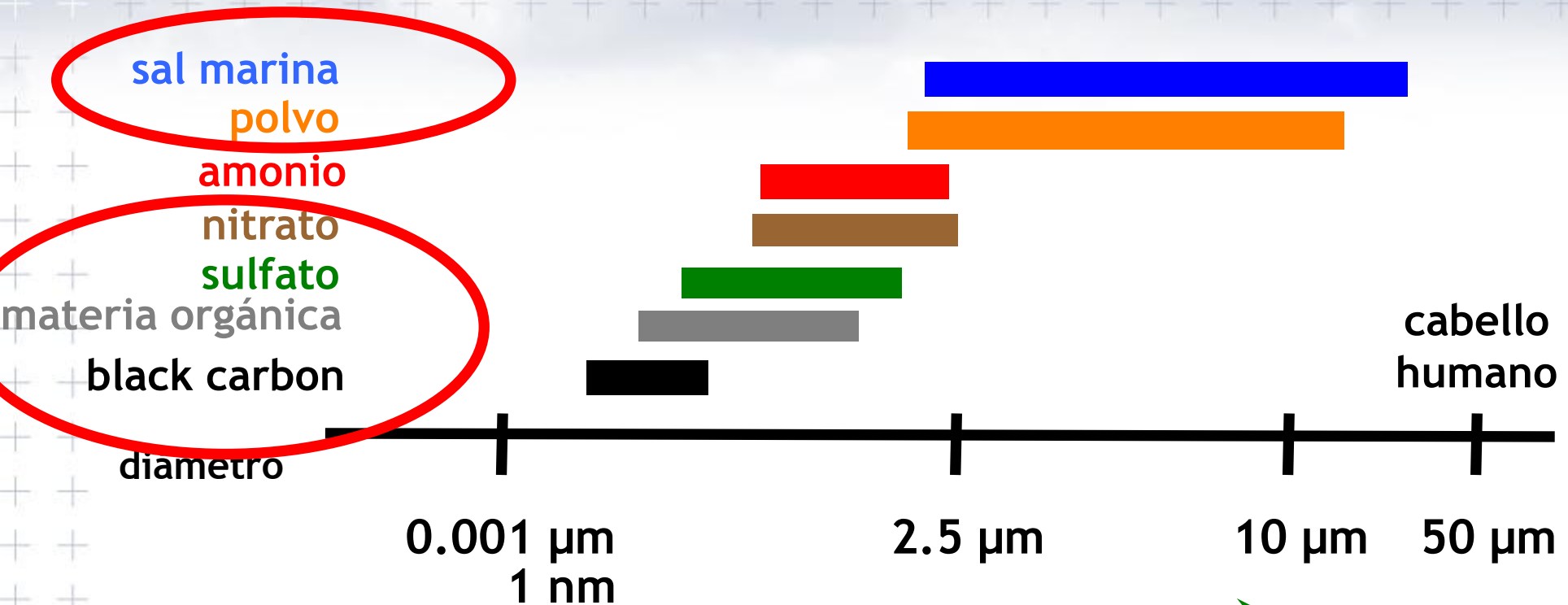
1600 Tg/y



cinturón de polvo



fuentes, tamaño y composición



PM₁₀: concentración de partículas con tamaño inferior a 10 micras.
Respirables, alcanzan los pulmones (asma, EPOC...)

PM_{2.5}: concentración de partículas con tamaño inferior a 2.5 micras.
Alveolares, riego sanguíneo (cardiopatías, infartos cerebrovasculares)

nitrato

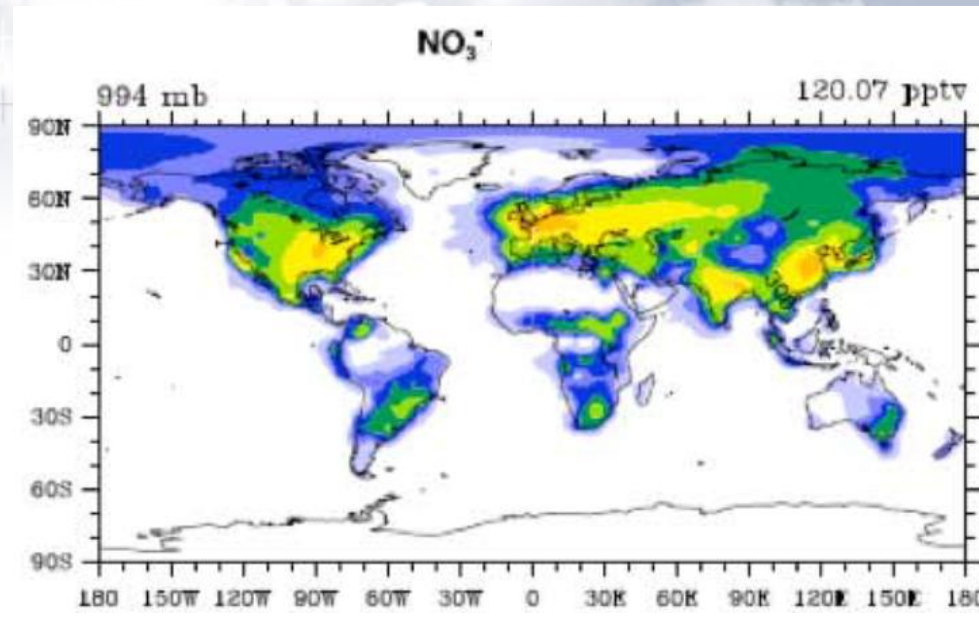
El nitrato NO_3^- se forma en el aire ambiente por reacciones de su precursor gaseoso NO_x



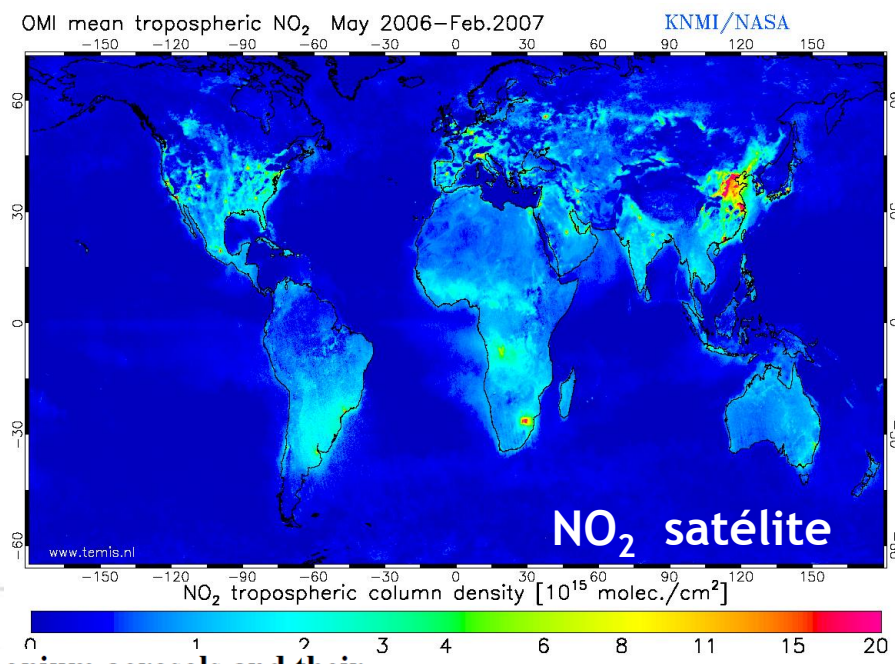
Fuente: combustión (automóviles, industria, barcos...)

nitrato

18 Tg/y



NH₄NO₃

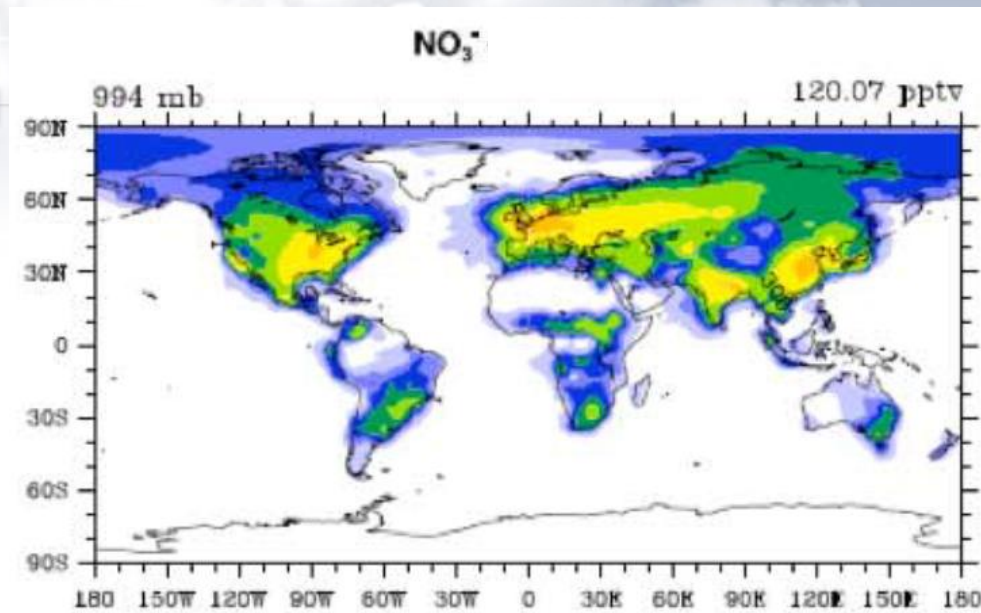


Atmos. Chem. Phys., 12, 9479–9504, 2012
www.atmos-chem-phys.net/12/9479/2012/

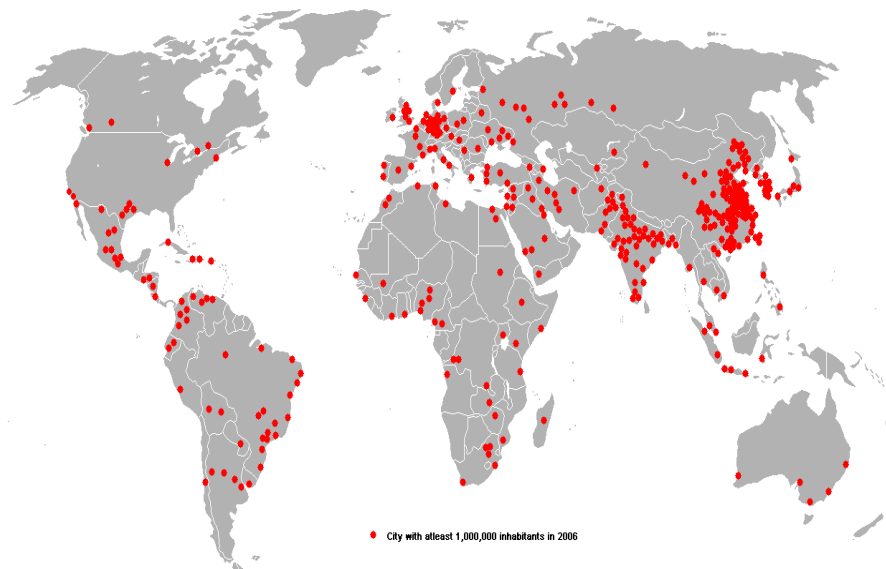
L. Xu and J. E. Penner

Global simulations of nitrate and ammonium aerosols and their radiative effects

nitrate



OMI mean tropospheric NO_2 May 2006–Feb.2007 KNMI/NASA



ciudades con > 1 millón de habitantes

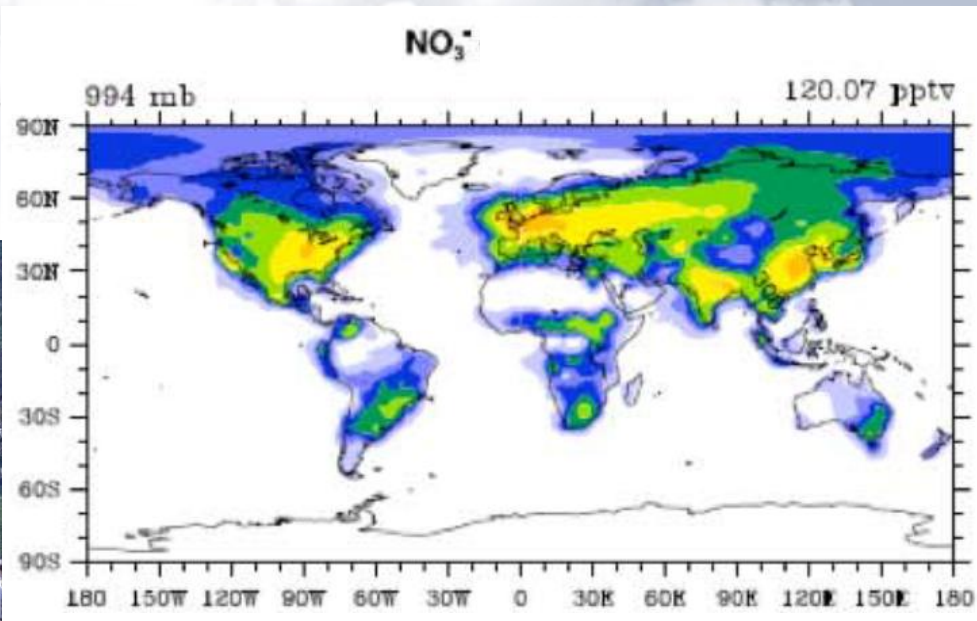
Atmos. Chem. Phys., 12, 9479–9504, 2012
www.atmos-chem-phys.net/12/9479/2012/

L. Xu and J. E. Penner

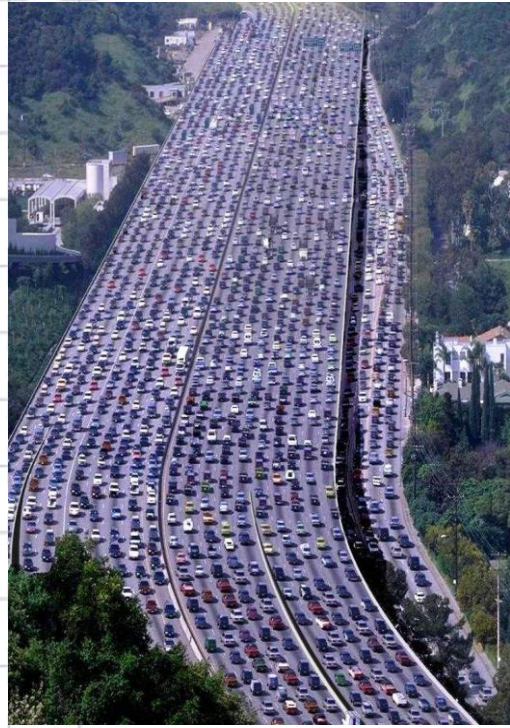
Global simulations of nitrate and ammonium aerosols and their radiative effects

0 1 2 3 4 6 8 11 15 20

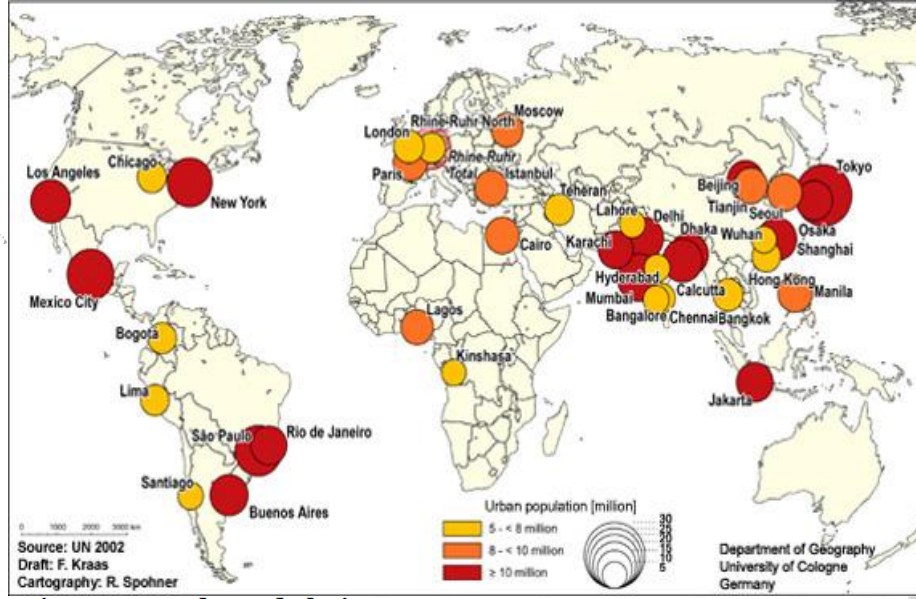
nitrato



NH₄NO₃



OMI mean tropospheric NO₂ May 2006–Feb.2007 KNMI/NASA



**Mega-ciudades, > 5
Millones habitantes**



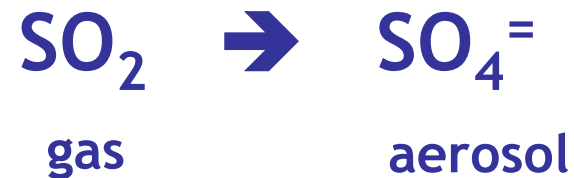
Atmos. Chem. Phys., 12, 9479–9504, 2012
www.atmos-chem-phys.net/12/9479/2012/

L. Xu and J. E. Penner

Global simulations of nitrate and ammonium aerosols and their radiative effects

sulfato

El sulfato SO_4^- se forma en el aire ambiente por reacciones de su precursor gaseoso SO_2

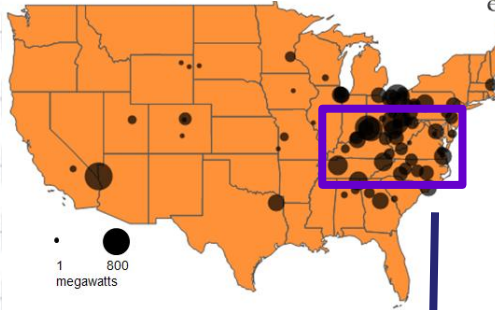


Fuente: combustión de carburante con azufre (carbón, fuel...)
: centrales térmicas de carbón, refinerías, barcos

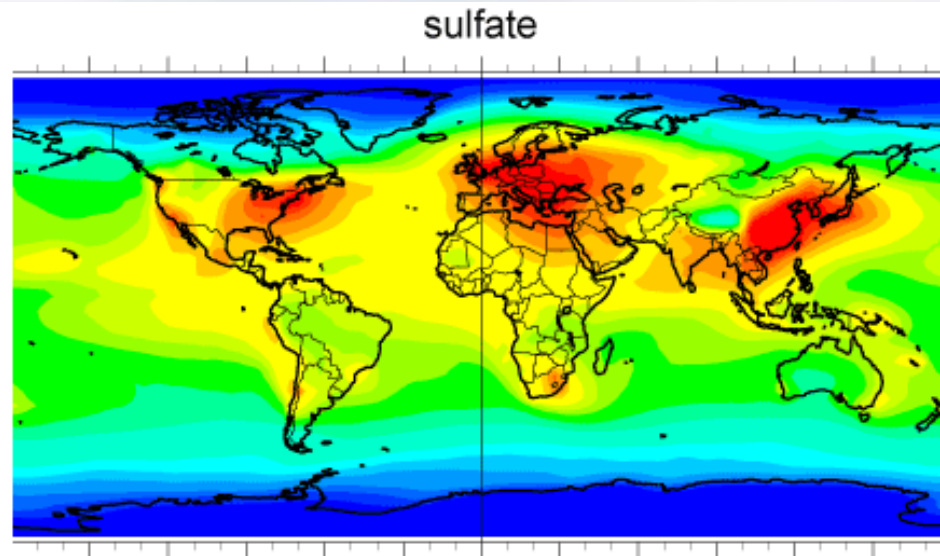
sulfato

122 Tg/y

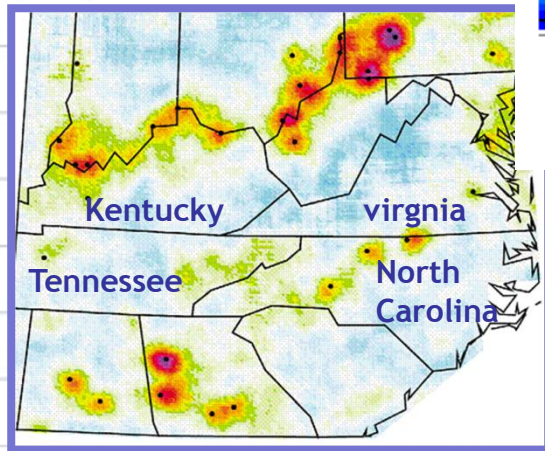
coal power plants



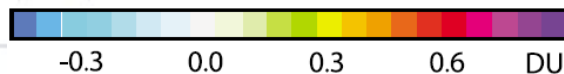
promedio 2005-2007



coal power plants



OMI SO₂ DU



black carbon

hollín

Es emitido directamente al aire por fuente de combustión



GOBIERNO
DE ESPAÑA

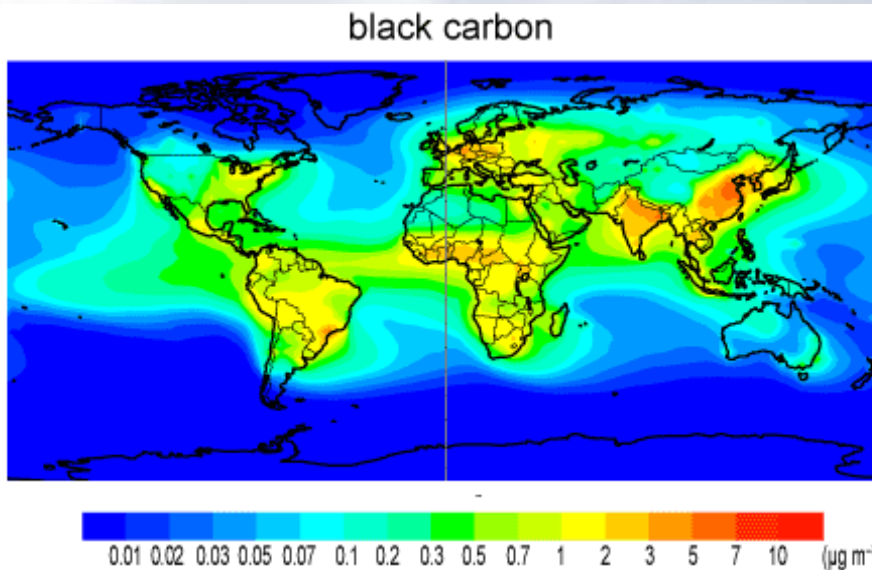
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

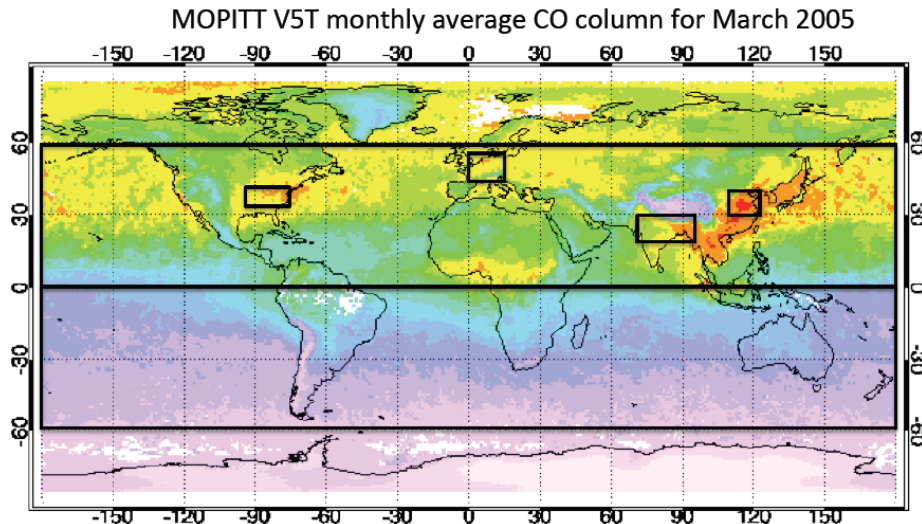
black carbon

10.5 Tg/y

diesel, 4x4, camiones



automóviles



India



materia orgánica

hidrocarburos

Es emitido mayoritariamente por fuente de combustión



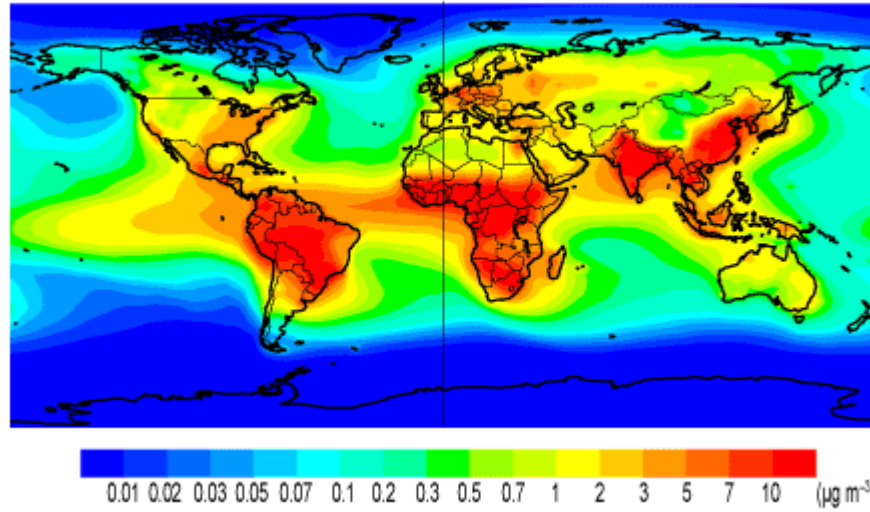
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

carbano orgánico

organic carbon



automóviles



←detección incendios satélite

Sabana Africana



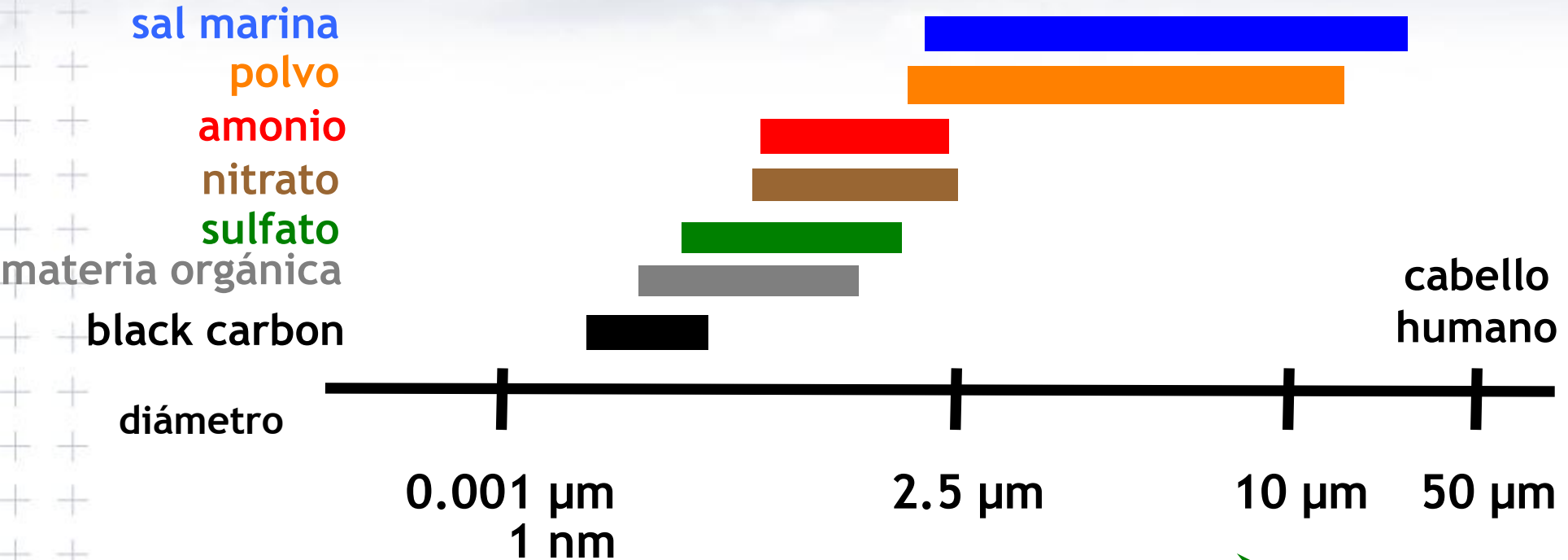
Paraguay: quema de bosques para cultivos de azúcar y soja



Deforestación de la Amazonia



fuentes, tamaño y composición



PM₁₀: concentración de partículas con tamaño inferior a 10 micras.
Respirables, alcanzan los pulmones (asma, EPOC...)

PM_{2.5}: concentración de partículas con tamaño inferior a 2.5 micras.
Alveolares, riego sanguíneo (cardiopatías, infartos cerebrovasculares)

fuentes, tamaño y composición

CO
monóxido de carbono

SO₂

NO₂

PM_{2.5} = black carbon + materia orgánica + **sulfato** + **nitrato** + amonio

combustión

Fertilizantes
(agricultura)
descomposición
materia orgánica
(granjas animales, contenedores
urbanos de basura)

PM₁₀ = **PM_{2.5}** + **polvo** + **sal-marina**

definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

SISTEMA CALIOPE: predicción calidad del aire

BSC: Barcelona Super Computing Centre,
Centro Nacional de Supercomputación



The screenshot shows a web browser window with the URL www.bsc.es/caliope/es/pronosticos?default_model=1&default_domain=1. The page header features the title "Sistema CALIOPE" and the subtitle "Pronóstico de la Calidad del Aire". A navigation menu is located below the header, with the "Pronósticos" item circled in red. Below the navigation menu, there is a grid of menu items for selecting a region and a forecast type.

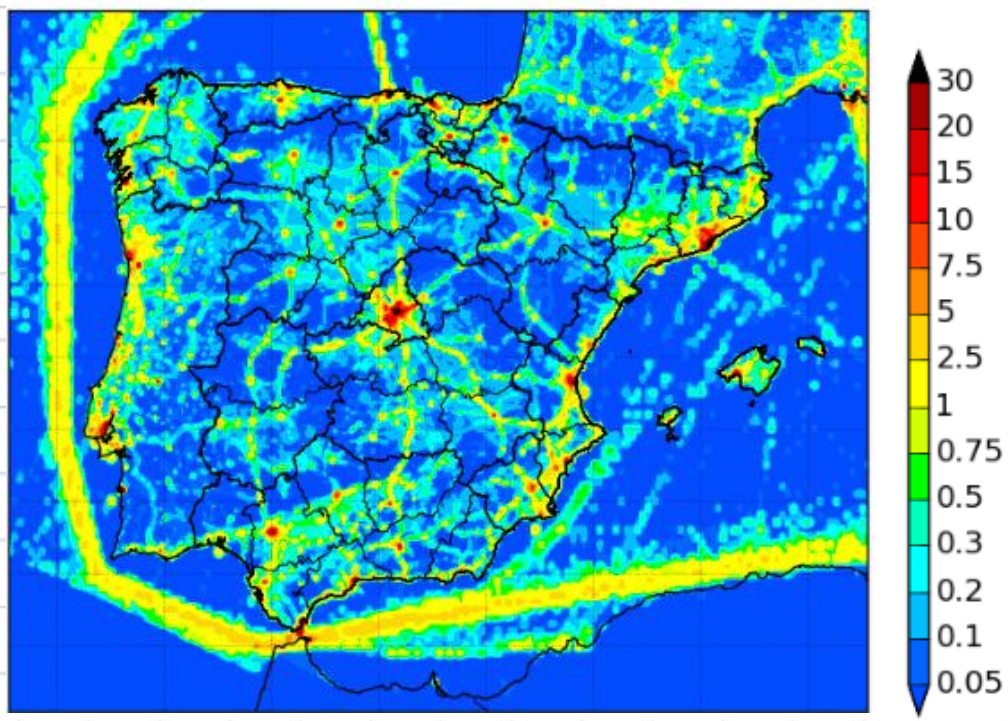
Inicio	Descripción	Pronósticos ▼	Evaluación del Pronóstico	Aplicaciones Móviles	Publicaciones	Noticias	Enlaces	Quienes Somos	Contacto				
Pronósticos													
Pronóstico de la Calidad del Aire			Pronóstico Emisiones		Pronóstico Meteorológico		Imágenes de satélite		Índice y Niveles de Calidad del Aire			Mapa Geoprocesados	
Europa		Península Ibérica		Canarias									
Aragón	Asturias	Baleares	Cantabria	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco

SISTEMA CALIOPE: **predicción emisiones**

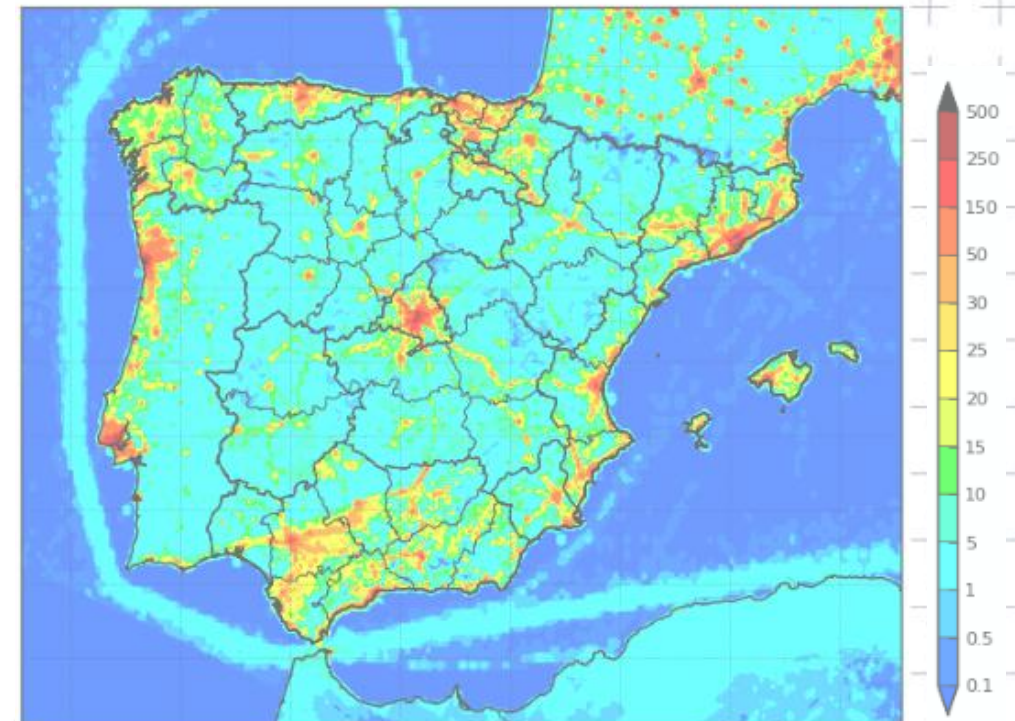
Pronósticos

Pronóstico de la Calidad del Aire			Pronóstico Emisiones	Pronóstico Metereológico	Imágenes de satélite	Índice y Niveles de Calidad del Aire	Mapa Geoprocesados							
Europa	Península Ibérica	Canarias												
agón	Asturias	Baleares	Cantabria	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	C

BSC-ES/HERMESv2 Emissions NO2 (kg/h) ←
Emissions for 35UTC 18 Jun 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



BSC-ES/HERMESv2 Emissions CO (kg/h) ←
Emissions for 17UTC 10 May 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



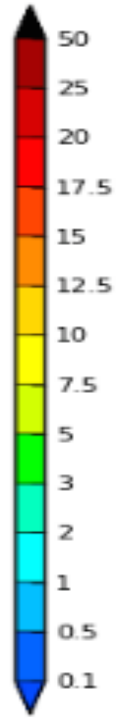
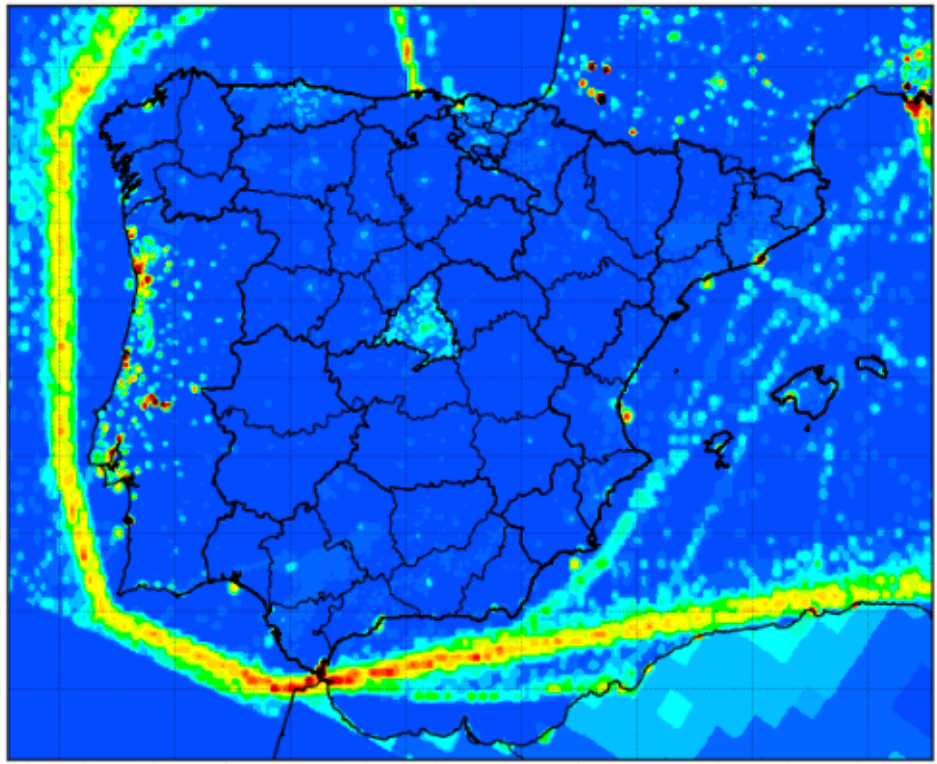
COMBUSTIÓN: Automóviles, industria, barcos

SISTEMA CALIOPE: predicción emisiones

Pronósticos

Pronóstico de la Calidad del Aire		Pronóstico Emisiones	Pronóstico Metereológico	Imágenes de satélite	Indice y Niveles de Calidad del Aire	Mapa Geoprocesados								
Europa	Península Ibérica	Canarias												
Galón	Asturias	Baleares	Cantabria	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	C

BSC-ES/HERMESv2 Emissions SO2 (kg/h) ←
Emissions for 45UTC 11 May 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



SISTEMA CALIOPE: predicción calidad del aire

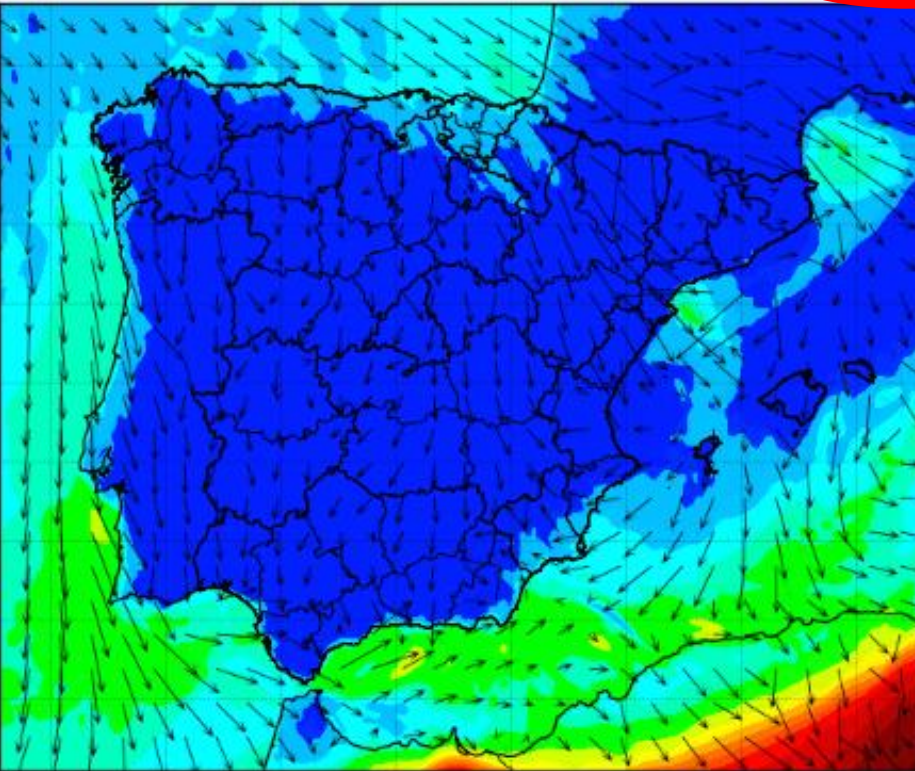
concentración de contaminantes → efectos en la salud

[Pronóstico de la Calidad del Aire](#)
[Pronóstico Emisiones](#)
[Pronóstico Meteorológico](#)
[Imágenes de satélite](#)
[Índice y Niveles de Calidad del Aire](#)

Mapa Geoprocesados

[Andalucía](#)
[Aragón](#)
[Asturias](#)
[Balears](#)
[Cantabria](#)
[Cataluña](#)
[Castilla-La Mancha](#)
[Castilla y León](#)
[Extremadura](#)
[Galicia](#)
[La Rioja](#)
[Madrid](#)
[Murcia](#)
[Navarra](#)
[País Vasco](#)
[Comunidad Valenciana](#)

BSC-ES/AQF WRFv3.5.1+CMAQv5.0.2+HERMESv2+BSC-DREAM v2.0 PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 41h forecast for 17UTC 18 Jun 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



43.8°N
 42.8°N
 41.8°N
 40.8°N
 39.8°N
 38.8°N
 37.8°N
 36.8°N
 35.8°N

10°W 8°W 6°W 4°W 2°W 0° 2°E 4°E


20 m/s

June 2016
 Su Mo Tu We Th Fr Sa
 1 2 3 4
 5 6 7 8 9 10 11
 12 13 14 15 16 17 18
 19 20 21 22 23 24 25
 26 27 28 29 30

Documentos

Pronóstico de la Calidad del Aire

- Ozono
- Dióxido de Nitrógeno
- Monóxido de Carbono
- Dióxido de Azufre
- Material Particulado PM10**
- Material Particulado PM25
- Benceno


 BSC Barcelona Supercomputing Center
 Centro Nacional de Supercomputación

SISTEMA CALIOPE: predicción calidad del aire

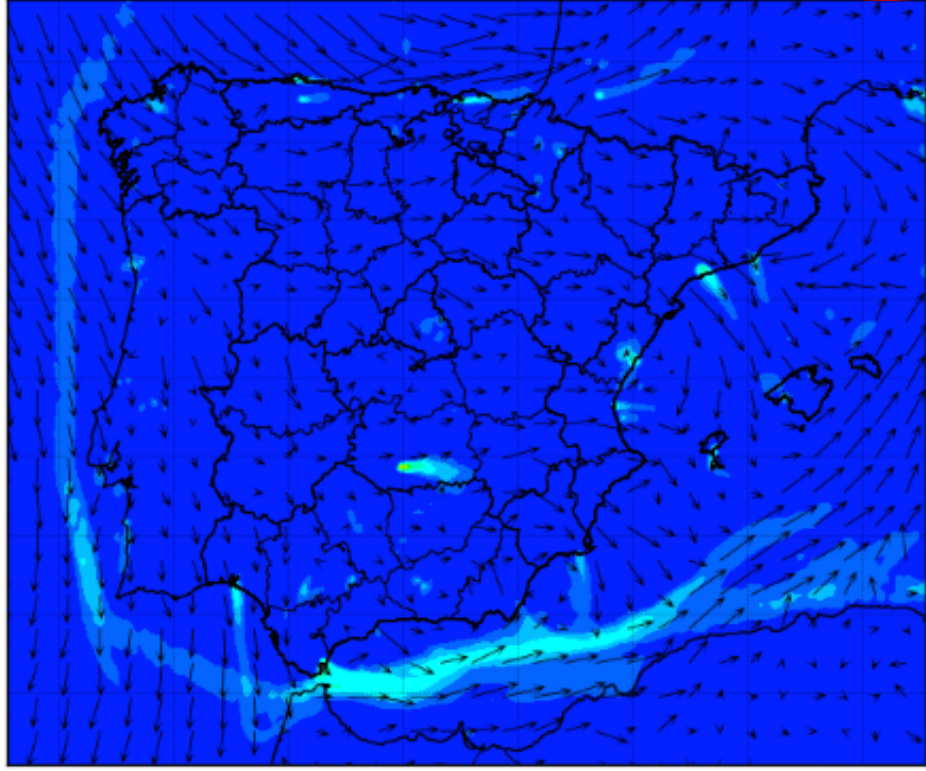
concentración de contaminantes → efectos en la salud

[Pronóstico de la Calidad del Aire](#)
[Pronóstico Emisiones](#)
[Pronóstico Meteorológico](#)
[Imágenes de satélite](#)
[Índice y Niveles de Calidad del Aire](#)

[Mapa Geoprocesados](#)

[Galicia](#)
[Aragón](#)
[Asturias](#)
[Balears](#)
[Cantabria](#)
[Cataluña](#)
[Castilla-La Mancha](#)
[Castilla y León](#)
[Extremadura](#)
[Galicia](#)
[La Rioja](#)
[Madrid](#)
[Murcia](#)
[Navarra](#)
[País Vasco](#)
[Comunidad](#)

BSC-ES/AQF WRFv3.5.1+CMAQv5.0.2+HERMESv2 Sulphur Dioxide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 08h forecast for 08UTC 17 Jun 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



Dióxido de azufre en superficie
 Concentración en superficie de dióxido de azufre en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y campo de vientos (m/s)

350
250
200
175
150
125
100
80
60
40
20
10
5
2


June 2016

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Documentos

Pronóstico de la Calidad del Aire

- Ozono
- Dióxido de Nitrógeno
- Monóxido de Carbono
- Dióxido de Azufre
- Material Particulado PM10
- Material Particulado PM25
- Benceno

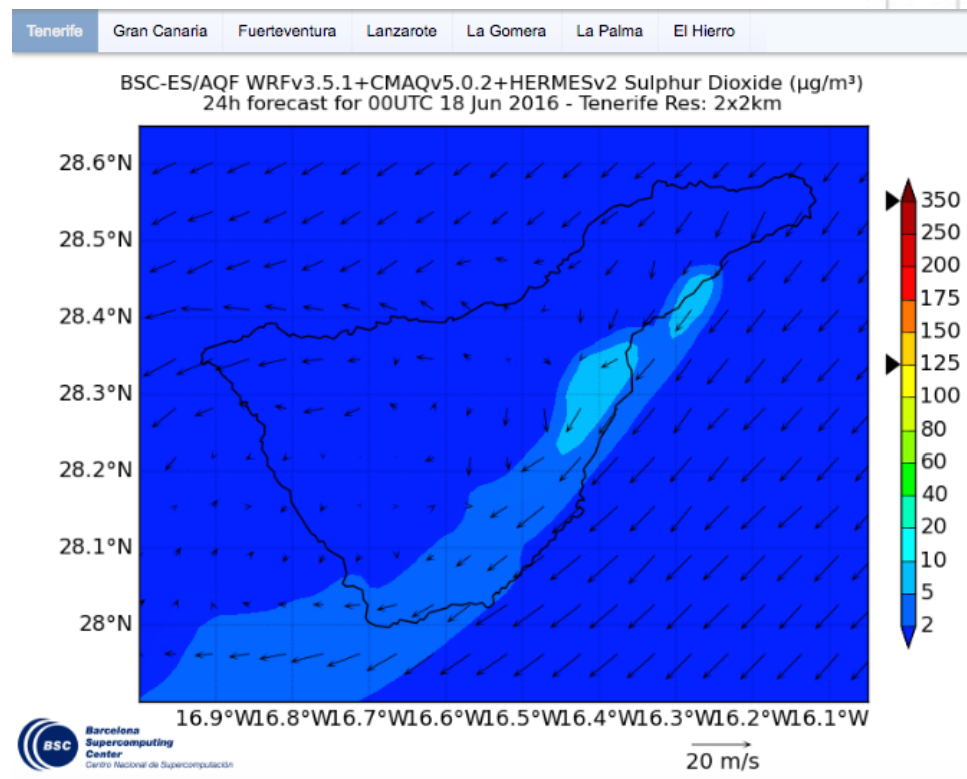
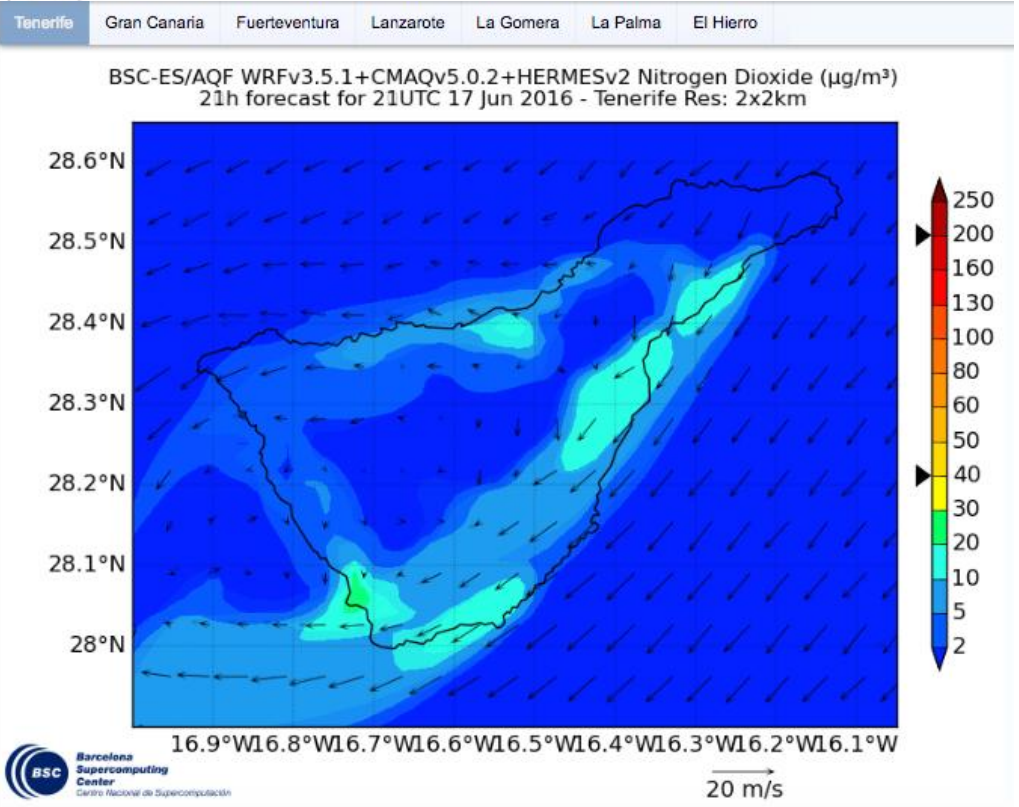


20 m/s

SISTEMA CALIOPE: predicción calidad del aire

concentración de contaminantes → efectos en la salud

App MOVIL



definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

Calidad del Aire

mide la concentración de cada contaminante aire ambiente

Directivas 2008/50/EC: valores límite para las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y gases (SO_2 , CO , NO_x , O_3) en el aire ambiente

Las **administraciones están obligadas** a facilitar datos en tiempo real de la calidad del aire

datos web, TV, radio, prensa

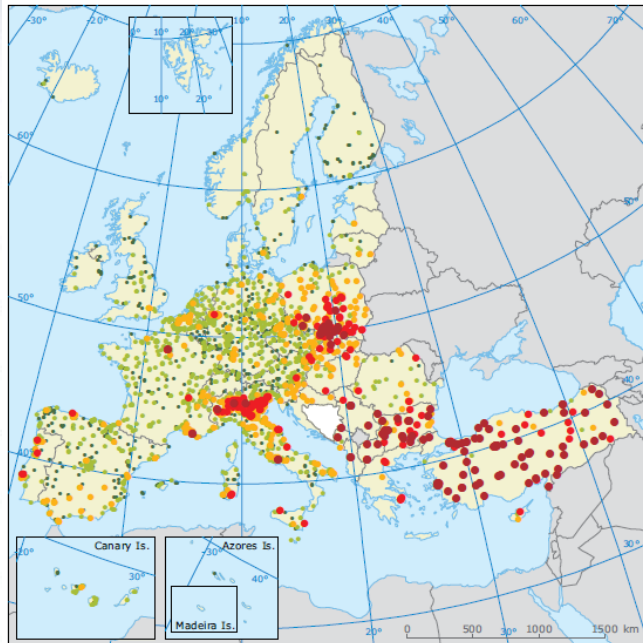
España:

Mediciones las realizan las CCAA

Ministerio de Medio Ambiente: centraliza datos validados

Agencia Europea de Medio Ambiente

red de vigilancia de la calidad del aire



ambientes urbanos



ambientes industriales



ambientes rurales

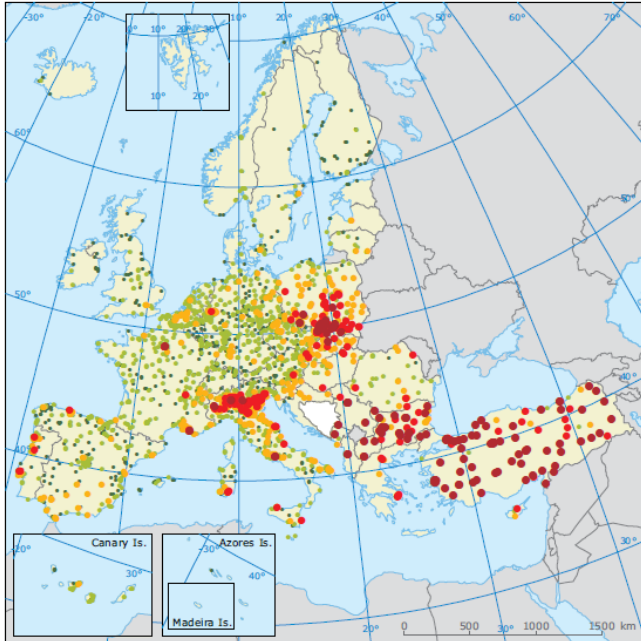


NO_x, CO, SO₂, O₃
benceno, tolueno, xileno
PM₁₀ y PM_{2.5}

Redes de Calidad del Aire

Medida de gases reactivos in-situ (CO, SO₂, NO_x y O₃ superficial)

red de vigilancia de la calidad del aire



ambientes urbanos



NO_x, CO, SO₂, O₃
benceno, tolueno, xileno
PM₁₀ y PM_{2.5}

Directriz de 2005 de la OMS: Valores límite recomendados

NO_2

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 1h

SO_2

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media en 24h
500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 10 min

O_3

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 8h

$\text{PM}_{2.5}$

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h

PM_{10}

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h

Directivas Europeas de Calidad del Aire

NO_2

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 1h (≤ 18 veces/año)
30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual VEGETACIÓN

SO_2

125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media en 24h (≤ 3 veces/año)
350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media en 1h (≤ 24 veces/año)
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media en 1 año y 1 invierno (Oct-Mar) VEGETACIÓN

O_3

120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de max (media móvil en 8h) (≤ 25 veces en 3 años)
AOT40 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ acumulado de Mayo-Julio 5 años VEGETACIÓN

$\text{PM}_{2.5}$

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual

PM_{10}

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h (≤ 35 veces/año)

Datos online en:
las redes de las consejerías de medio ambiente de las CCAA
y
en la Agencia Europea de Medio Ambiente

definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW

Episodios de PM y escenarios meteorológicos

Sabemos como varían los niveles de PM en función de los escenarios meteorológicos sinópticos

Episodios PM regionales:

Episodios PM Atlánticos:

Episodios PM Urbanos-locales:

Episodios PM polvo del Sahara:

Episodios de PM y escenarios meteorológicos

Episodios PM regionales: Los niveles de PM aumentan simultáneamente en áreas urbanas y rurales
verano

Transporte de PM desde las zonas de emisión (ciudades e industria) hasta las zonas rurales y envejecimiento del aire contaminado debido a la escasa renovación de las masas de aire

Origin of high summer PM₁₀ and TSP concentrations at rural sites in Eastern Spain

Sergio Rodríguez^{a,*}, Xavier Querol^a, Andrés Alastuey^a, Enrique Mantilla^b

Atmospheric Environment 36 (2002) 3101–3112

Episodios de PM y escenarios meteorológicos

Episodios PM Atlánticos: Los niveles de PM disminuyen simultáneamente **todo el año** en áreas urbanas y rurales
Entrada de aire limpio, generalmente desde el Atlántico

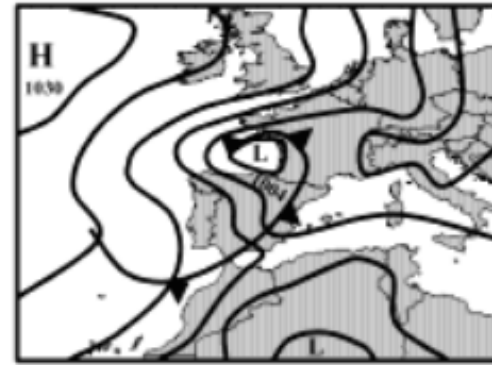
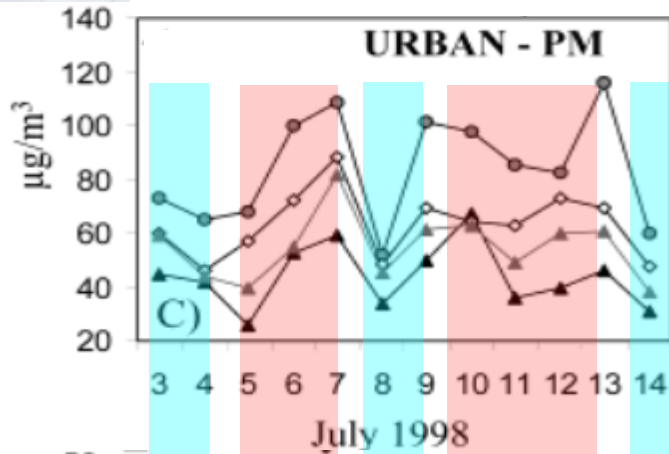
Origin of high summer PM₁₀ and TSP concentrations at rural sites in Eastern Spain

Sergio Rodríguez^{a,*}, Xavier Querol^a, Andrés Alastuey^a, Enrique Mantilla^b

Atmospheric Environment 36 (2002) 3101–3112

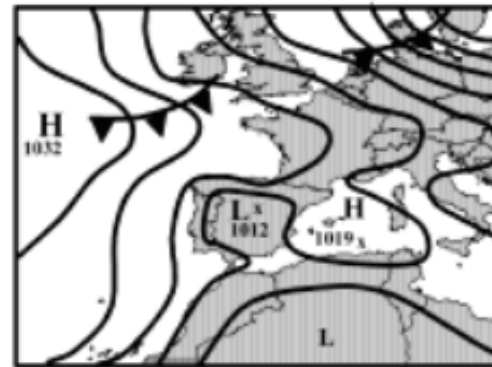
Episodios PM regionales y Atlánticos:

PM₁₀ urbano



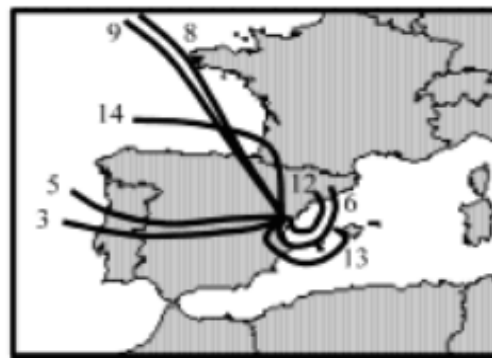
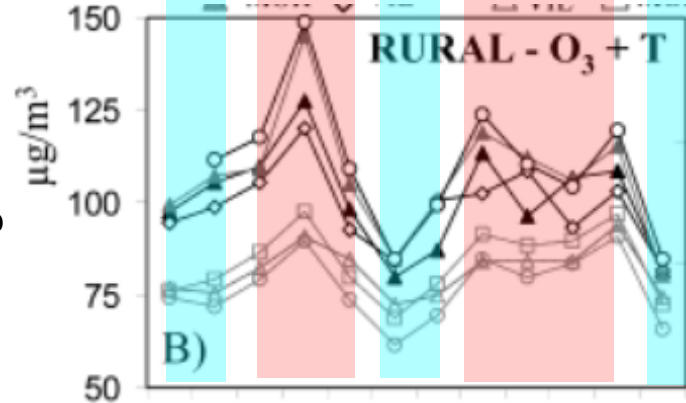
D) 12UTC 2 July 1998

PM₁₀ rural



E) 12 UTC 6 July 1998

O₃ rural



F) July 1998

Episodios de PM y escenarios meteorológicos

Episodios PM Urbanos-locales: Los niveles de PM aumentan en las ciudades y se **invierno** mantienen bajos en las áreas rurales

Acumulación de contaminantes en áreas urbanas

Environ. Sci. Technol. 2003, 37, 216–222

Events Affecting Levels and Seasonal Evolution of Airborne Particulate Matter Concentrations in the Western Mediterranean

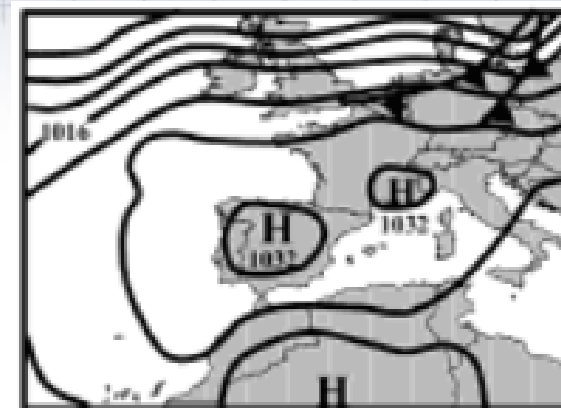
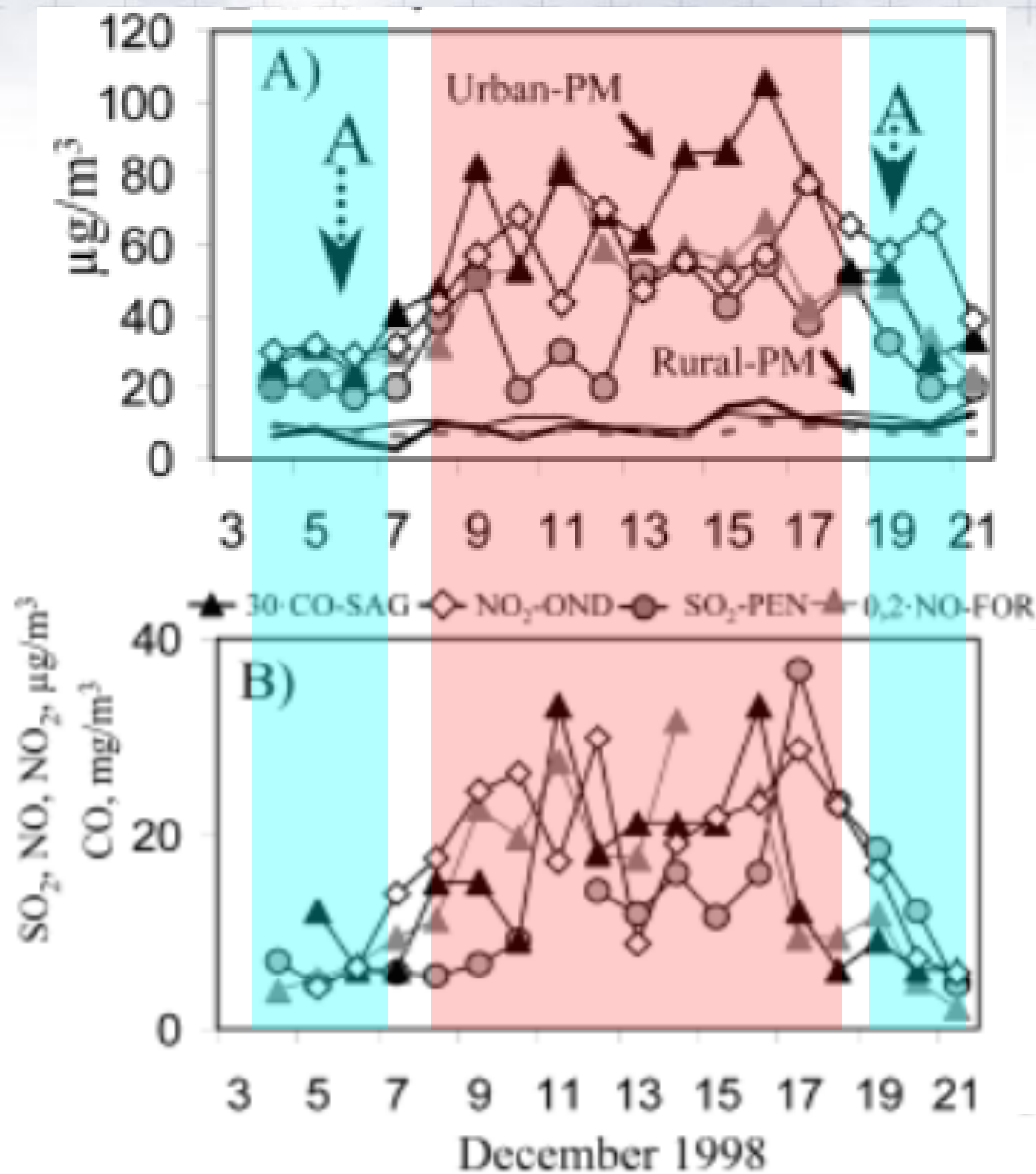
SERGIO RODRÍGUEZ,* XAVIER QUEROL,
ANDRÉS ALASTUEY, AND
MARÍA-MAR VIANA

*Institute of Earth Sciences "Jaume Almera", CSIC,
Lluís Solé i Sabarís s/n, 08028, Barcelona, Spain*

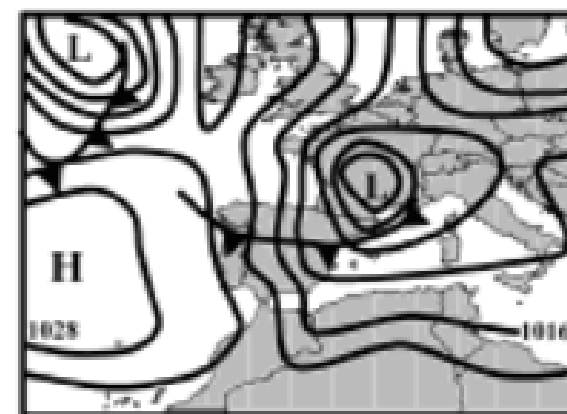
ENRIQUE MANTILLA

*Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, CEAM,
Parque tecnológico, C-4, sector oeste, 46980, Paterna,
Valencia, Spain*

Episodios PM urbano y Atlánticos:



C) 12UTC 15 December 1998



D) 12UTC 20 December 1998

Episodios de PM y escenarios meteorológicos

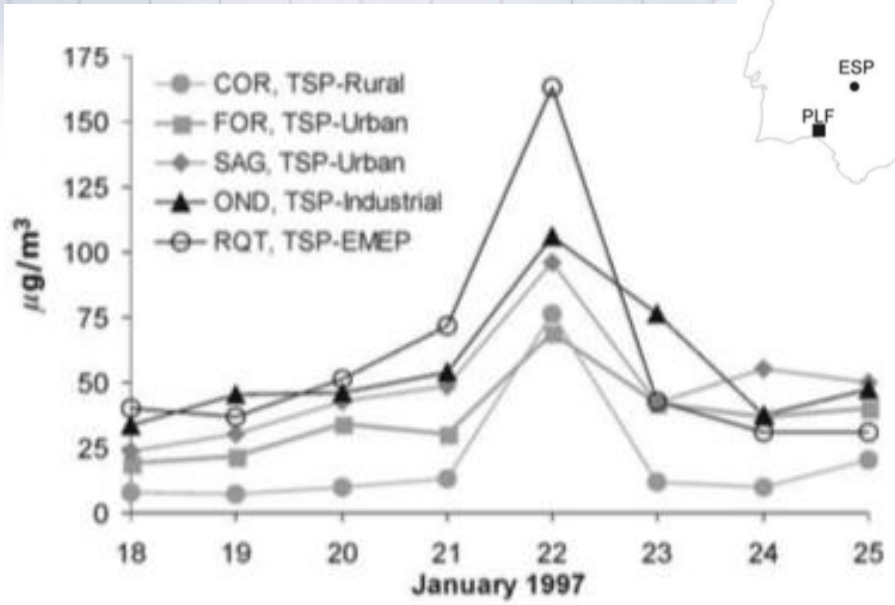
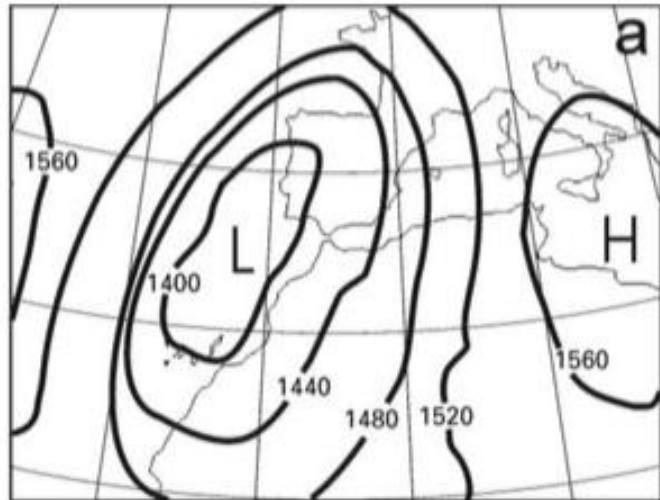
Episodios PM polvo Sahara: Los niveles de PM aumentan simultáneamente en áreas urbanas y rurales
primavera, verano, otoño
Transporte de polvo desde el desierto del Sahara

Saharan dust contributions to PM₁₀ and TSP levels
in Southern and Eastern Spain

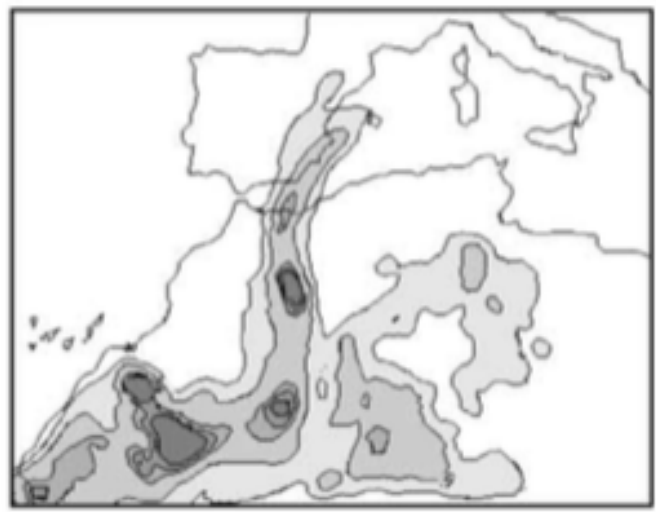
S. Rodríguez^{a,*}, X. Querol^a, A. Alastuey^a, G. Kallos^b, O. Kakaliagou^b

Atmospheric Environment 35 (2001) 2433–2447

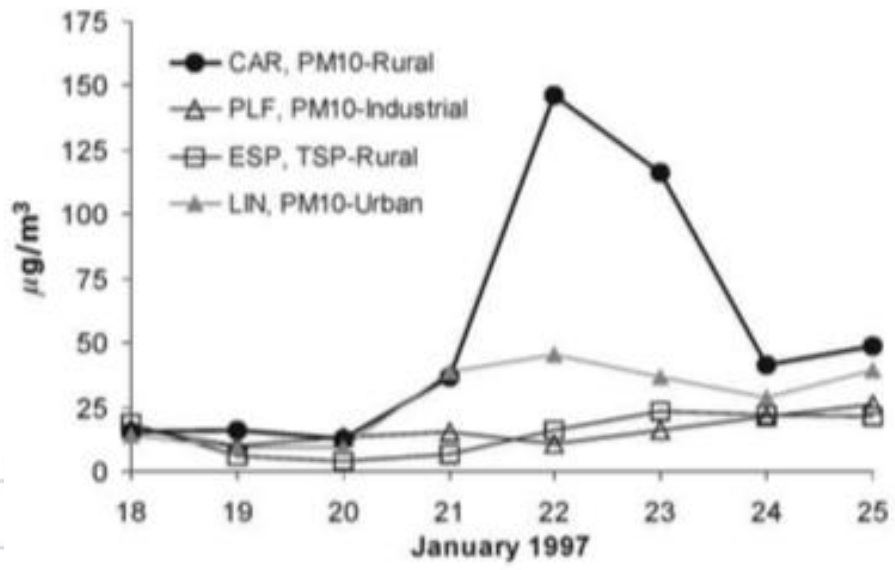
Episodios PM polvo Sahara: primavera, verano, otoño



dust load, g / m²

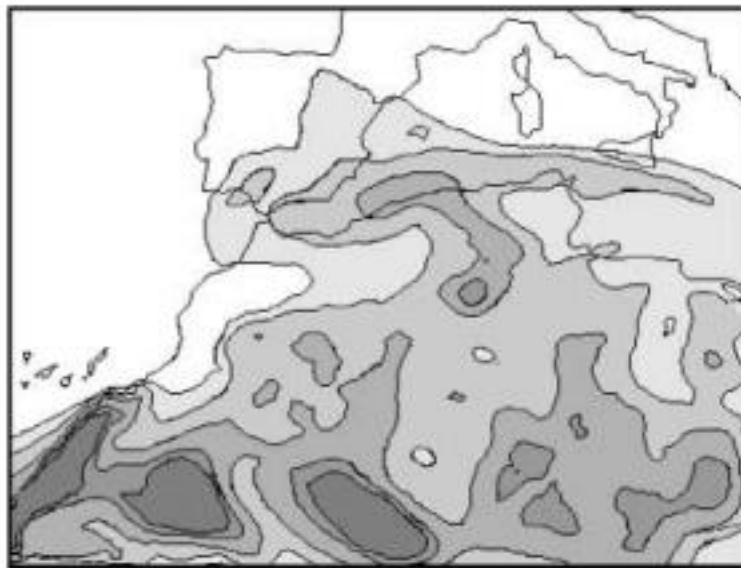
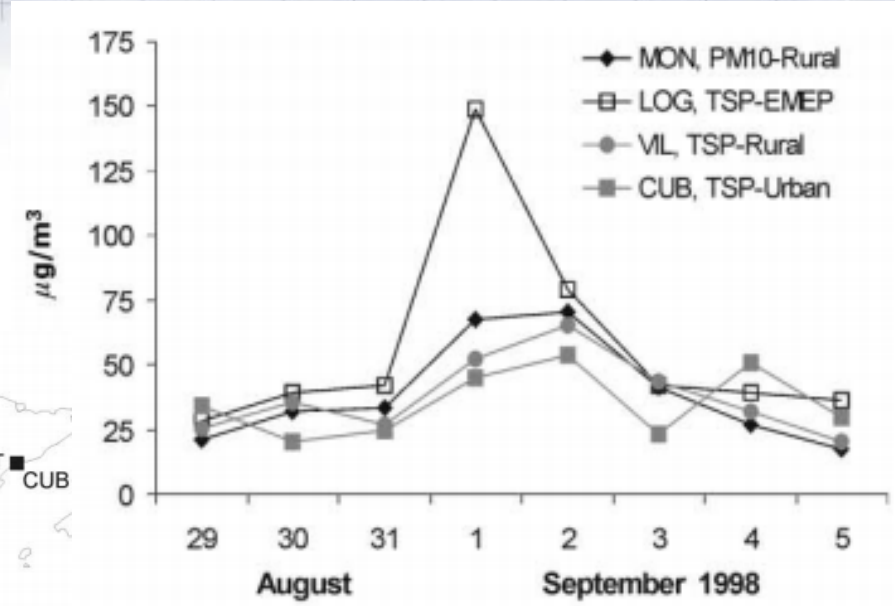
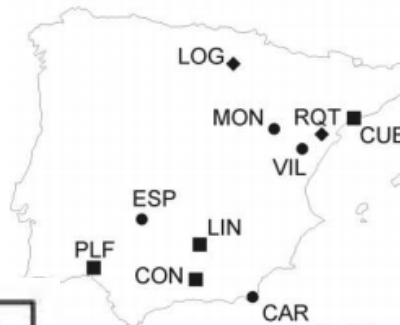
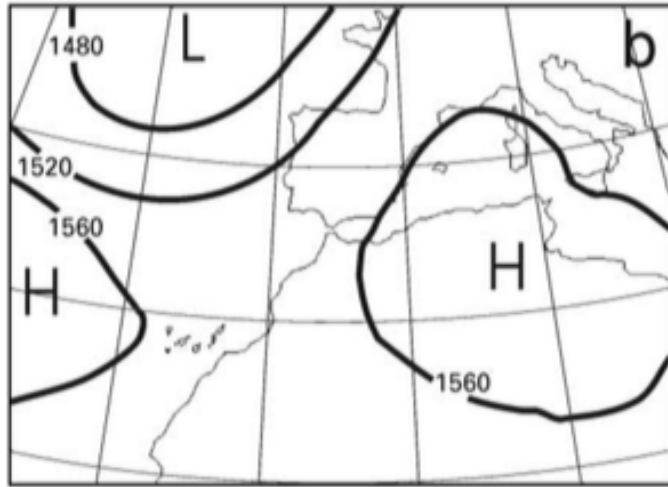


18:00 UTC 22 January 1997

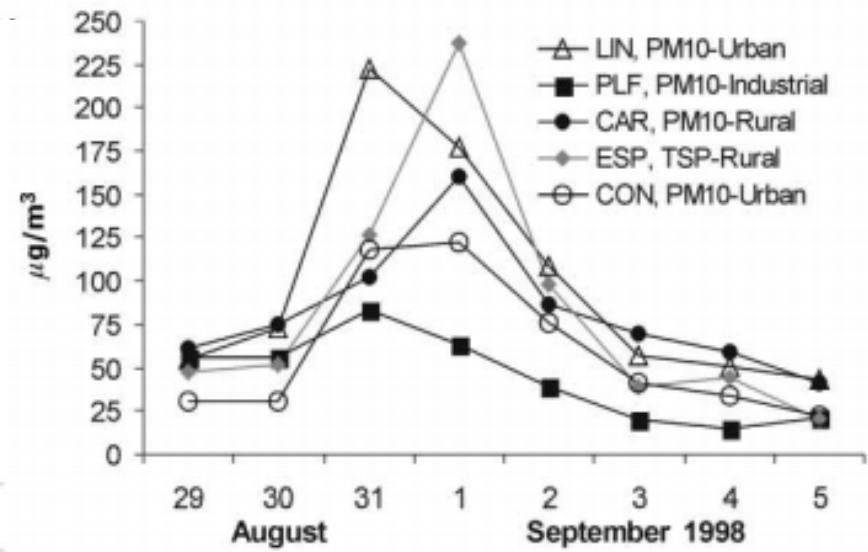


Episodios PM polvo Sahara:

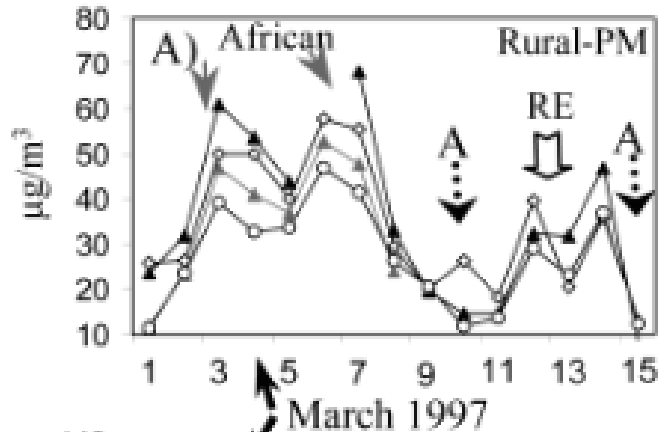
primavera, **verano**, otoño



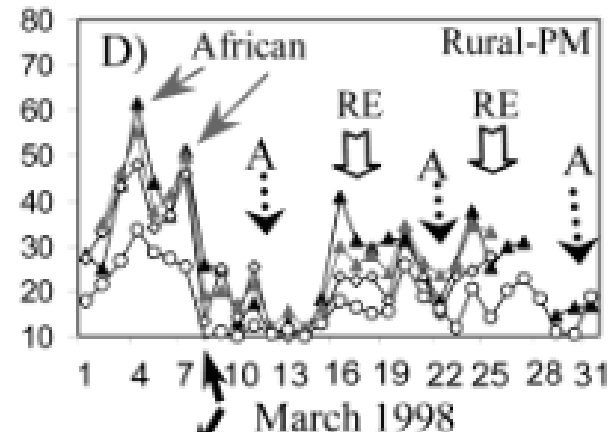
18:00 UTC 1 September 1998



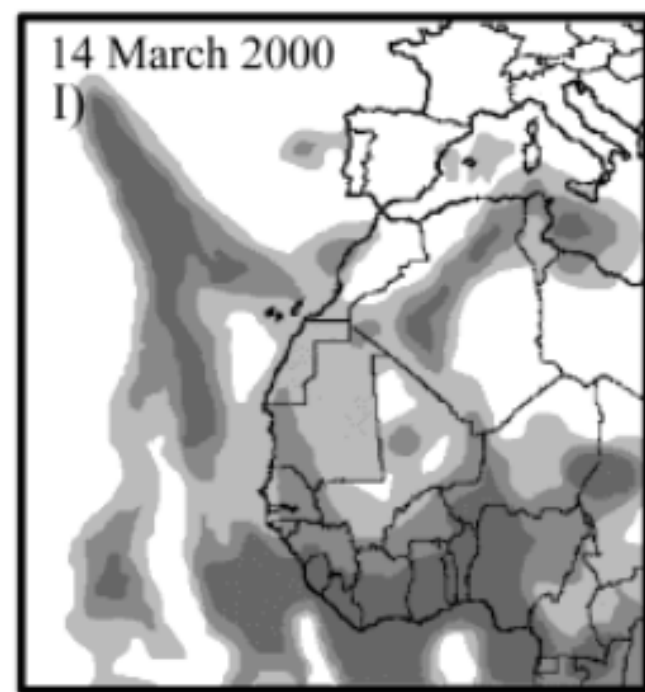
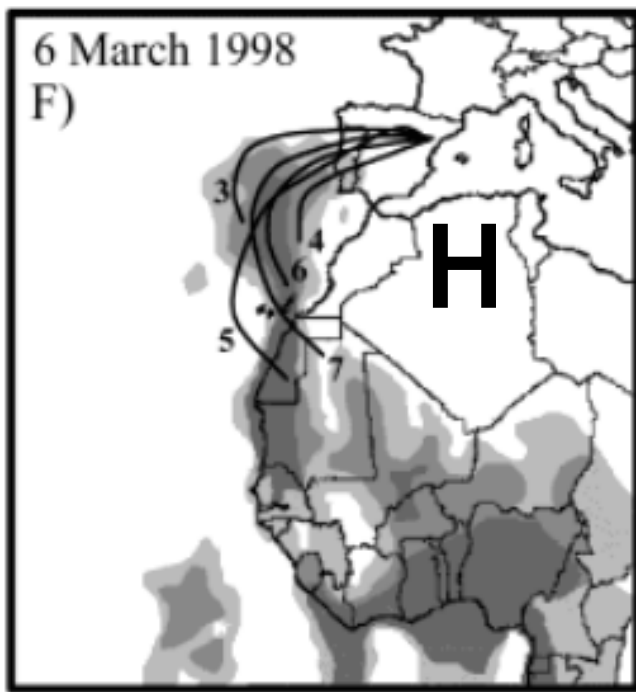
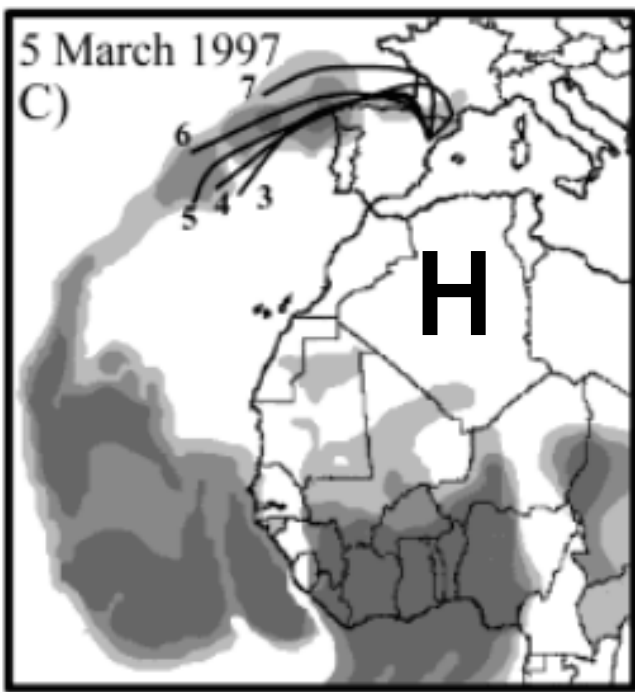
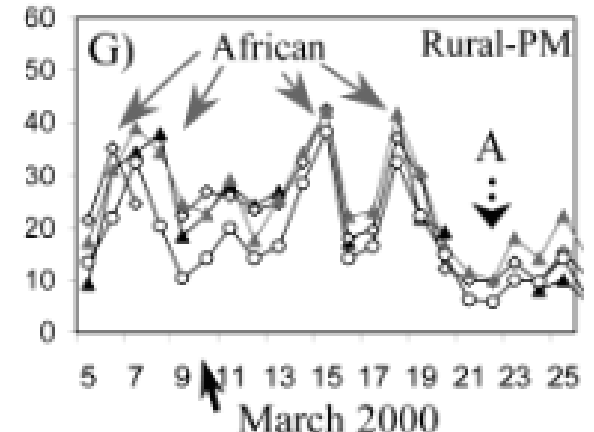
MARCH 1997



MARCH 1998



MARCH 2000



Episodios de PM y escenarios meteorológicos



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO



Episodios de contaminación PM:

- **verano** (Jun - Sept)

son **regionales**

PM: sulfato (industria) + automóviles

Industria (SO₂): centrales carbón, refinerías...

- **invierno** (Nov-Mar) son

locales urbanos

PM: automóviles (mat orgánica + nitrato)

DIESEL

NO₂

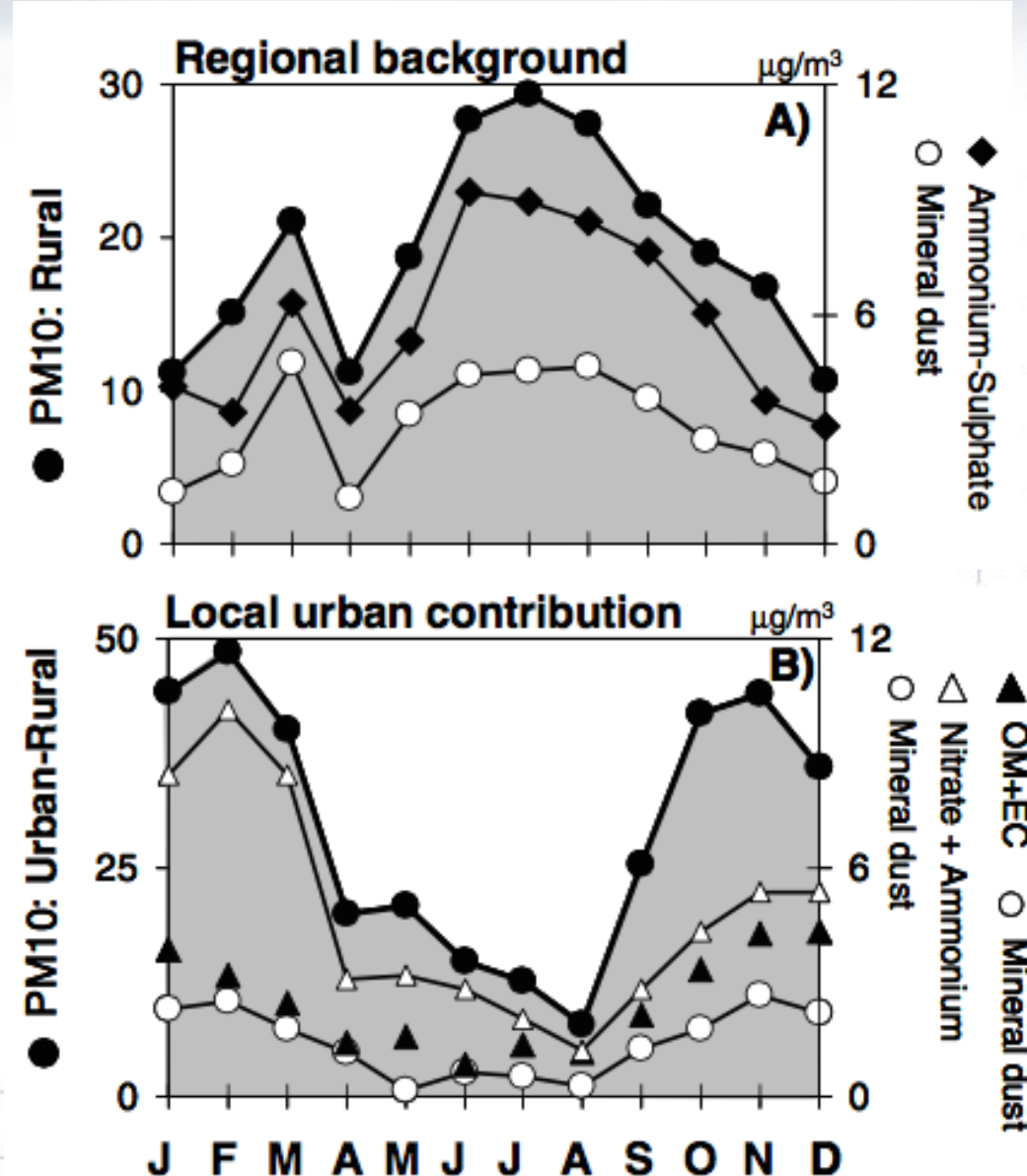
NITRATO

hollín

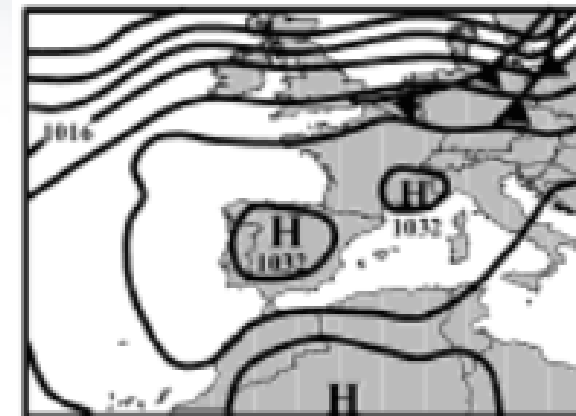
materia orgánica

hidrocarburos

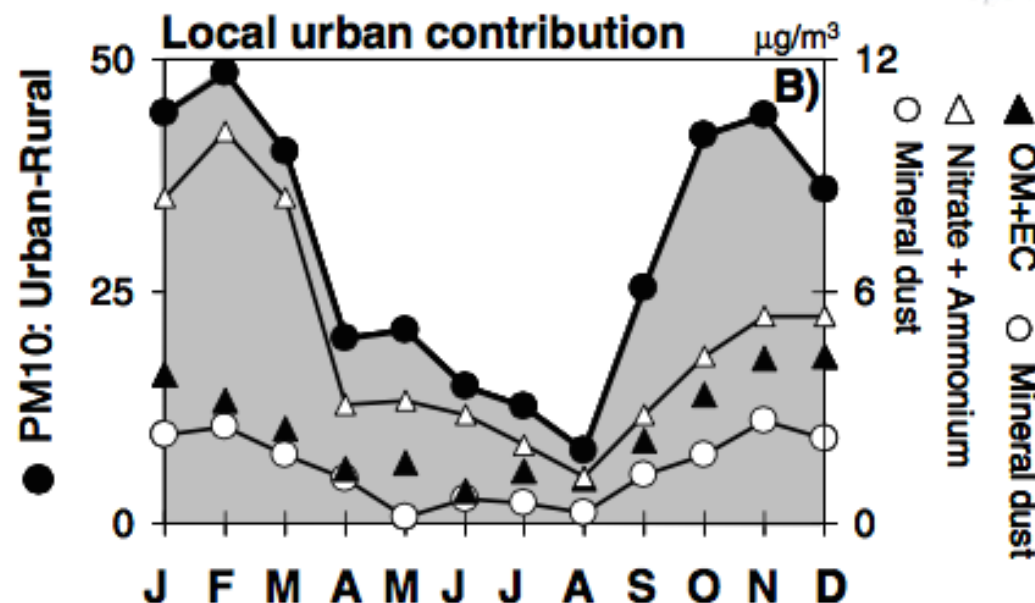
condensados



Episodios de PM y escenarios meteorológicos



-**invierno** (Nov-Mar) son
locales urbanos
PM: automóviles (mat orgánica + nitrato)
DIESEL



definiciones

fuentes, tamaño y composición

CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW



Centro de prensa	Publicaciones	Países	Programas y proyectos	Acerca de la OMS
------------------	---------------	--------	-----------------------	------------------

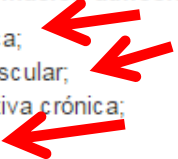
Centro de prensa

7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica
 ≈ 3.5 contaminación interiores
 ≈ 3.5 contaminación aire ambiente (exterior)

Enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y cáncer

Muertes debidas a la contaminación atmosférica – desglose por enfermedad:

- 40% – cardiopatía isquémica;
- 40% – accidente cerebrovascular;
- 11% – neumopatía obstructiva crónica;
- 6% - cáncer de pulmón; y
- 3% – infección aguda de las vías respiratorias inferiores en los niños.



Dieta rica en grasas y exposición a PM_{2.5}: aterosclerosis



International Agency for Research on Cancer



PRESS RELEASE
N° 221



17 October 2013

IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths

Lyon/Geneva, 17 October 2013 – The specialized cancer agency of the World Health Organization, the International Agency for Research on Cancer (IARC), announced today that it has classified outdoor air pollution as *carcinogenic to humans* (Group 1).

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de la OMS:

Contaminación atmosférica : sustancia cancerígena de nivel 1 (el más alto en la escala, sustancias sobre las que no cabe duda científica).

La contaminación atmosférica causa cáncer de pulmón.

→OMS Junio 2013: En ciudades Europeas en las que se cumple la legislación vigente se observan efectos en la salud debidos a la contaminación



La OMS recomienda a la Unión Europea revisar su legislación para reducir las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente

Review of evidence
on health aspects of
air pollution –
REVIHAAP Project

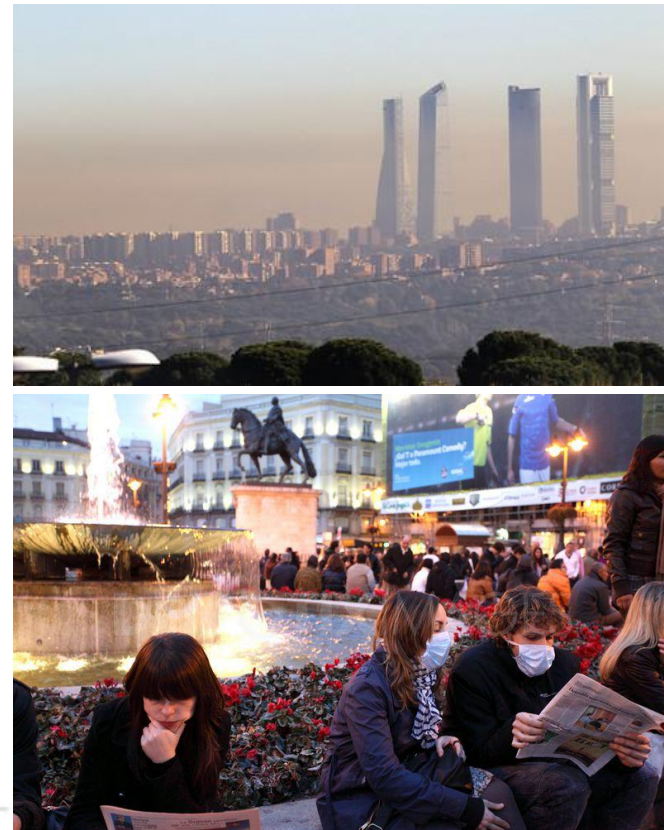
Technical Report

3 Junio 2013



This publication arises from the project REVIHAAP and has received funding from the European Union.

AMBIENTES URBANOS



definiciones

fuentes, tamaño y composición

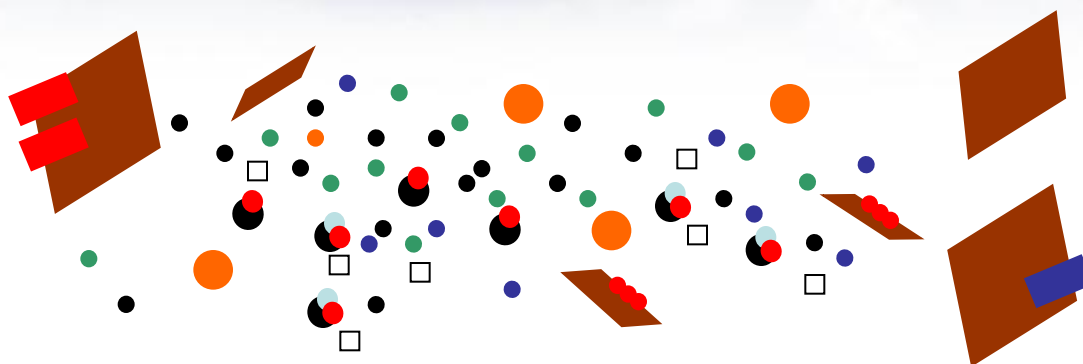
CALIOPE

observación calidad del aire

episodios de PM y meteorología sinóptica

efectos en la salud

clima, programa GAW



mineral, calima
sal marina
sulfato
nitrato
materia orgánica
hollín 'carbono negro'
metales



cocktail:

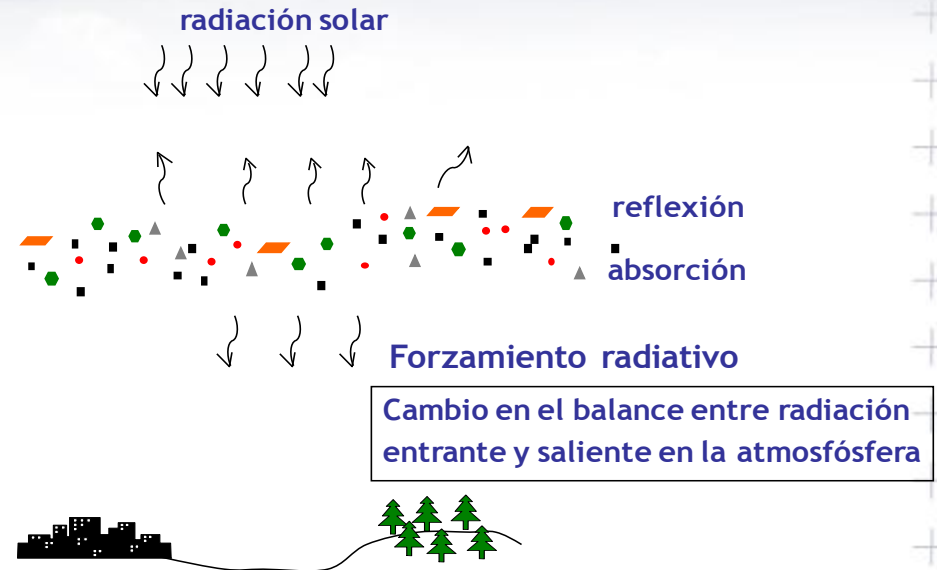
Las partículas son una mezcla de numerosos compuestos químicos, naturales y/o antropogénicos, cuyo tamaño varía entre 1 nm y 10 µm

Efectos de los aerosoles en el clima:

- radiación
- nubes y lluvias
- polvo desértico

Efectos de los aerosoles en el clima:

- radiación
- nubes y lluvias
- polvo desértico

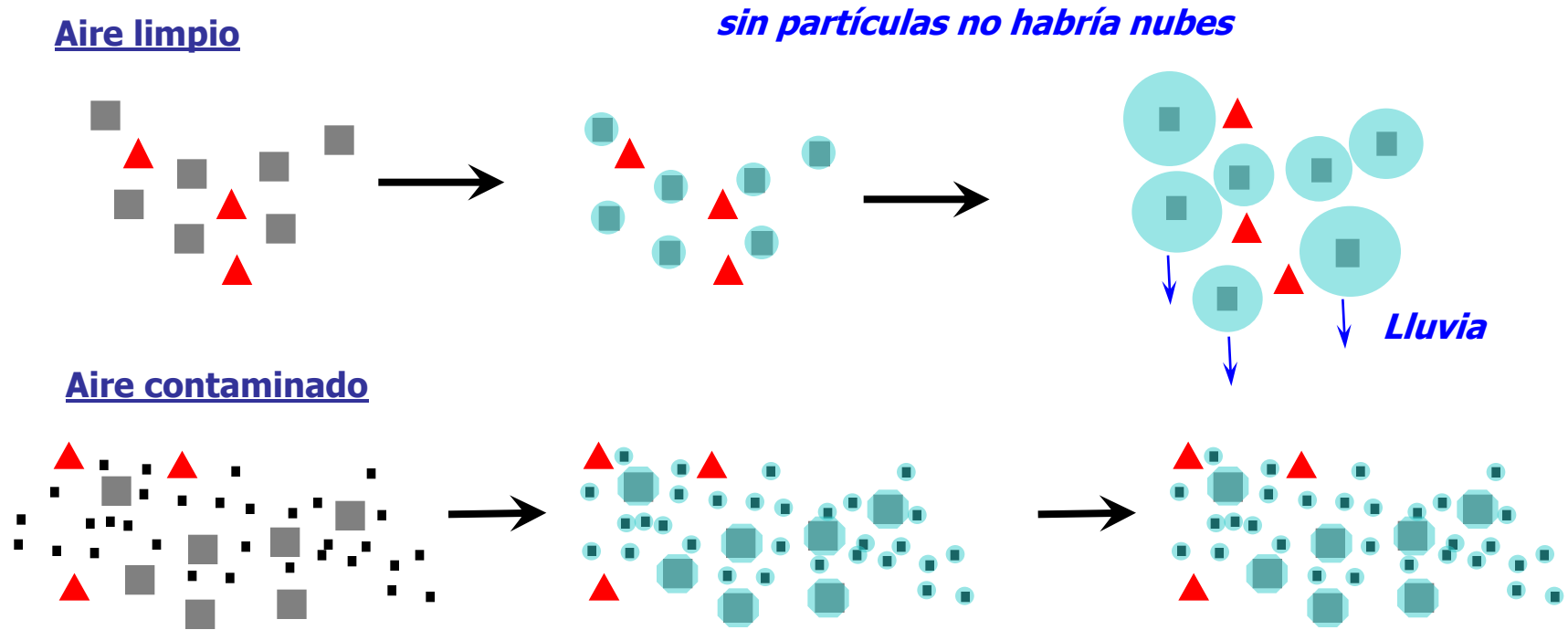


Forzamiento

CO ₂	+1.68 Wm ⁻² (>1750)
aerosoles directo	-0.35 Wm ⁻² (>1750)
aerosoles nubes	-0.55 Wm ⁻² (>1750)

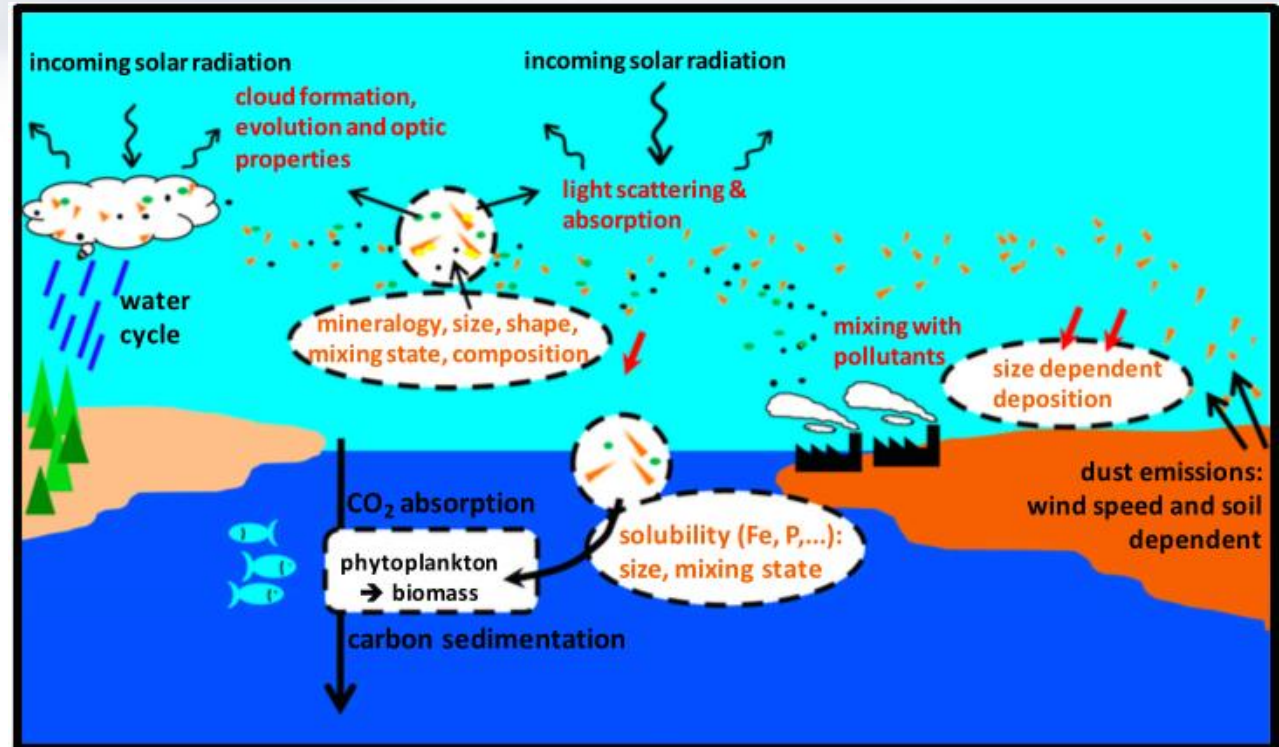
Efectos de los aerosoles en el clima:

- radiación
- nubes y lluvias
- polvo desértico



Efectos de los aerosoles en el clima:

- radiación
- nubes y lluvias
- polvo desértico



El hierro contenido en el polvo fertiliza el fitoplankton marino, aumentando la cantidad de CO₂ que la biomasa marina absorbe de la atmósfera



Global Atmospheric Watch: GAW
Vigilancia Atmosférica Global: VAG

Izaña: 30 years aerosol observations 1987 - 2016

aerosol chemistry 1987

aerosol physic

number concentration 2006

size distribution 10nm - 20 μ m 2008

scattering total- and back- 3 λ 2008

absorption 1 λ 2007

aethalometer 7 λ 2012

view from Izaña:

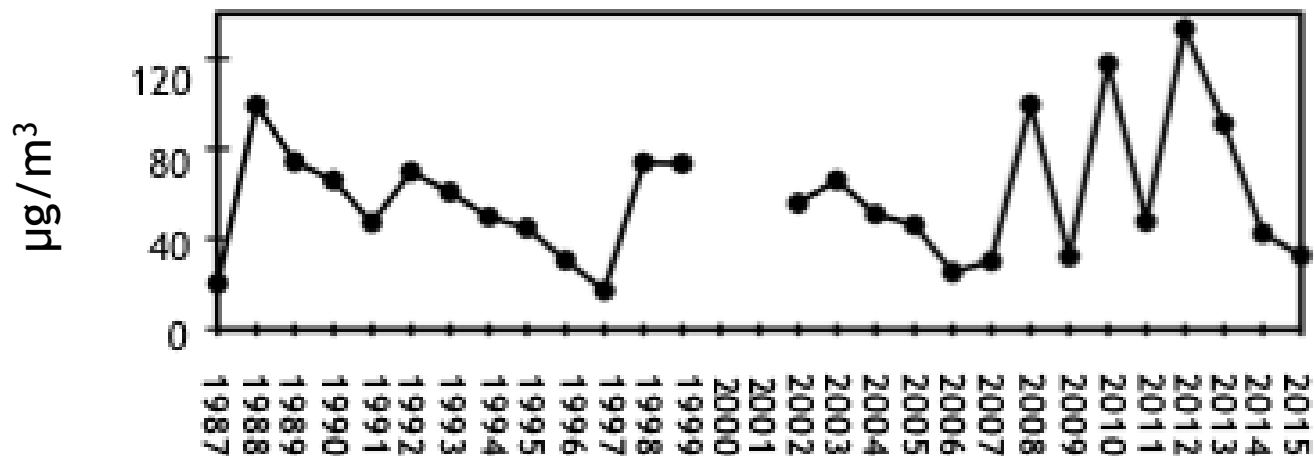


-above the marine stratocumulus
-night-time free troposphere

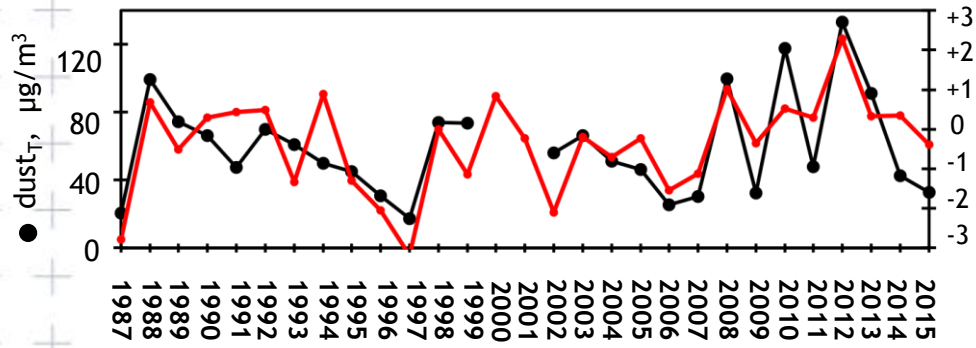
Capa de Aire Sahariano



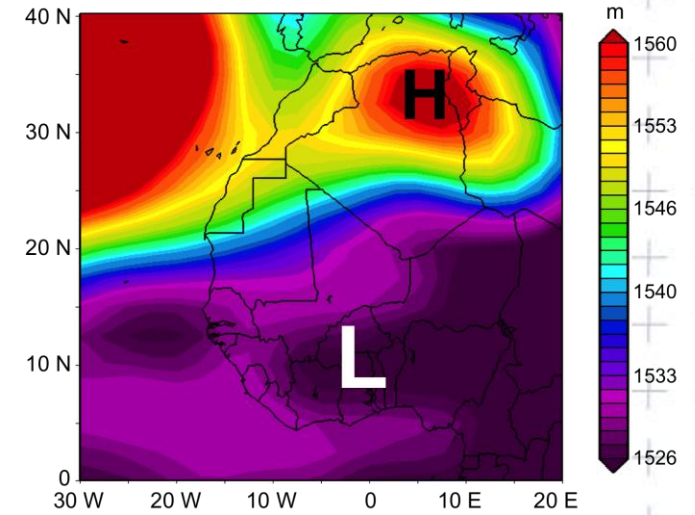
polvo Sahariano en Izaña



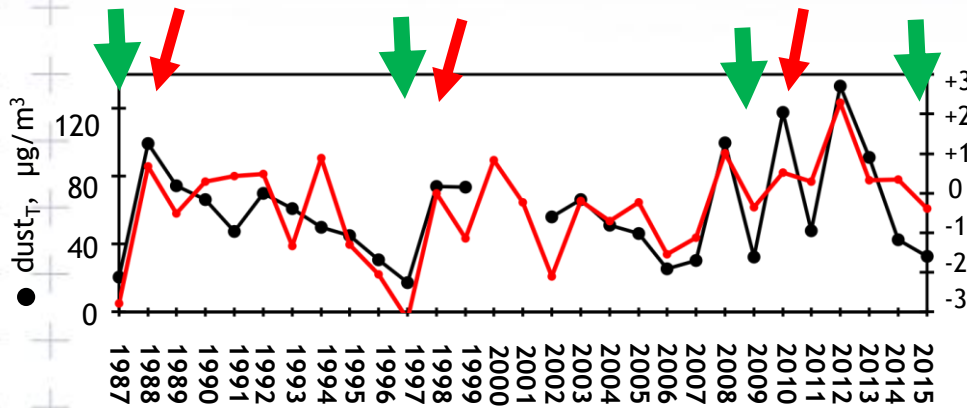
-único observatorio dentro de la capa de aire sahariano
-1987-2016: 30 años observación



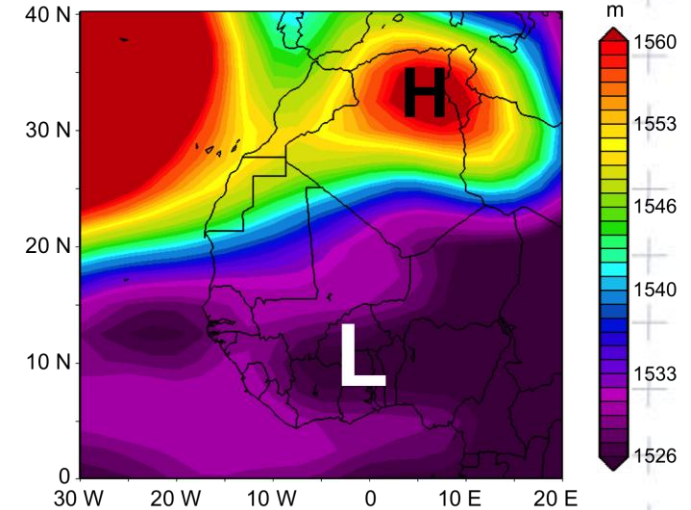
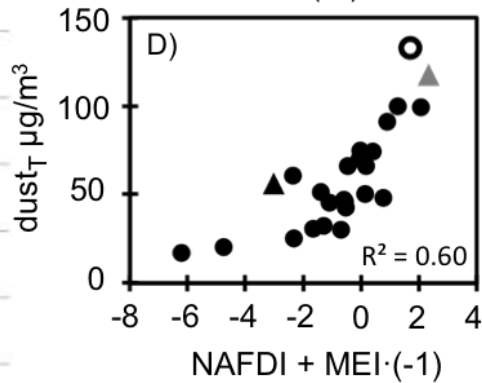
Intensidad del Dipolo Norte Africano



El Niño
La Niña



**Intensidad del
 Dipolo Norte Africano**



Atmos. Chem. Phys., 15, 7471–7486, 2015

Modulation of Saharan dust export by the North African dipole

S. Rodríguez¹, E. Cuevas¹, J. M. Prospero², A. Alastuey³, X. Querol³, J. López-Solano¹, M. I. García^{1,4}, and S. Alonso-Pérez^{1,3,5}

Atmospheric
 Chemistry
 and Physics



Izaña: 1916-2016

Sergio Rodríguez

srodriguezg@aemet.es

Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, Tenerife

