

Gases Reactivos y Calidad del Aire a Escala Global

Omaira García

ogarcia@aemet.es

Programa de Espectrometría de Infrarrojo por Transformada de Fourier
Centro de Investigación Atmosférica de Izaña

**Conceptos Básicos en Composición Atmosférica,
18 Junio 2016,
Observatorio Atmosférico de Izaña**

Antecedentes de la Calidad del Aire

Siglo XIX: Revolución Industrial

Incremento de las emisiones asociadas a procesos de combustión (SO₂, CO, hollín, partículas carbonosas, sulfato y metales pesados) => Comienza el **deterioro de la calidad del aire** en ciudades industrializadas de Europa y América del Norte.



Siglo XX: Detección de Efectos (salud, ecosistemas, económicos)

1950s: Gran Niebla en Londres en 1952

12.000 muertes (por exposición a SO₂ y humos, y por enfermedades respiratorias)

Propulsó movimientos ambientales, y reflexión acerca de la contaminación atmosférica



Londres, Diciembre 1952



Londres, Junio 2014

1970s: Episodios de lluvia ácida en Norte de Europa y América => impacto ecosistemas

Evidenció el transporte de largo recorrido de contaminantes: de la escala local a la escala regional/global

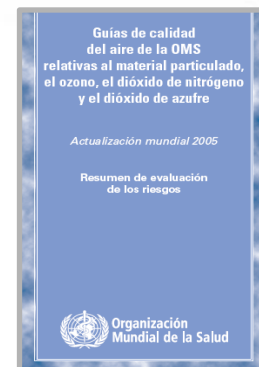
Actualidad de la Calidad del Aire

Uno de los principales problemas medioambientales, gran concienciación social



Organización
Mundial de la Salud

OMS establece que “el aire limpio es uno de los requisitos básicos de la salud y el bienestar humanos.”
Entre 2-4 millones de muertes prematuras al año en todo el mundo.



Desde los 1990s la Comisión Europea establece numerosa legislación, evaluaciones y acciones.



La Comisión Europea declara 2013 el «Año del Aire»

La Unión Europea lleva ocupándose de la contaminación del aire desde los años setenta. Medidas como el control de las emisiones de sustancias dañinas a la atmósfera y la mejora de la calidad de los combustibles han contribuido a avanzar en esta materia, pero el problema sigue ...



La Unión Europea lleva ocupándose de la contaminación del aire desde los años setenta. Medidas como el control de las emisiones de sustancias dañinas a la atmósfera y la mejora de la calidad de los combustibles han contribuido a avanzar en esta materia, pero el problema sigue sin resolver. Esto se debe en gran parte a las actividades humanas: la combustión de combustibles fósiles y el espectacular aumento del tráfico por carretera son solo algunos ejemplos. En consecuencia, se considera que la contaminación del aire es una de las causas principales de diversas enfermedades pulmonares como el asma (actualmente la padecen el doble de personas que hace 30 años) y el origen de más de 350 000 muertes prematuras cada año en la UE. La Comisión Europea va a adoptar una estrategia nueva y ha declarado 2013 el «Año del Aire», que irá acompañado de propuestas nuevas para mejorar la calidad del aire en toda Europa.

http://cordis.europa.eu/news/rcn/35438_es.html



Actualidad de la Calidad del Aire

Importante labor de investigación científica



Original

Relación entre exposición a corto plazo a dióxido de azufre atmosférico y lesiones obstructivas en el síndrome coronario agudo

Alberto Domínguez-Rodríguez^{a,b,c,*}, Javier Abreu-Afonso^d, Yenny Gonzalez^e, Sergio Rodríguez^e, Ruben A. Juárez-Prera^a, Eduardo Arroyo-Ucar^a, Alejandro Jiménez-Sosa^f, Pedro Abreu-González^{c,g} y Pablo Avanzas^h



Online Submissions: <http://www.wjnet.com/esps/wjci@wjnet.com>
doi:10.4330/wjci.v5.i3.49

World J Cardiol 2013 March 26; 5(3): 49-55
ISSN 1949-8462 (online)
© 2013 Baishideng. All rights reserved.

BRIEF ARTICLE

Air pollution and heart failure: Relationship with the ejection fraction

Alberto Dominguez-Rodriguez, Javier Abreu-Afonso, Sergio Rodríguez, Ruben A Juarez-Prera, Eduardo Arrovo-Ucar, Yenny Gonzalez, Pedro Abreu-Gonzalez, Pablo Avanzas

Alta presencia en los medios de comunicación



Madrid podrá prohibir la circulación del 100% de los coches en episodios de contaminación persistentes

Episodio de Contaminación (NO2) en Madrid en Enero 2016



¿Qué es la Calidad del Aire?



El concepto “**Calidad del Aire**” da una idea del grado de pureza del aire que respiramos.

La **Contaminación Atmosférica** es la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

Plan Aire 2013-2016,
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente,
MAGRAMA

Los principales problemas de contaminación están asociados a elevados niveles de partículas en suspensión, **dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono.**

GASES REACTIVOS

Otros contaminantes legislados: COVs (benceno), metales pesados (plomo, arsénico, cadmio, níquel) y hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Índice

**¿Qué son? ¿Por qué es tan importante su medida y control?
¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?**

Fuentes/sumideros y tiempos de vida en la troposfera, efectos en la salud humana y ecosistemas, económicos y climáticos, distribución espacial y temporal y tendencias temporales

Actuación de las autoridades

Normativa y redes operativas de monitorización

¿Cómo se miden?

Técnicas de medida, plataformas espaciales, sistemas integrados de observación-modelización-predicción (bases de datos)

¿Qué son los Gases Reactivos?

- ❑ Grupo muy diverso: O₃ superficial, SO₂, CO, NO_x y NO_y, COVs...
- ❑ Muy activos químicamente => tiempo de vida media cortos (inferiores a 90 días)
- ❑ Papel fundamental en la química atmosférica (participan en el ciclo del carbono, lluvia ácida, smog fotoquímico,...)
- ❑ Relación con el clima: contribuyen directa e indirectamente en el forzamiento radiativo del sistema climático
- ❑ A escala regional: determinan la calidad del aire que respiramos
- ❑ A escala global: modulan la capacidad oxidante de la atmósfera



Fuentes/Sumideros y Tiempos de vida

CO



Fuentes: Incendios forestales, descomposición anaerobia de materia orgánica y océanos (algas y otras fuentes)
Combustión incompleta de materiales que contienen carbón (transporte).

Sumideros: Reacción con OH para producir CO_2 , suelo (mecanismos biológicos).

Tiempo de vida media: 30-90 días => Transporte largo recorrido.

65% antrópicas

NOx

NO+NO₂



Fuentes: Incendios forestales, descomposición de nitratos orgánicos y actividad volcánica.

Quema de combustibles (transporte, procesos industriales y generación de energía eléctrica).

Sumideros: Precursor del O₃ troposférico y aerosol nitrato a través de la reacción con OHx.

Tiempo de vida media: horas-pocos días

80% antrópicas

SO₂



Fuentes: Océanos, actividad volcánica y procesos de decaimiento de la biomasa

Producción energética (centrales térmicas carbón), barcos y procesos industriales (e.j., metalurgia) .

Sumideros: Oxidación o deposición, tanto acuosa (ácido sulfúrico=>lluvia ácida) como en partículas (nitratos).

Tiempo de vida media: 2-4 días.

90% antrópicas

O₃



Fuentes: Inyección desde la estratosfera mediante mecanismos de subsidencia (10%).

Contaminante secundario=> Reacciones entre NOx, CO y COVs en presencia de luz solar (90%) .

Sumideros: Deposición seca en la troposfera, reacciones químicas con OHx.

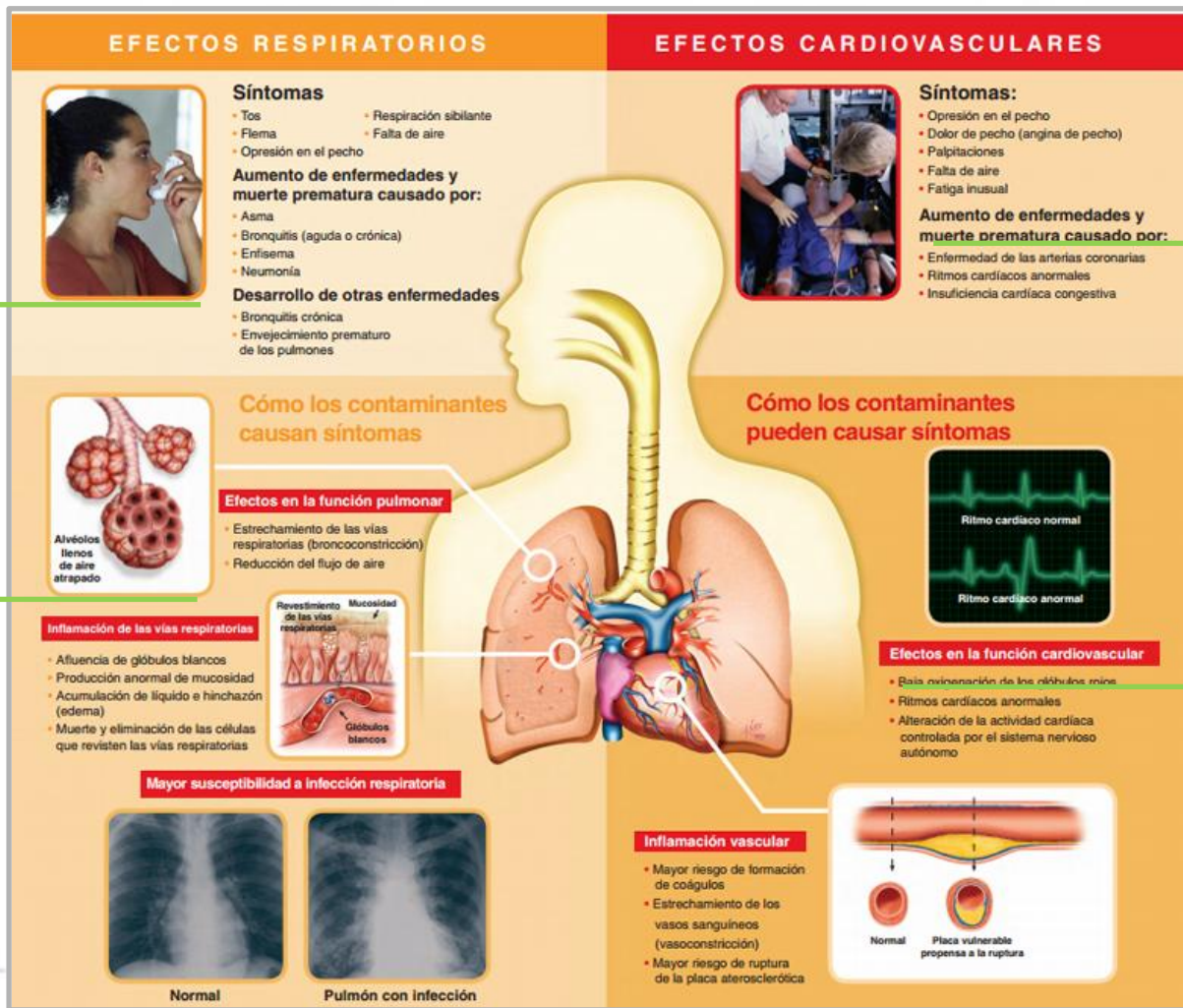
Tiempo de vida media: 25 días=> Transporte largo recorrido.

¿Por qué es tan importante su medida y control?

Efectos directos sobre la **salud de los seres humanos** y ecosistemas, económicos y climáticos

O3: provoca asma, reduce la función pulmonar y origina enfermedades pulmonares

NOx: en los pulmones se transforma en nitrosoaminas (cancerígenas). Disminución del desarrollo pulmonar (niños).



Según la AEMA (2015):
NOx 72.000 (5.900 España)
O3 16.000 (1.800 España)



La hemoglobina atrapa al CO en lugar de O2 => Exposición a concentraciones muy elevadas es letal.

<https://www3.epa.gov/>

¿Por qué es tan importante su medida y control?

Efectos directos sobre la salud de los seres humanos y **ecosistemas**, económicos y climáticos

O3 Es muy oxidante, por lo que afecta la reproducción y crecimiento, altera forma y tiempos de florecimiento,...=>reducción cultivos y tasa crecimiento forestal, así como biodiversidad => Contaminantes más dañino [AEMA, 2015].

Está asociado a aire contaminado envejecido; sus concentraciones son mayores en áreas rurales que urbanas.

Cultivos de hoja verde
(acelgas, espinacas, alcachofas, ...)

Acelgas

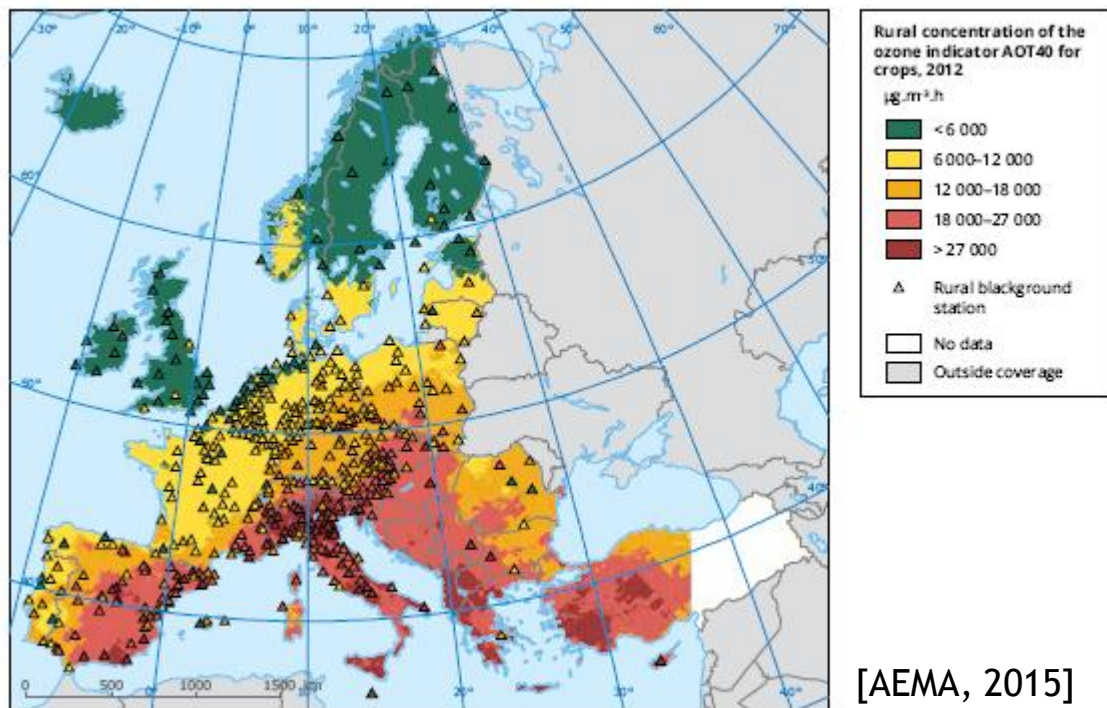


Libre de O₃

200 ug/m³ de O₃

Europa Mediterránea: alto impacto

Map 11.1 Rural concentration of the O₃ indicator AOT40 for crops in 2012



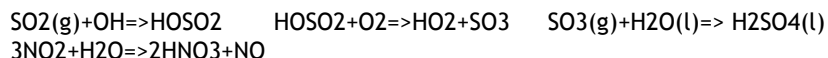
[AEMA, 2015]

¿Por qué es tan importante su medida y control?

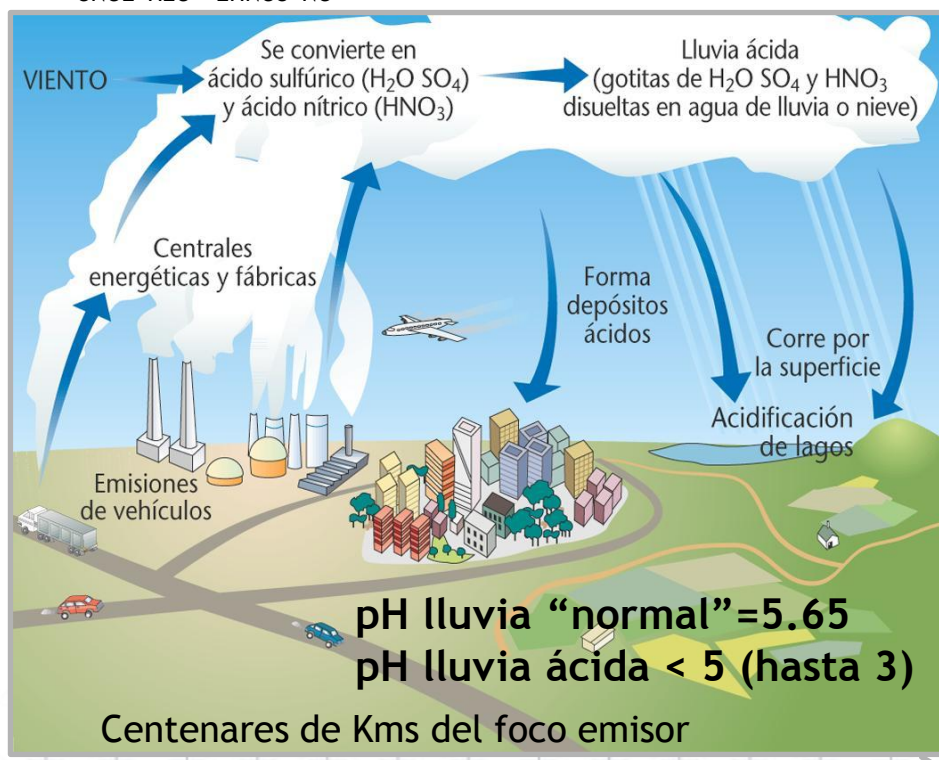
Efectos directos sobre la salud de los seres humanos y **ecosistemas**, económicos y climáticos

SO₂+ NO_x

Lluvia ácida y deposición seca=>Acidificación de lagos, ríos y suelo; reducción de crecimiento (descomposición de la clorofila=>fotosíntesis); decaimiento forestal (1970s); daños en patrimonio cultural (monumentos y edificios).

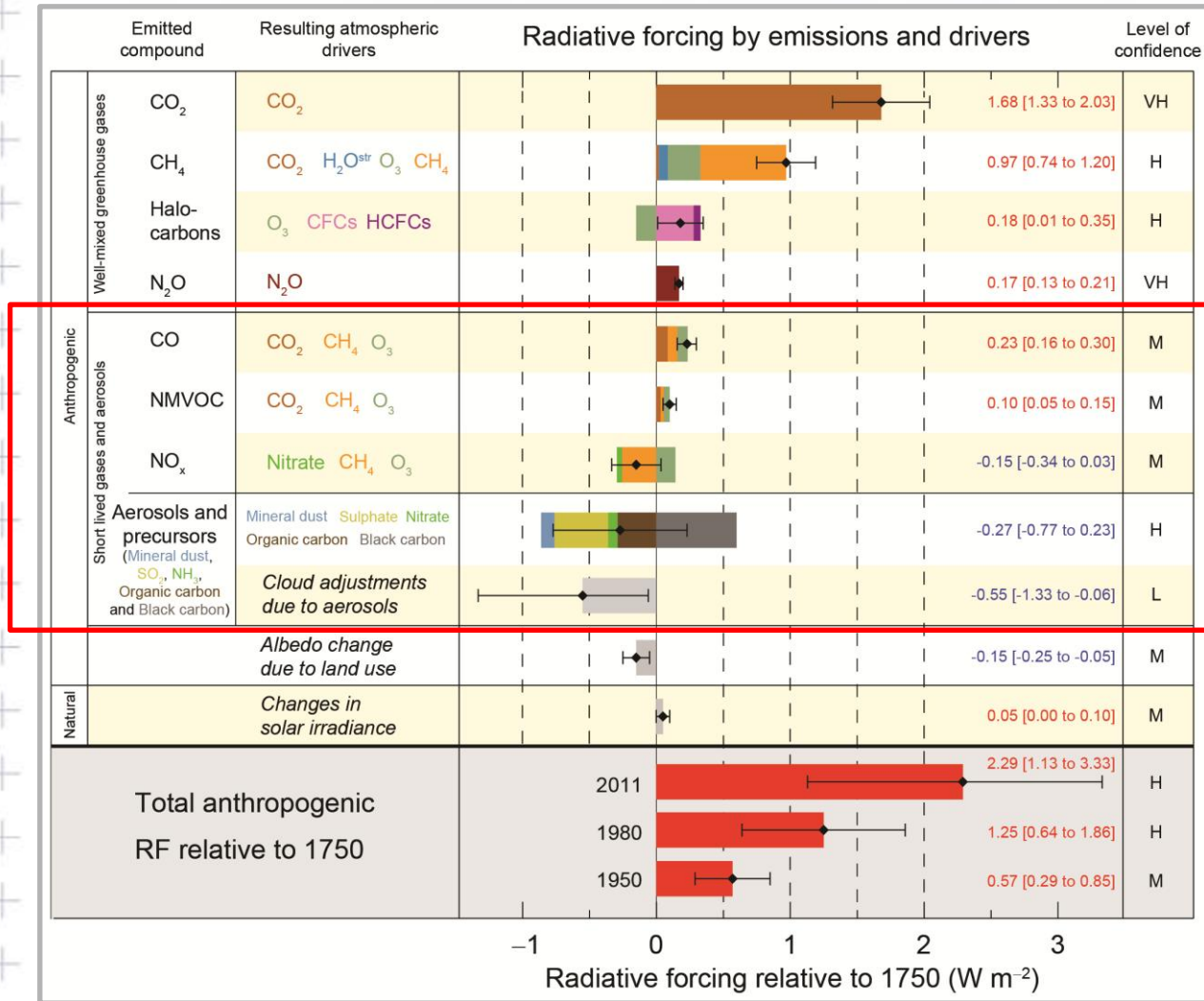


SO₂
NO_x



¿Por qué es tan importante su medida y control?

Efectos directos sobre la salud de los seres humanos y ecosistemas, económicos y **climáticos**



Importante papel en el cambio climático, directa e indirectamente

- CO => Calentamiento
- NOx => Calentamiento (O3)
- => Enfriamiento (nitrato)
- O3 => Calentamiento
- SO2 => Enfriamiento (sulfato)

[IPCC, 2013]

¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?

Escala temporal: ciclos diarios



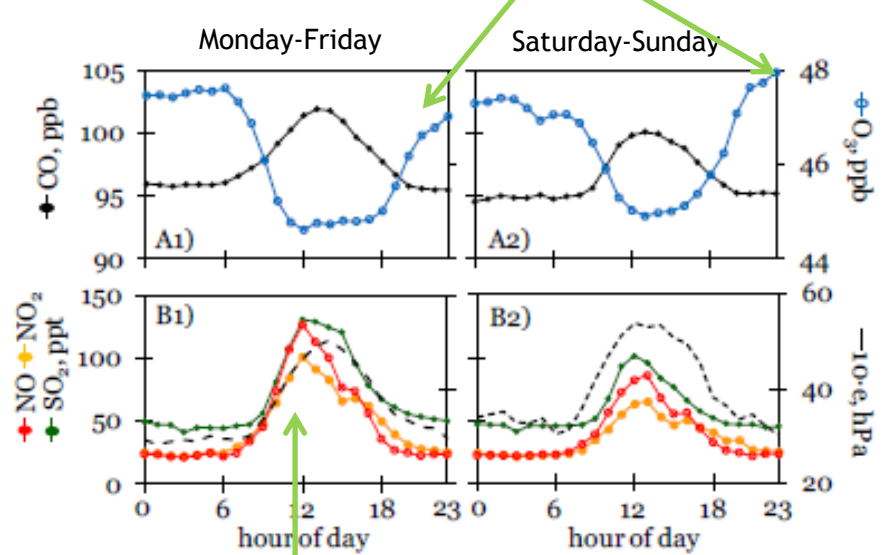
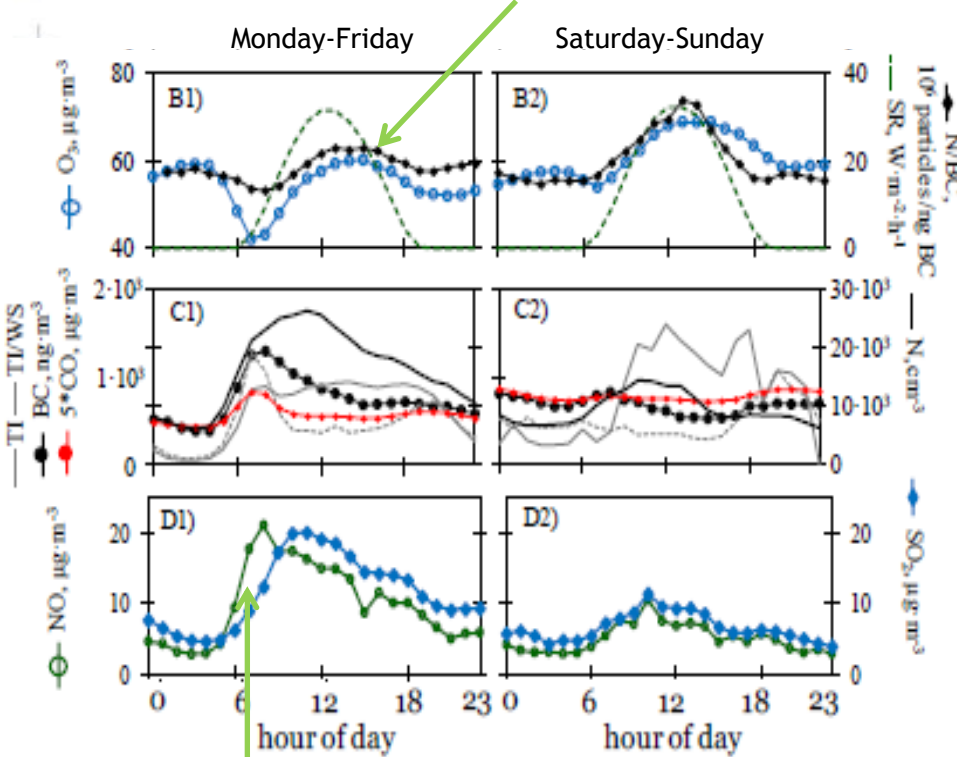
SCO, estación urbana
 O3 (2001), CO, NOx y SO2 (2006)
 GRUME-OMM



IZO, estación de fondo
 O3 (1987), CO (2004), NOx y SO2 (2006)
 VAG-OMM

Producción Foto-química

Transporte de subsidencia



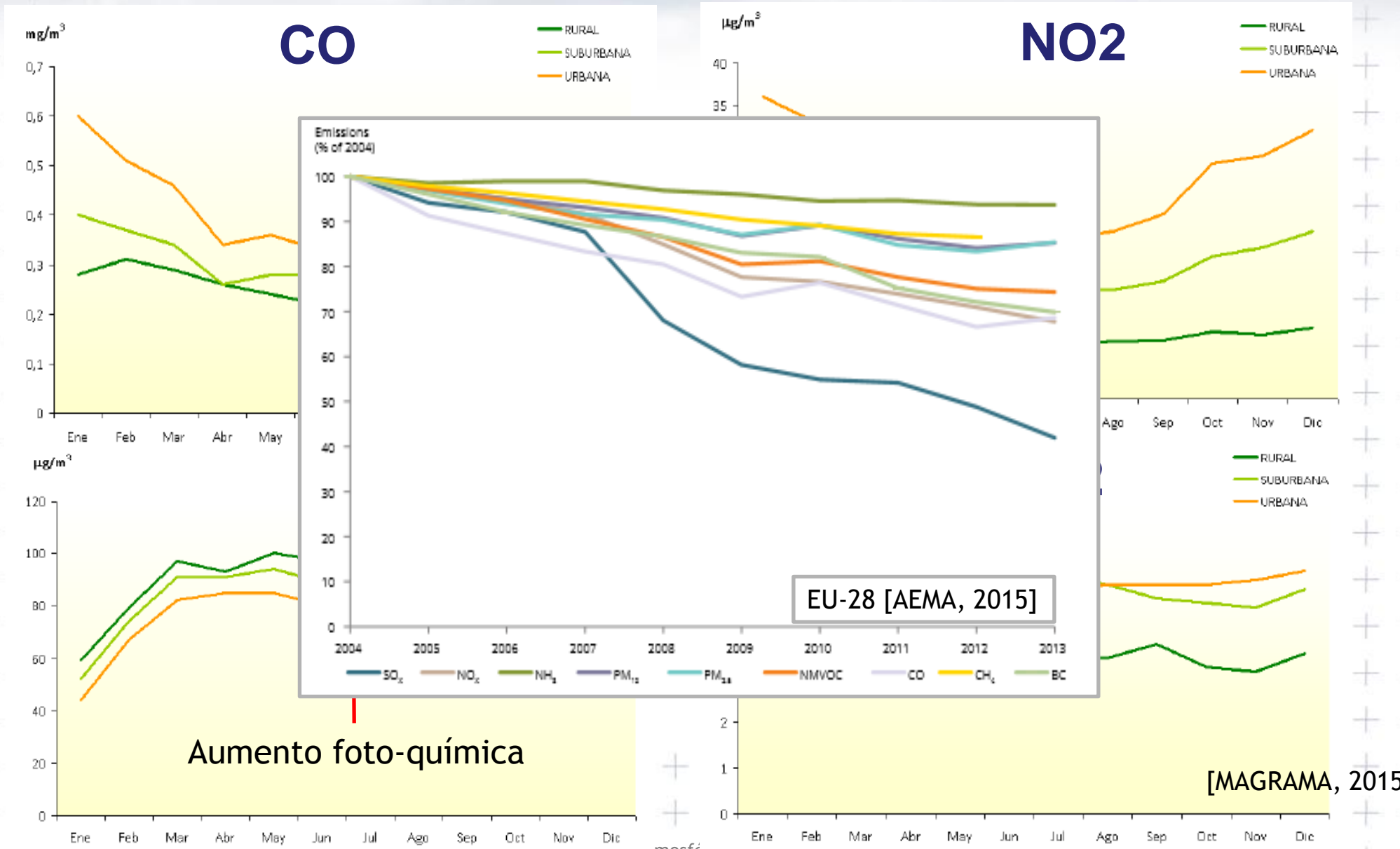
O3: SCO < IZO CO: SCO > IZO
NOx: SCO >> IZO SO2: SCO >> IZO

O3: 45 ppb => 90 µg/m³ CO: 100 ppb => 115 µg/m³
 NO: 100 ppt => 0.1 µg/m³ SO2: 100 ppt => 0.25 µg/m³

[González, 2012]

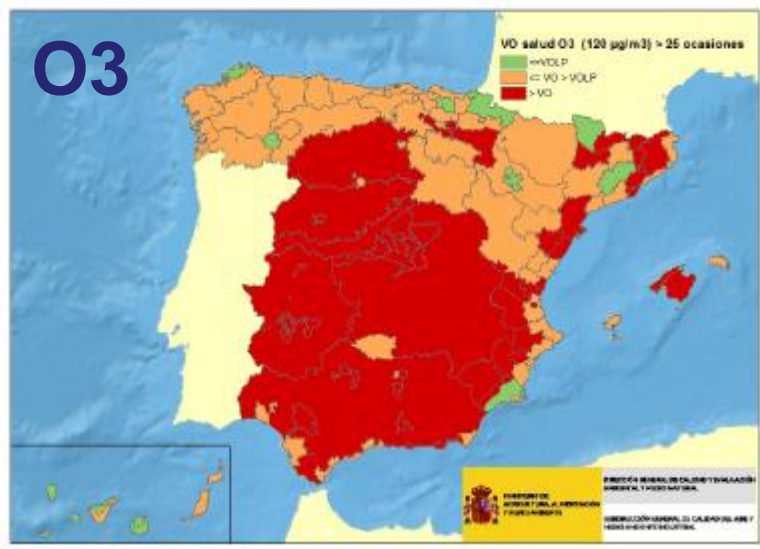
¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?

Escala temporal: ciclo estacional y tendencias temporales



¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?

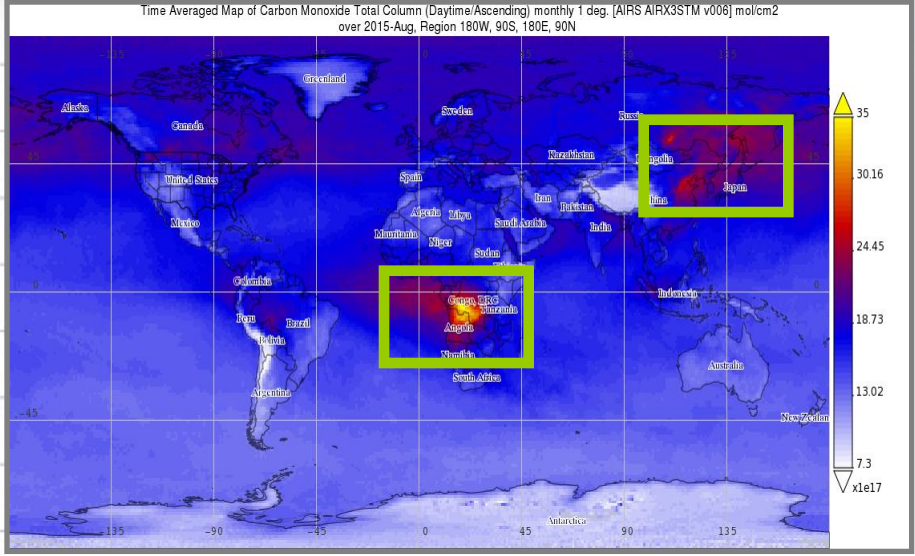
De la escala local a la global, transporte de largo recorrido



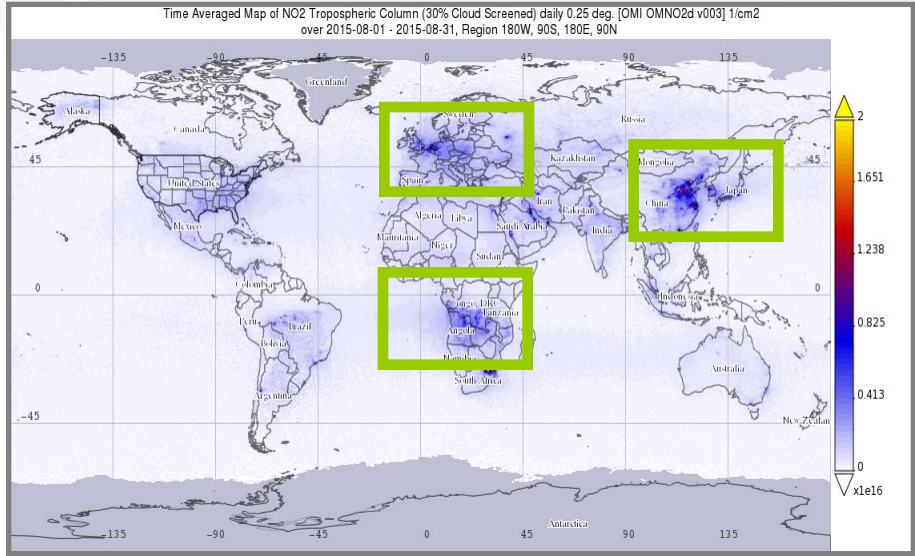
¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?

De la escala local a la global, transporte de largo recorrido

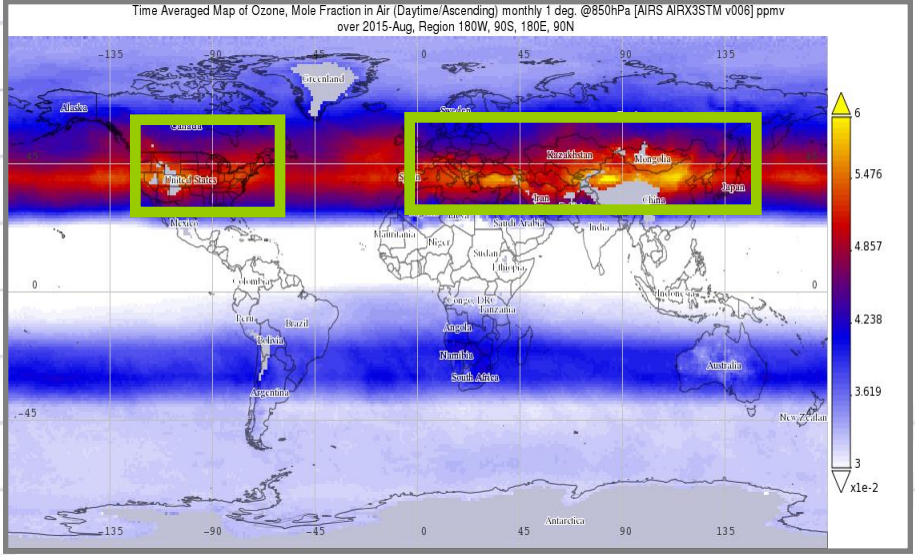
CO



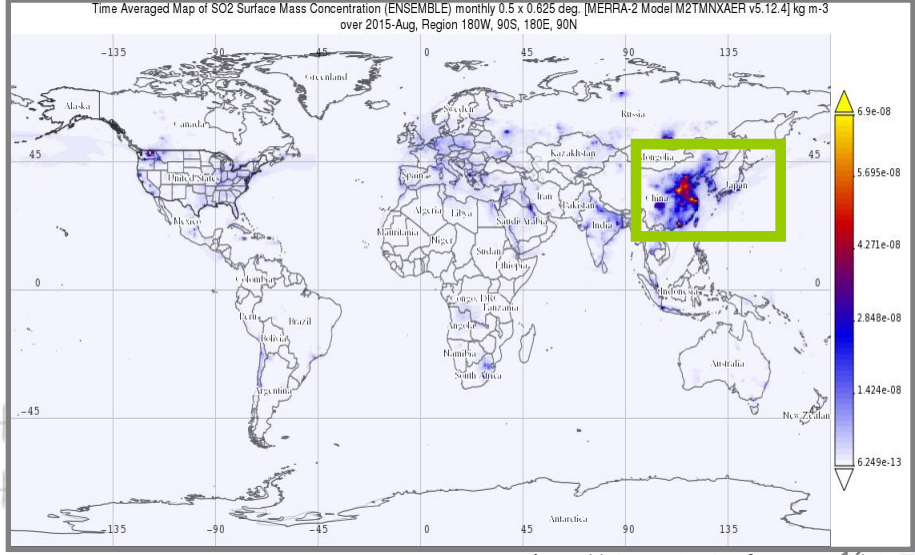
NO2



O3



SO2

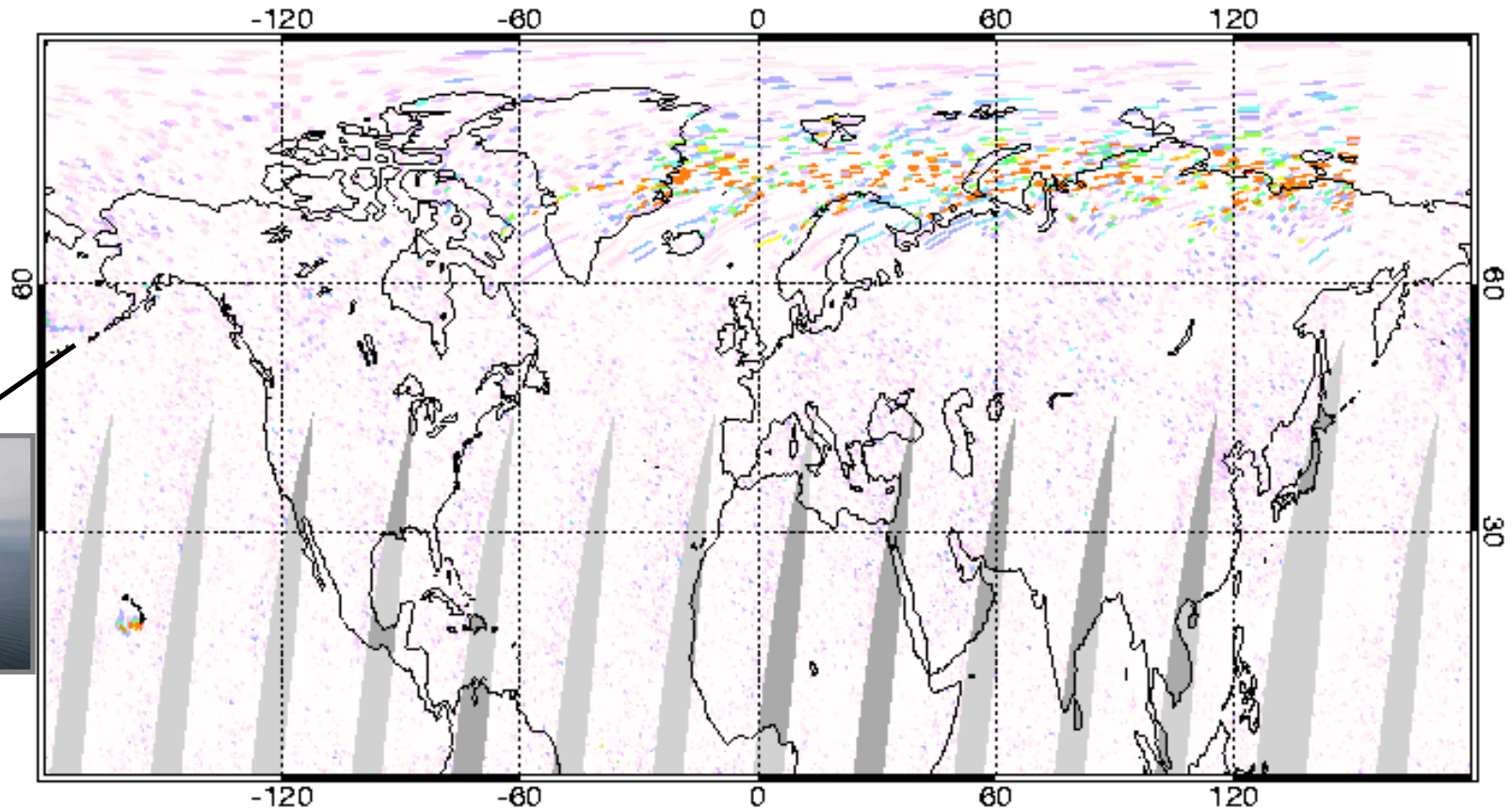


¿Cómo se distribuyen temporal y espacialmente?

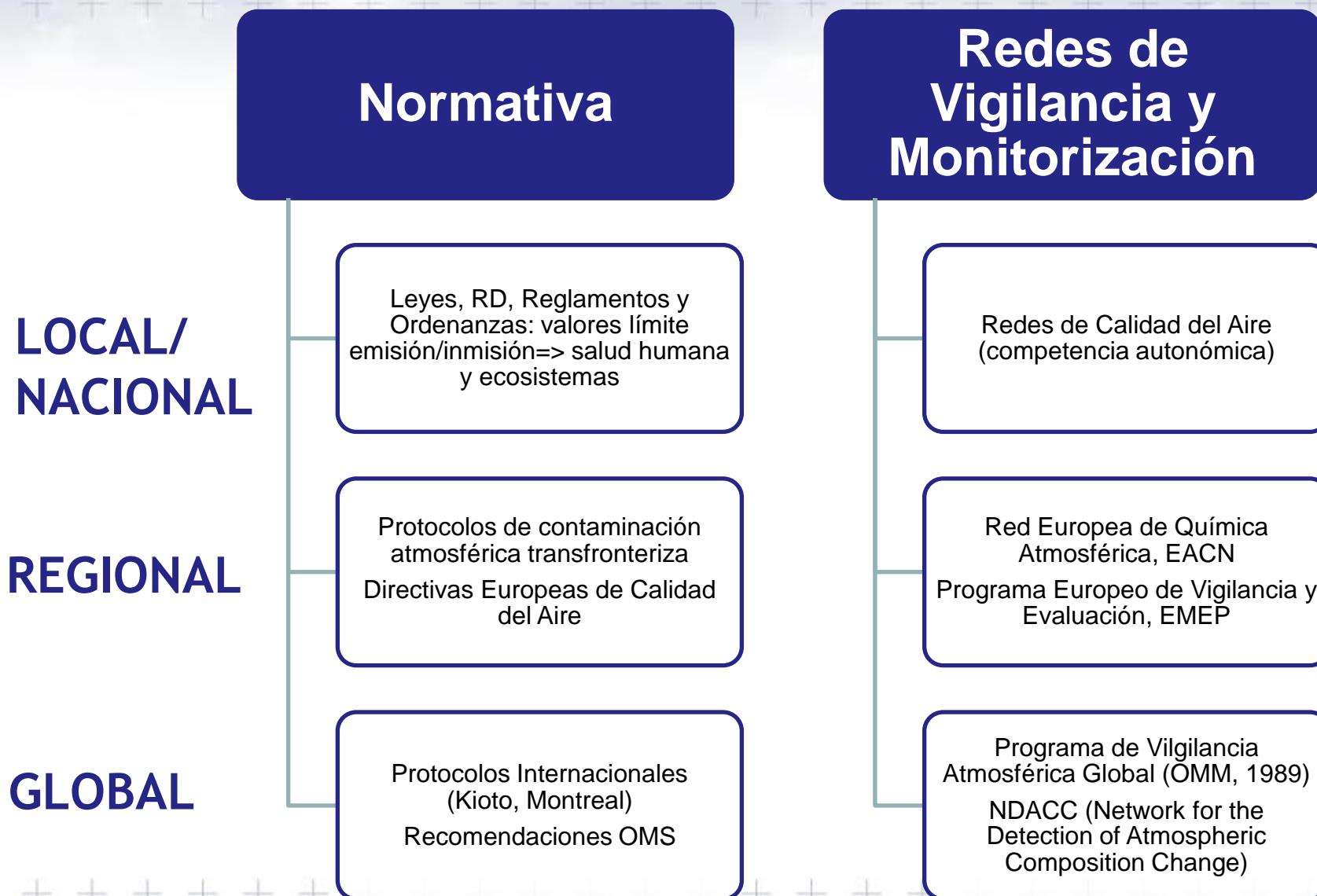
De la escala local a la global, transporte de largo recorrido

SO₂ vertical column [DU]
GOME-2 – BIRA-IASB/DLR

Kasatochi eruption
7 August 2008



Actuación de las autoridades

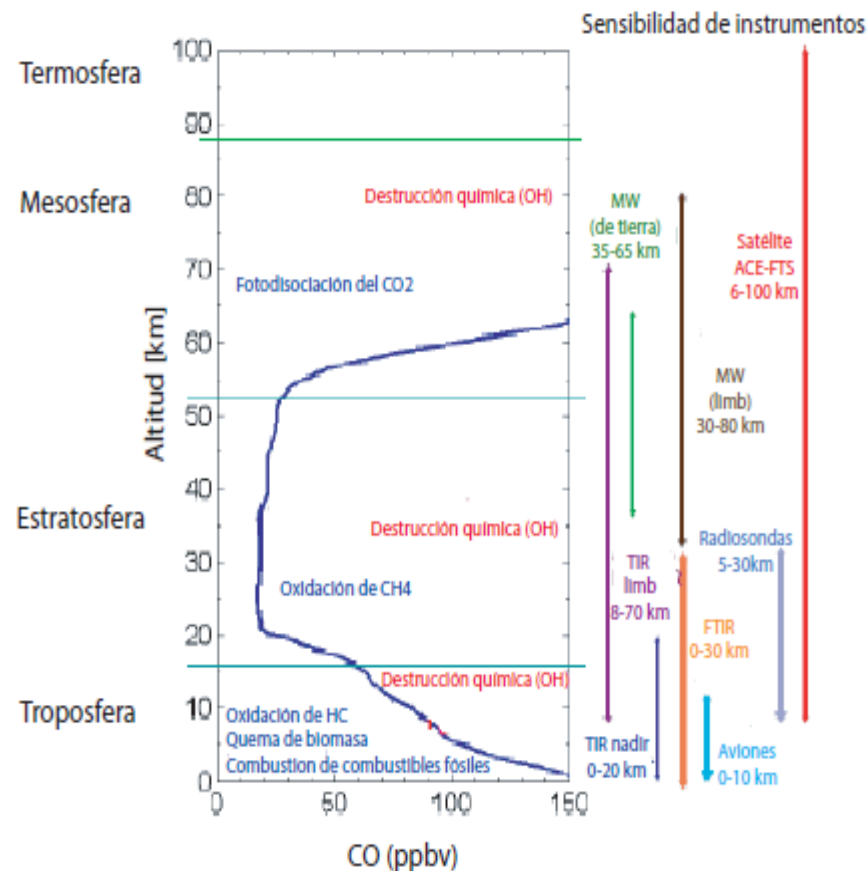
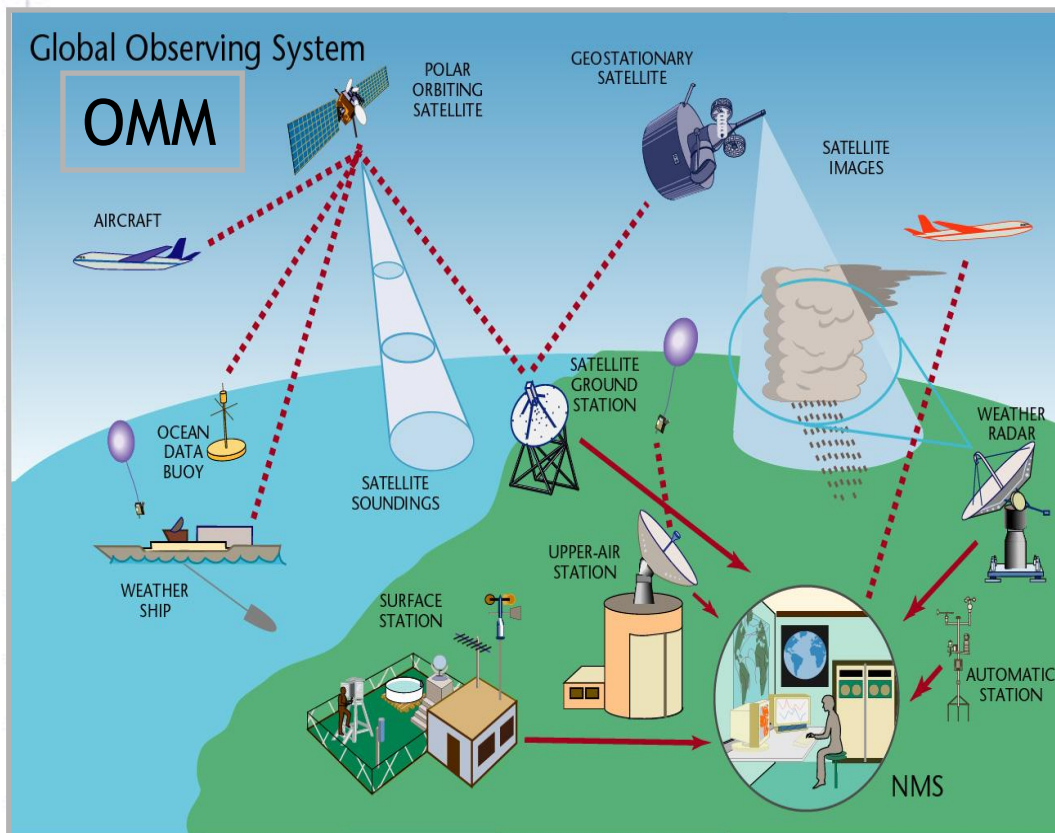


La normativa detallada se encuentra en el material auxiliar

¿Cómo se miden?

Técnicas de Medida

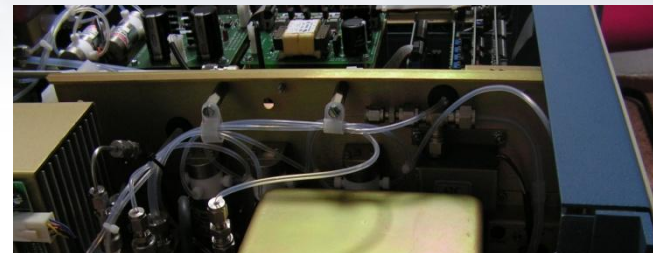
Complejidad del sistema Tierra-Atmósfera requiere **multi-plataformas de observación y colaboración internacional**



Técnicas in-situ (directas), remotas desde tierra y espacio, modelización (indirectas)

¿Cómo se miden?

Técnicas de Medida



Técnicas de medidas complejas
(fluorescencia pulsada, quimioluminiscencia, fotometría UV, correlación filtros, espectrometría de infrarrojo por transformada de Fourier, espectrometría absorción diferencial,...)

Protocolos de instalación, medida, calibración continua, auditorías externas muy exhaustivos

Técnicas in-situ: US-EPA 600/4-77-027a:1977, EU2008/05/CE, UNE-EN 14211:2006, 4212:2006, 14625:2005, 14626:2006, 14907:2006, 77-237:1999, 77240:2000, Protocolos OMM



08/02/26 10:22

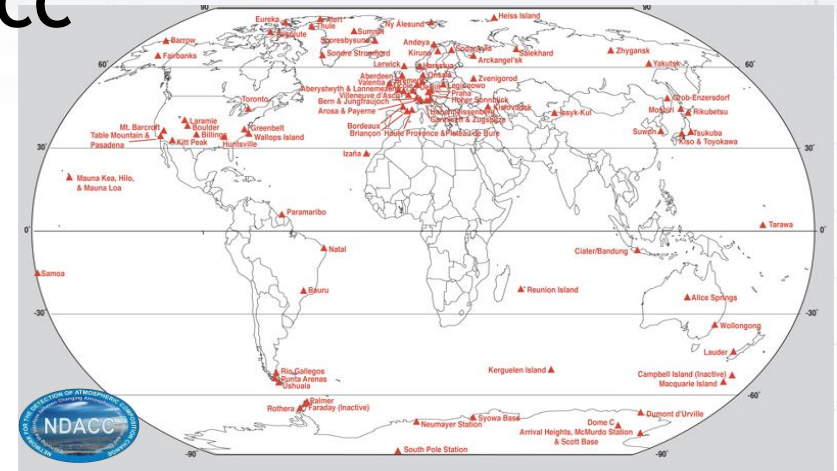
¿Cómo se miden?

Redes de Medida

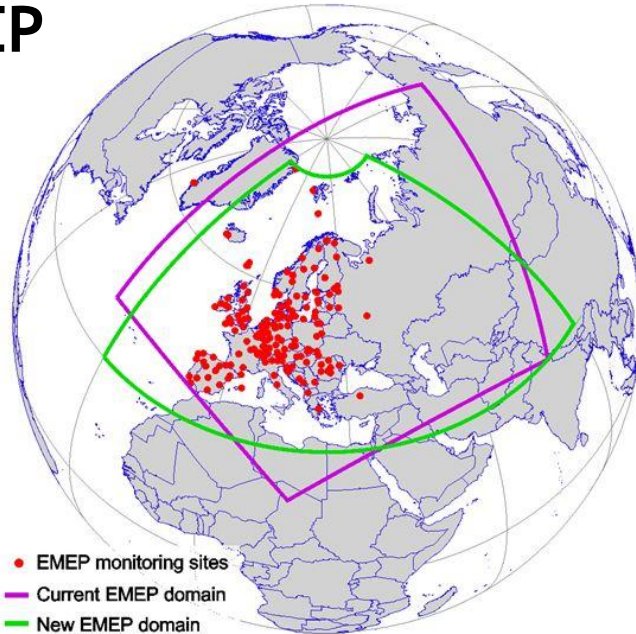
GAW



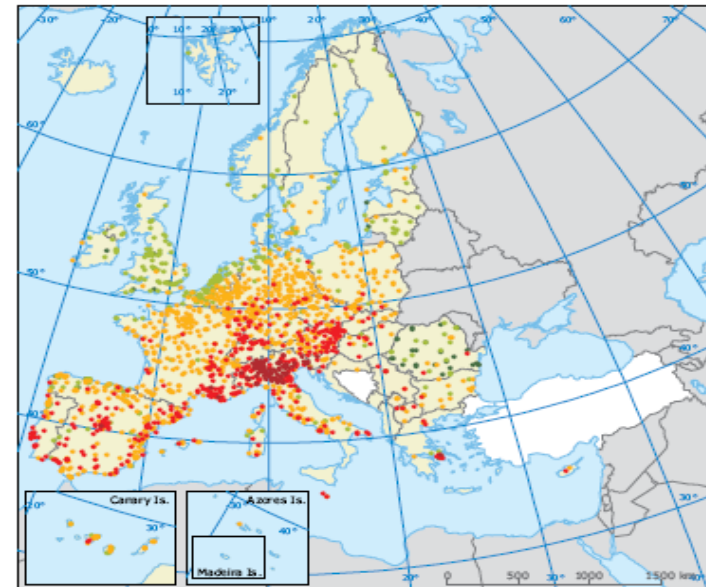
NDACC



EMEP



AEMA



¿Cómo se miden?

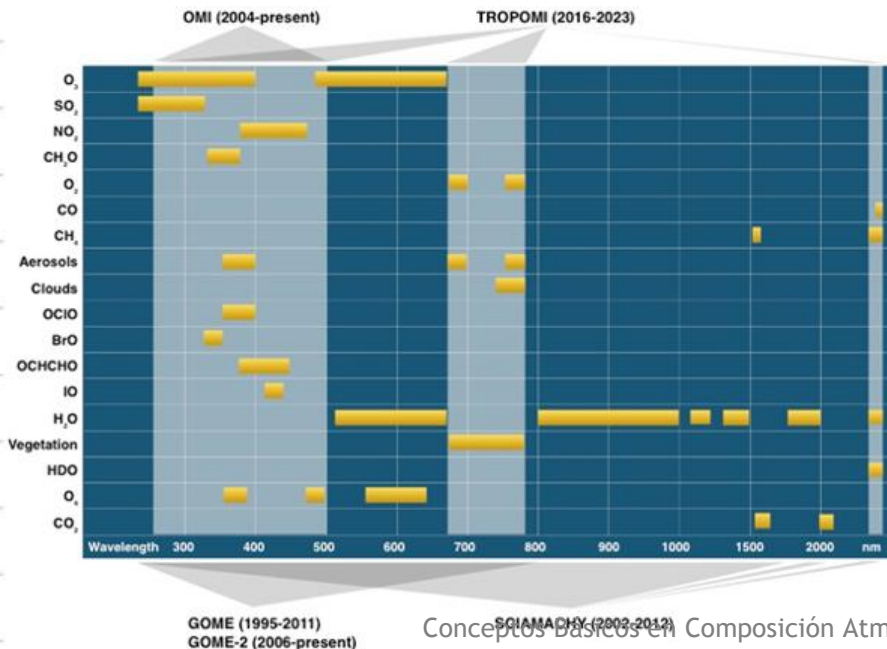
Plataformas Espaciales

Alta cobertura espacial y temporal, alta calidad.

- ❑ **Sistemas Geoestacionarios** (zona limitada del planeta, pero alta resolución temporal -minutos).
Meteorología
- ❑ **Sistemas Polares** (cobertura global, resolución temporal dependiendo de la resolución espacial).
Calidad del Aire, Cambio Climático,...



Pasado, Presente y Futuro para Calidad del Aire



Programa Copernicus (ESA y EUMETSAT)

Misión Sentinel

Sentinel-5P: TROPOMI (UV, VIR, NIR), 2016, EUMETSAT/MetOp

Sentinel-4: UVS y IRS, 2019, Meteosat Third Generation

Las medidas in-situ siguen siendo la referencia para los estudios de impacto en la salud y ecosistemas.

¿Cómo se miden?

Plataformas Espaciales



European Space Agency

Servicio TEMIS <http://www.temis.nl/index.php>

TEMIS Tropospheric Emission Monitoring Internet Service

Near-real time data

- Total Ozone Column
- Assimilated Ozone
- UV index
- Tropospheric NO₂
- Volcanic plume

Air pollution monitoring

- [Nitrogen Dioxide \(NO₂\)](#)
- [Carbon Monoxide \(CO\)](#)
- [Formaldehyde \(CH₂O\)](#)

Ozone and related gases

- [Total ozone columns](#)
- [Assimilated total ozone](#)
- [Bromine monoxide \(BrO\)](#)
- [Ozone hole statistics](#)
- [Ozone profiles](#)

UV radiation

- [Clear sky UV index](#)
- [UV daily dose](#)

Climate Change

- [Aerosol Optical Depth](#)
- [Cloud information](#)
- [Surface Solar Irradiance](#)
- [Aerosol Index](#)
- [Methane \(CH₄\)](#)
- [Carbon Dioxide \(CO₂\)](#)

Monitoring volcanic plumes

- [Volcanic SO₂ and ash](#)

Surface products

- [Albedo climatologies](#)

Introduction

- [Utilities](#)
- [Overview NRT images](#)
- [Google Earth Maps](#)
- [Air Quality Index Netherlands](#)

Emission Estimates

Air Quality in China

Contact

Restricted access pages

Logos: KNMI, EMPA, vito, NASA, EUMETSAT

The TEMIS web site is hosted by [KNMI](#), The Netherlands

¿Cómo se miden?

Plataformas Espaciales



Servicio GIOVANNI <http://daac.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html>

The screenshot shows the GIOVANNI web interface. At the top, there are navigation links for "EARTHDATA", "Data Discovery", "DAACs", "Community", and "Science Disciplines". The main header reads "GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.19" with links for "Release Notes", "Browser Compatibility", and "Known Issues". A notification banner states "MODISA_L3m_CHL v2014 variables fail in comparison services... [1 of 4 messages] Read More".

The "Select Plot" section has "Maps: Time Averaged Map" selected. Below it, there are fields for "Select Date Range (UTC)" (YYYY-MM-DD HH:mm) and "Select Region (Bounding Box or Shapefile)" (Format: West, South, East, North). The "Valid Range" is 1948-01-01 to 2016-06-17.

The "Select Variables" section shows "Number of matching Variables: 45 of 1404" and "Total Variable(s) included in Plot: 0". A "Keyword" search field is present. The variable selection is categorized into "Disciplines" and "Measurements". The "Measurements" category is highlighted with a red box and includes:

- Aerosol Optical Depth (4)
- CH4 (8)
- CO (8)
- CO2 (2)
- NO2 (2)
- Ozone (18)
- SO2 (3)

Below the "Measurements" list are sections for "Platform / Instrument", "Spatial Resolutions", "Temporal Resolutions", "Wavelengths", and "Portal".

The main table lists variables with columns: Variable, Source, Temp.Res., Spat.Res., Begin Date, End Date, Units, and Vert. Slice. The table contains 10 rows of data, including variables like "Ozone Total Column (Daytime/Ascending)", "Methane Total Column (Daytime/Ascending)", and "Carbon Monoxide Total Column (Daytime/Ascending)".

At the bottom right, there are buttons for "Help", "Reset", "Feedback", and a prominent "Plot Data" button.

¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



Red española EMEP/VAG/CAMP (fondo regional)

www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/contaminacionfondo



Tiempo Real



Figura 6.1. Estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP.



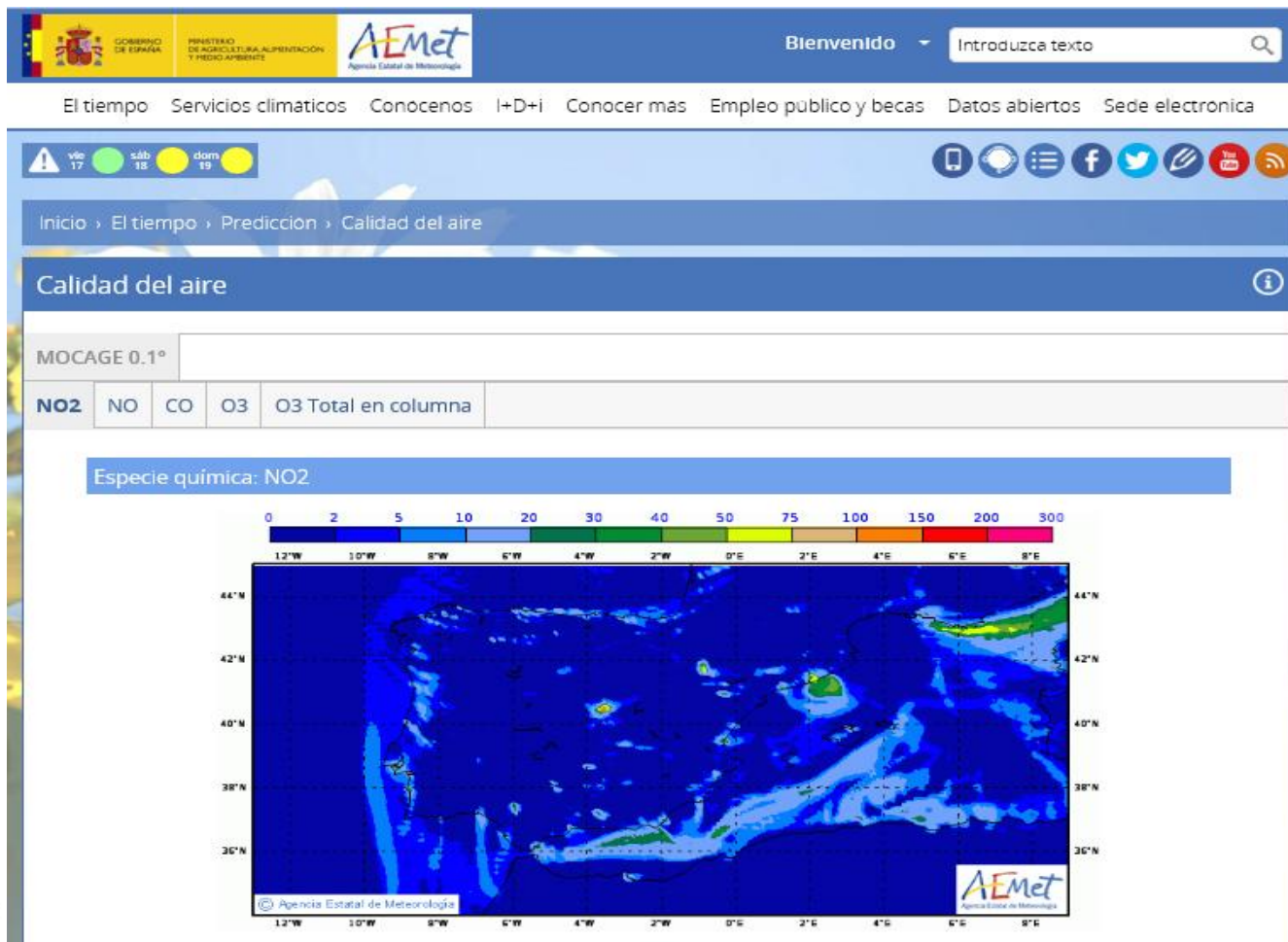
¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



Modelo de Transporte Químico MOCAGE

www.aemet.es/es/eltiempo/pr ediccion/calidad_del_aire



24h

¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



Programa Europeo para monitorizar la Tierra

www.copernicus.eu/

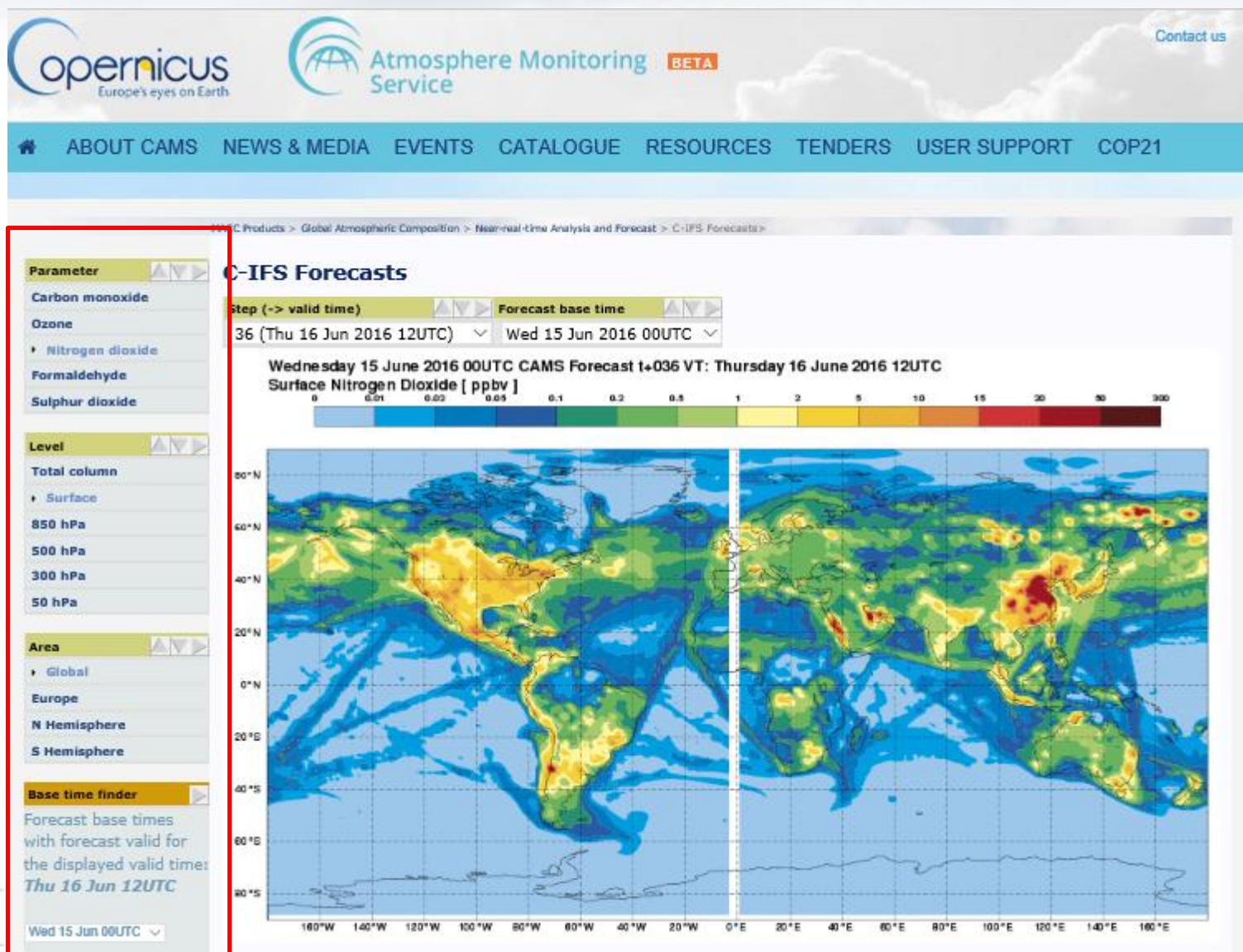
Atmosphere Monitoring Service



The screenshot shows the Copernicus Atmosphere Monitoring Service website. The top navigation bar includes links for ABOUT CAMS, NEWS & MEDIA, EVENTS, CATALOGUE (highlighted with a red box), RESOURCES, TENDERS, and USER SUPPORT. Below the navigation bar is a large atmospheric data visualization map. The main content area is divided into three columns: IN FOCUS, CATALOGUE, and NEWS. The IN FOCUS section features a news item about a major improvement in atmosphere data accessibility, dated 13 Jun 2016. The CATALOGUE section has a large green button labeled 'ENTER' and a 'HEADLINE PRODUCTS' section below it, which includes a 'REACTIVE GASES' product with a 'Forecast Map of Composition Integrated Forecasting System (C-IFS)' and an 'ENTER' button (both highlighted with a red box). The NEWS section contains three news items, the most recent dated 06 Jun 2016, discussing the new CAMS catalogue and carbon emissions over Southeast Asia.

¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



Barcelona
Supercomputing
Center
Centro Nacional
de Supercomputación

Sistema CALIOPE www.bsc.es/caliope

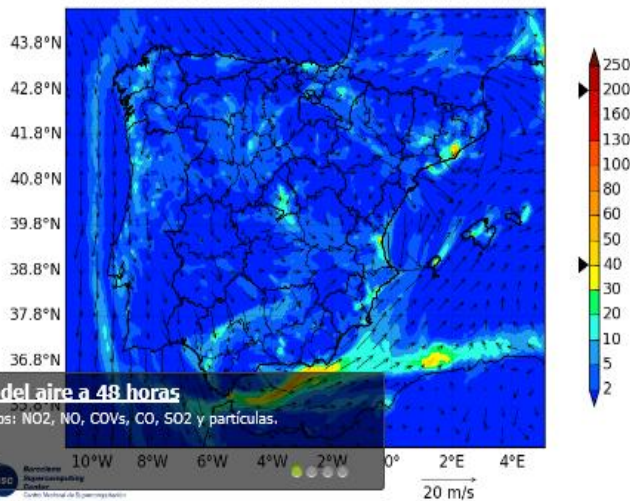


- Inicio
- Descripción
- Pronósticos
- Evaluación del Pronóstico
- Aplicaciones Móviles
- Publicaciones
- Noticias
- Enlaces
- Quiénes Somos
- Contacto

Sistema de pronóstico de la calidad del aire

Desde Abril de 2016 las simulaciones a muy alta resolución (sub-dominios de: Cataluña, Madrid y Andalucía) estarán disponibles bajo petición. Para más información contactar: caliope@bsc.es.

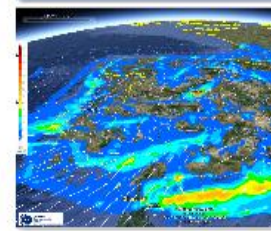
BSC-ES/AQF WRFv3.5.1+CMAQv5.0.2+HERMESv2 Nitrogen Dioxide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
24h forecast for 00UTC 18 Jun 2016 - Iberian Peninsula Res: 4x4km



Pronóstico de calidad del aire a 48 horas

Para los contaminantes primarios: NO₂, NO, COV_s, CO, SO₂ y partículas.

Pronóstico de calidad del aire a 48 horas



Noticias

15/02/2016: Incidencia técnica

Por motivos técnicos, el supercomputador Mare Nostrum no estará operativo del 1 de marzo al 4 de marzo, ambos incluidos. Esta parada afectará al sistema CALIOPE, interrumpiendo la generación del pronóstico durante los citados días. El pronóstico volverá a estar disponible el día 5 de marzo. Disculpen las molestias.

Niveles de calidad del aire



Evaluación del pronóstico



El sistema de pronóstico de la CALidad del aire Operacional Para España (CALIOPE) del Departamento de Ciencias de la Tierra del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), proporciona de forma operacional el pronóstico de la calidad del aire para Europa y España en alta resolución espacial a través del conjunto de modelos HERMES, WRF-ARW, CMAQ y BSC-DREAM8b y ejecutados en el superordenador MareNostrum. El sistema ha sido financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (441/2006/3-12.1, A357/2007/2-12.1 y 157/PC08/3-12.0).

www.bsc.es/caliope/es/pronosticos?default_model=4&default_domain=3

¿Cómo se miden?

Sistemas Integrados: Observación-Modelización-Predicción



- Inicio
- Descripción
- Pronósticos
- Evaluación del Pronóstico
- Aplicaciones Móviles
- Publicaciones
- Noticias
- Enlaces
- Quiénes Somos
- Contacto

Pronósticos

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

[ICA Península Ibérica](#)
[ICA Canarias](#)
[NCA Europa](#)
[NCA España](#)
[Población expuesta por CCAA](#)

BSC-ES/Air Quality Forecast WRFv3.5.1+CMAQv5.0.2 AQI-BSC GLOB
 Population Exposed for 17 JUN 16 over Spanish Iberian Peninsula + Balearic I. Res:4x4km

Population Exposed
 ■ 11.223.305
 ■ 32.021.764
 ■ 1.374.785
 ■ 0
 ■ 0

BUENA
MODERADA
DEFICIENTE
MALA
MUY MALA

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

- Descripción ICA y NCA usados en CALIOPE
- Población Expuesta

Población Expuesta

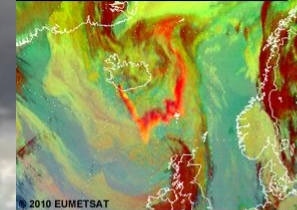
Global

- Ozono
- Dióxido de Nitrógeno
- Monóxido de Carbono
- Dióxido de Azufre

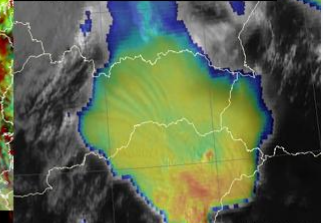
Índice Global	O ₃ 1h	NO ₂ 1h	SO ₂ 1h	PM ₁₀ 24h	PM _{2.5} 24h	CO 8h
Buena	0-100	0-35	0-70	0-25	0-15	0-3
Moderada	≥100-130	≥35-80	≥70-125	≥25-40	≥15-25	≥3-6
Deficiente	≥130-180	≥80-200	≥125-350	≥40-50	≥25-40	≥6-10
Mala	≥180-240	≥200-400	≥350-500	≥50-75	≥40-60	≥10-15
Muy mala	≥240	≥400	≥500	≥75	≥60	≥15



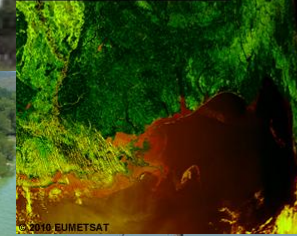
MSG RGB Showing Eyjafjallajökull Ash Plume Over the British Isles 13 May 2010



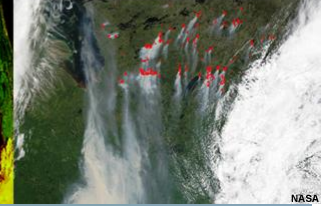
MSG RGB Showing Severe Thunderstorms over Hungary & Romania 14 Jun 2010



2010 EUMETSAT Metop-A Showing Growing Oil Slick Off the Coast of Louisiana 29 Apr 2010



MODIS True Color Image Showing Fire & Smoke 06 July 2002



**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN!!!**

Normativa

Antecedentes legales

La normativa actual sobre calidad y evaluación del aire tiene su origen en la **Ley 38/1972**, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y en la **Directiva 96/62/CE** (Directiva Marco de Calidad del Aire).

Normativa Europea

- **Directiva 2008/50/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Esta Directiva sustituye a la Directiva Marco e introduce regulaciones para nuevos, así como nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y los objetivos de calidad del aire, teniendo en cuenta las normas, directrices y los programas correspondientes a la Organización Mundial de la Salud.
- **Directiva 2004/107/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.
- **Directiva 2015/1480/CE**, de la Comisión, de 28 de agosto de 2015 por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Normativa

Normativa española

- **Ley 34/2007**, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Esta Ley actualiza la base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España, y tiene como fin último el de alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Mediante la misma se habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire, y sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.

- **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Esta norma transpone al ordenamiento jurídico español el contenido de la Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008 y la Directiva 2004/107/CE, de 15 de diciembre de 2004.

Este real decreto fue modificado por el **Real Decreto 678/2014**.

[Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/]

Normativa

Valores umbral legislados en España, junto al valor de referencia de la Unión Europea y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMM)

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
SO ₂ horario	350 µg/m ³ (>3 veces/año)	--
SO ₂ diario	125 µg/m ³ (>3 veces/año)	20 µg/m ³
NO ₂ horario	200 µg/m ³ (>18 veces/año)	--
NO ₂ anual	40 µg/m ³	Coincide con el valor UE
PM10 diario	50 µg/m ³ (> 35 veces/año)	20 µg/m ³
PM10 anual	40 µg/m ³	--
PM2,5	25 µg/m ³	10 µg/m ³
O ₃	120 µg/m ³ (> 25 veces en promedio 3 años)	100 µg/m ³
CO	10 mg/m ³	Coincide con el valor UE
C ₆ H ₆	5 µg/m ³	1,7 µg/m ³
Pb	0,5 µg/m ³	Coincide con el valor UE

[MAGRAMA, 2015]

Referencias de Interés

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Calidad del Aire, www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/

Visor de la Calidad del Aire, MAGRAMA, www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/mediciones/Visor_CA.aspx

Agencia Europea de Medio Ambiente, www.eea.europa.eu/es

Agencia Americana de Medio Ambiente (EPA), <https://www3.epa.gov/>

Calidad del Aire en Europa (Air Quality in Europe), www.airqualitynow.eu/es/

El proyecto World Air Quality Index, <http://aqicn.org/>

Seguimiento Volcanes, <http://so2.gsfc.nasa.gov/>

Programa EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), www.emep.int

Programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG), www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html

NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change), www.ndsc.ncep.noaa.gov, Grupo de Satélites NDACC, <http://accsatellites.aeronomie.be/>