# El programa Copernicus de la Unión Europea y sus servicios de Atmósfera y Cambio Climático.

**Joaquín Muñoz Sabater**
**ECMWF, Copernicus Climate Change Service (C3S)**
@j_munoz_sabater

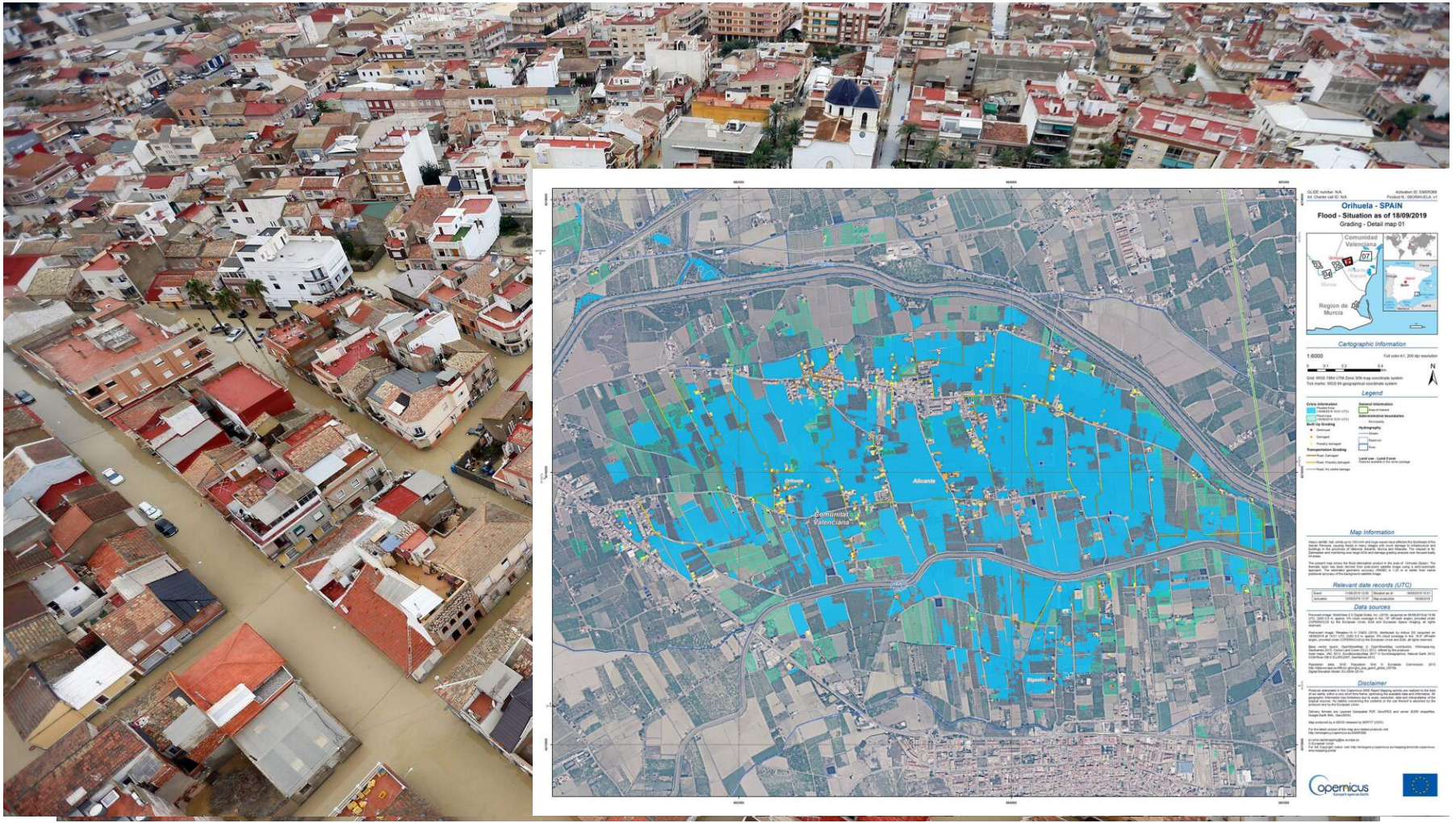
XVIII Congreso Nacional de Teledetección
24-27 Septiembre 2019, Valladolid, Spain

European Commission

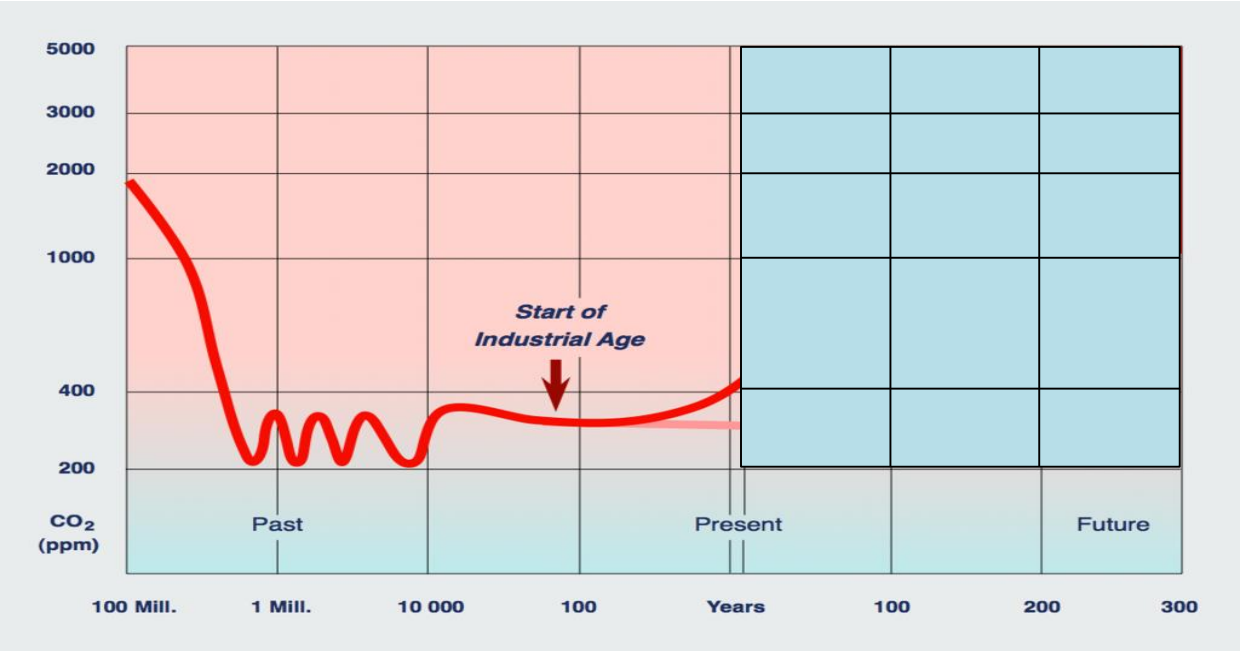
opernicus
Europe's eyes on Earth

IMPLEMENTED BY
ECMWF

European Commission

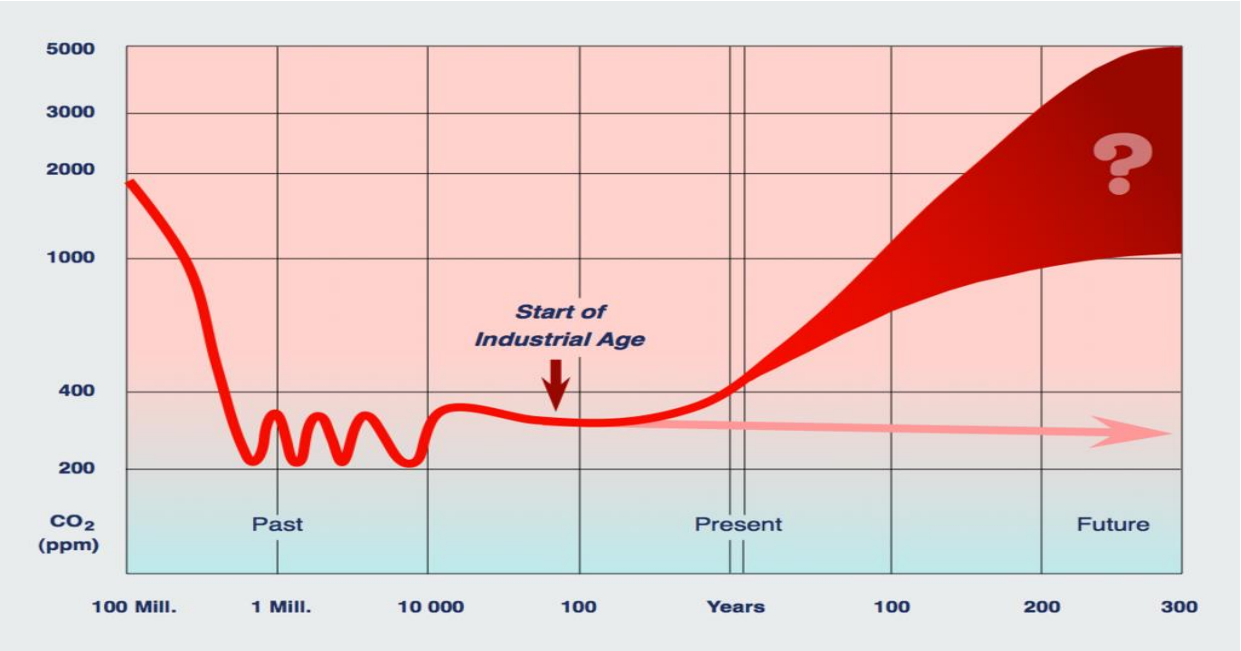

Orihuela - SPAIN
Flood - Situation as of 18/09/2019
Grading - Detail map 01
Comunidad Valenciana
Region de Murcia
Cartographic Information
Legend
Map Information
Relevant date records (UTC)
Data sources
Disclaimer
Alicante
Elche
Comunitat Valenciana
Bigastro
Copernicus

# ¿Por qué nos preocupa un *posible* cambio del clima?




*Credits: Dr. Hannes Grobe*

# ¿Por qué nos preocupa un *posible* cambio del clima?



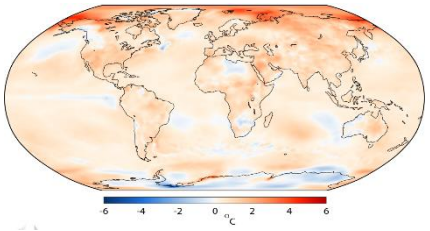

*Credits: Dr. Hannes Grobe*

# Outline

## Introducción al programa Europeo Copernicus

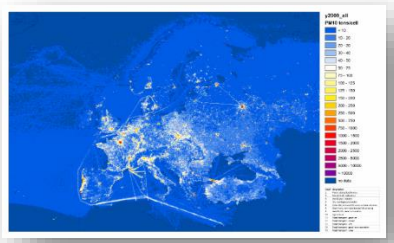
## El Servicio Europeo de Cambio Climático (C3S)

- Misión
- ¿Qué productos/servicios nos ofrece C3S?
- Uso de los productos de información climática de C3S
- Cómo acceder a sus productos




## El Servicio Europeo de Composición Atmosférica (CAMS)

- ¿Por qué?
- ¿Qué productos/servicios nos ofrece CAMS?
- Uso de los productos de composición atmosférica de CAMS
- Como acceder a sus productos



## C3S & CAMS; asistencia a los usuarios

European Commission

opernicus

IMPLEMENTED BY ECMWF

# Un poco de historia

**1998:** "Manifiesto Baveno" compromiso a largo plazo para el desarrollo de servicios espaciales de vigilancia medioambiental. (GMES)

**2001:** Cumbre de Gotemburgo. Establecer, para 2008, una capacidad europea de supervisión mundial del medio ambiente y la seguridad

**2008-2010:** Servicios pre-operacionales

**2012:** Cambio de nombre. Copernicus

**2014:** Empieza la fase operativa.
Marco financiero multianual 2014-2020. 4300 M€

European Commission

Copernicus

IMPLEMENTED BY ECMWF

# **Copernicus:** Observaciones de la Tierra y servicios de información

→ Programa de observación de la Tierra de la Unión Europea;

- Gestionado y coordinado por la Comisión Europea
- Implementado en colaboración con los Estados Miembro de la UE, la Agencia Espacial Europea (ESA), EUMETSAT, Mercator Océan, ECMWF y agencias de la UE como la EEA.
- ~4300 M€ en el actual marco multianual de financiación (2014-2020)

→ Sistema basado en datos de satélites de observación de la Tierra y observaciones “in-situ” (no espaciales)

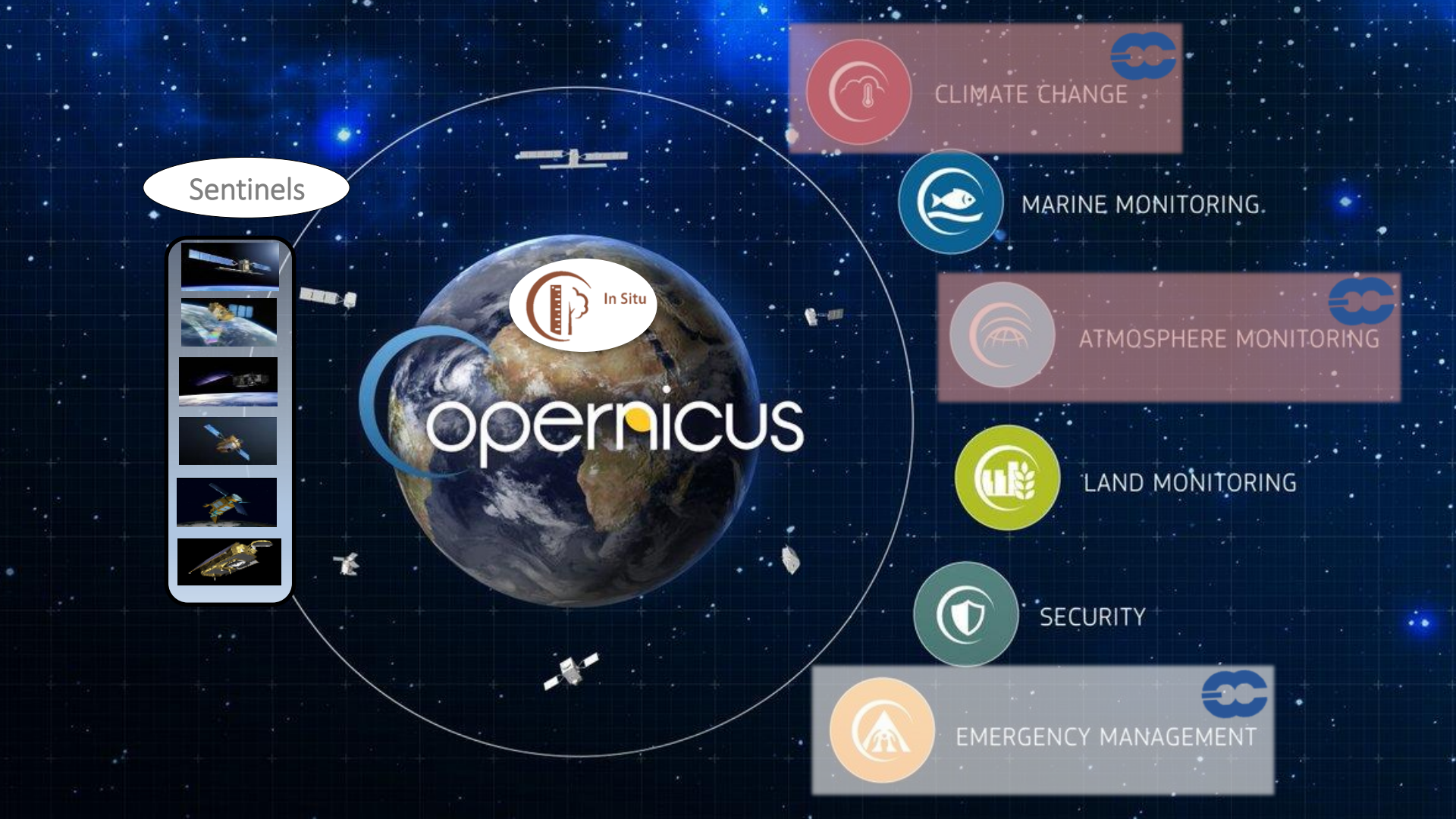
→ **Acceso completo, abierto y gratuito** a los datos y servicios para cualquier ciudadano u organización:

- Mejorar la vida de los ciudadanos
- Ofrecer (administraciones e industria) herramientas para la toma de decisiones

European Commission

opernicus

IMPLEMENTED BY ECMWF


Sentinels
In Situ
opernicus
CLIMATE CHANGE
MARINE MONITORING
ATMOSPHERE MONITORING
LAND MONITORING
SECURITY
EMERGENCY MANAGEMENT

# Copernicus Climate Change Service (C3S)

Climate Change

Copernicus

European Commission

ECMWF

Climate Change

# Misión de C3S

*"The service will help to meet the needs and requirements for a wide variety of C3S services, ranging from the monitoring of climate change impact on different sectors of society to long-term planning and policy development."*

Apoyar las políticas Europeas de adaptación y mitigación:

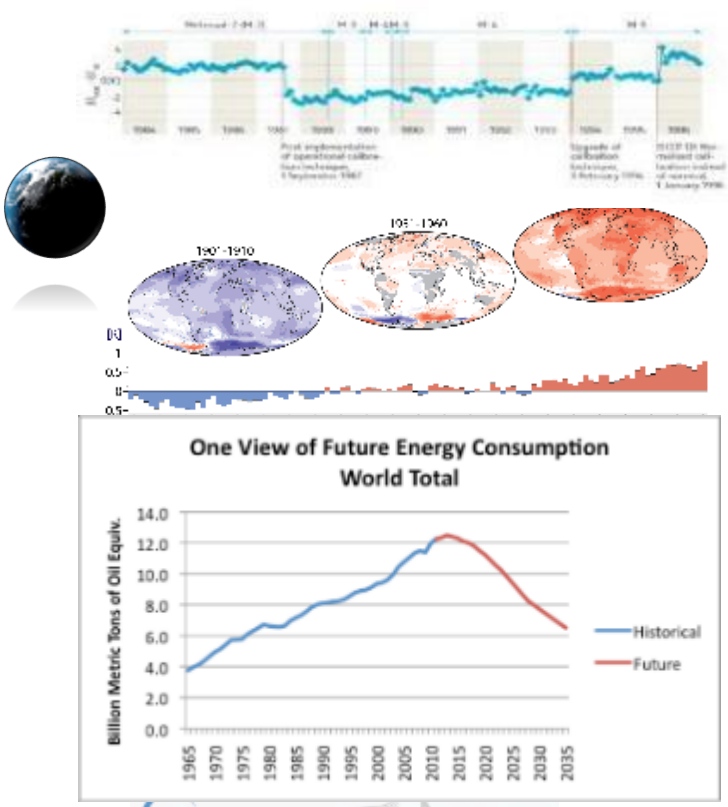
- Siendo una fuente de información climática consistente y fidedigna (authoritative)
- Construyendo el servicio en torno a capacidades e infraestructuras existentes
- Estimulando el mercado de los servicios climáticos en Europa

IMPLEMENTED BY ECMWF Copernicus European Commission

Climate Change

## Temas tratados en el servicio:

- Cómo está cambiando el clima?
  - Observaciones de la Tierra
  - Reanálisis
- Continuará/se acelerará el cambio climático?
  - Predicciones
  - Proyecciones
- Cuáles son los impactos en la sociedad?
  - Indicadores del clima
  - Información sectorial



# Estructura de C3S

Climate Change

European commission
e.g.,FP7 Space call, H2020

EU estados miembros, ESA, EUMETSAT, EEA, WMO..

Evaluación & Control Calidad

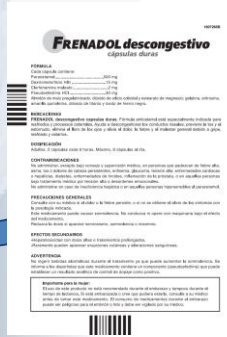
Garantía de calidad
Integridad del Servicio
Necesidades de usuarios

Climate Data Store

Sistemas de Información Sectorial

ENERGY | WATER MANAGEMENT | INSURANCE | AGRICULTURE & FORESTRY | INFRASTRUCTURE

Divulgación & difusión




Usuarios & stakeholders

Copernicus
European Commission
ECMWF

# Climate Data Store: Contenido

Climate Change

Scientific basis:

- Essential Climate Variables as defined by GCOS
- GCOS Status Report and Implementation Plan
- IPCC, CMIP

Action engaged

In preparation (PIN or ITT out)

Not started

**Observaciones**

Global estimates of ECVs from satellite and in-situ observations

Reprocessed CDRs, reference observations

Support for data rescue, climate data collections

**Reanálisis climáticos**

Global atmosphere, ocean, land

Regional reanalyses for Europe and Arctic

Coupled climate reanalysis for 100 years

**Datos de modelos**

Multi-model seasonal forecast products

Access to CMIP data and products, global and regional

Reference set of climate projections for Europe

Climate Indicators

Copernicus Europe's eyes on Earth

European Commission

ECMWF

# Variables Esenciales del Clima (ECV)

Climate Change

| | | | C3S_312a | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C3S_312b | | | |
| | | GCOS | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| **Atmospheric physics** | | | | | | | |
| | Precipitation | 4.3.5 | | Lot 1 | | | |
| | Surface Radiation Budget | 4.3.6 | | | | | |
| | Water Vapour | 4.5.3 | | | | | |
| | Cloud Properties | 4.5.4 | | | | | |
| | Earth Radiation Budget | 4.5.5 | | | | | |
| **Atmospheric composition** | | | | | | | |
| | Carbon Dioxide | 4.7.1 | Lot 6 | | Lot 2 | | |
| | Methane | 4.7.2 | Lot 6 | | | | |
| | Ozone | 4.7.4 | Lot 4 | | | | |
| | Aerosol | 4.7.5 | Lot 5 | | | | |
| **Ocean** | | | | | | | |
| | Sea Surface Temperature | 5.3.1 | Lot 3 | | Lot 3 | | |
| | Sea Level | 5.3.3 | Lot 2 | | | | |
| | Sea ice | 5.3.5 | Lot 1 | | | | |
| | Ocean Colour | 5.3.7 | | | | | |
| **Land hydrology & cryosphere** | | | | | | | |
| | Lakes | 6.3.4 | | | Lot 4 | | |
| | Glaciers | 6.3.6 | Lot 8 | | | | |
| | Ice sheets and ice shelves | 6.3.7 | | | | | |
| | Soil moisture | 6.3.16 | Lot 7 | | | | |
| **Land biosphere** | | | | | | | |
| | Albedo | 6.3.9 | Lot 9 | | Lot 5 | | |
| | Land Cover | 6.3.10 | | | | | |
| | Fraction of Absorbed Photosyntheti | 6.3.11 | Lot 9 | | | | |
| | Leaf Area Index | 6.3.12 | Lot 9 | | | | |
| | Fire | 6.3.15 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |

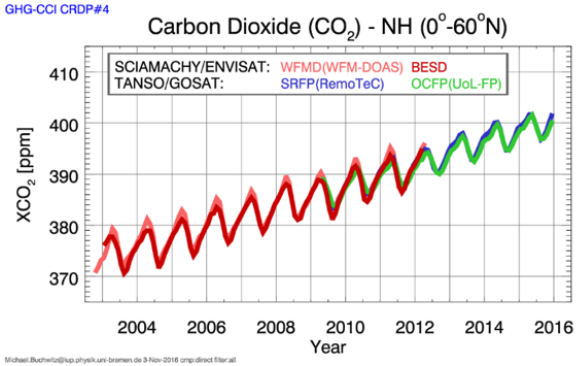
## Generación de registros de datos climáticos de ECVs

### Fase I: C3S_312a:

- 12 ECVs en 9 Lots

### Fase II: C3S_312b:

- 22 ECVs en 5 Lots
- Continuidad del servicio




Copernicus · European Commission · ECMWF

Climate Change

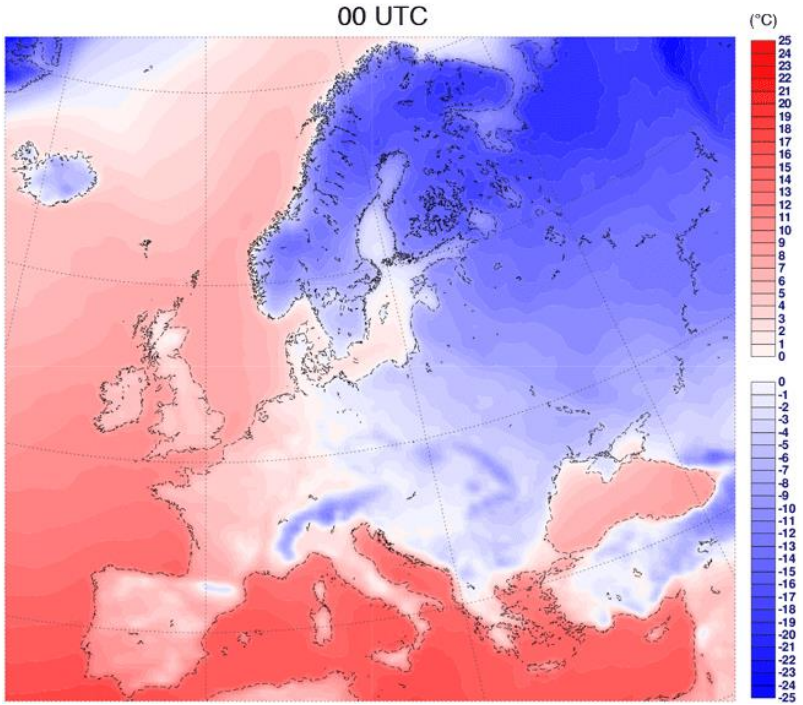
# Climate Data Store: Reanálisis

**ERA5 reanálisis a escala global:**

- Variables Atmósfera/Tierra/Olas
- Resolución global 31 km, 137 niveles
- Salida horaria desde 1979 en adelante

- Uso mejorado de las observaciones de entrada
- Estimaciones de incertidumbre
- 1979-NRT disponible

**Los reanálisis son ahora un servicio operacional proporcionado por ECMWF**




Temperaturas horarias de ERA5 para Enero 2018

Y... reanálisis de:

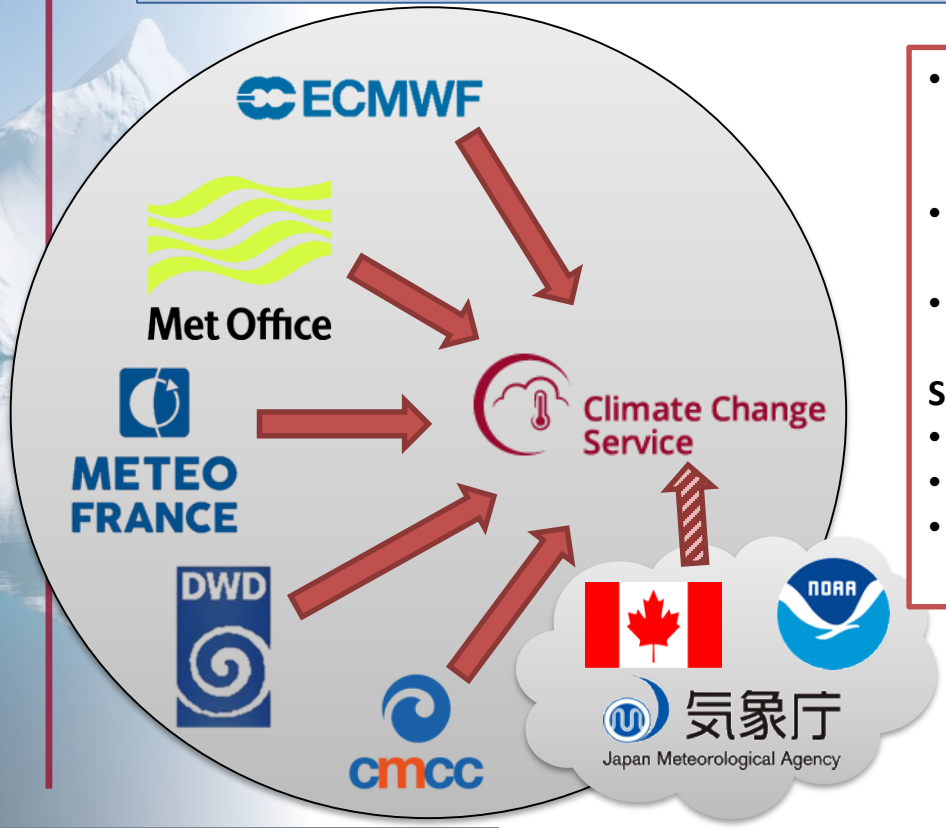
- Zonas de Europa + Ártico
- ERA5-Land

Copernicus · European Commission · ECMWF

Climate Change

# Predicción estacional en C3S

Objetivo: generar productos de **predicción estacional** basados en la **mejor información disponible**, y ponerlos **a disposición del público de forma operativa.**




- Publicados el 13 de cada mes (probablemente se cambiará al 10)

- Large ensembles (members: ~50 predicciones, ~25 hindcast)
- Período de referencia común (1993-2016)

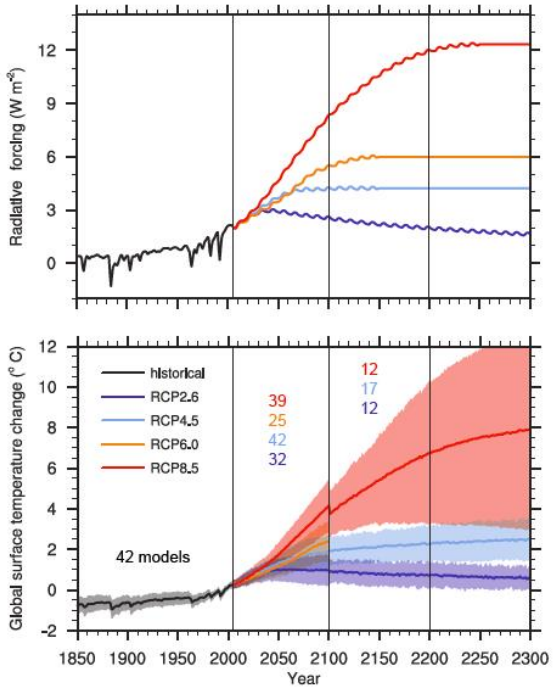
**Salidas de los modelos**

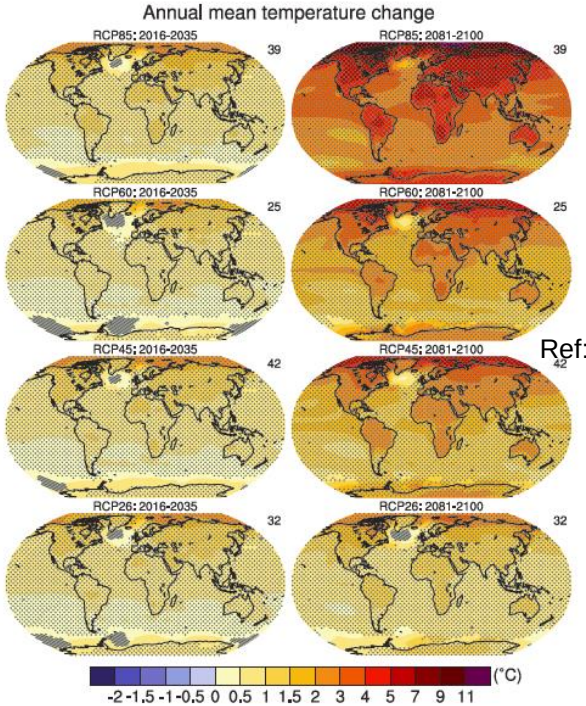
- Resolución horizontal común (1°x1° )
- ~30 single-level variables (every 6h or 24h)
- 5 variables en niveles de presión (cada 12h) (11 niveles desde 925hPa a 10hPa)

IMPLEMENTED BY ECMWF Copernicus European Commission

# Proyecciones climáticas; escenarios de concentración

## Projected surface temperature change (from IPCC AR5)



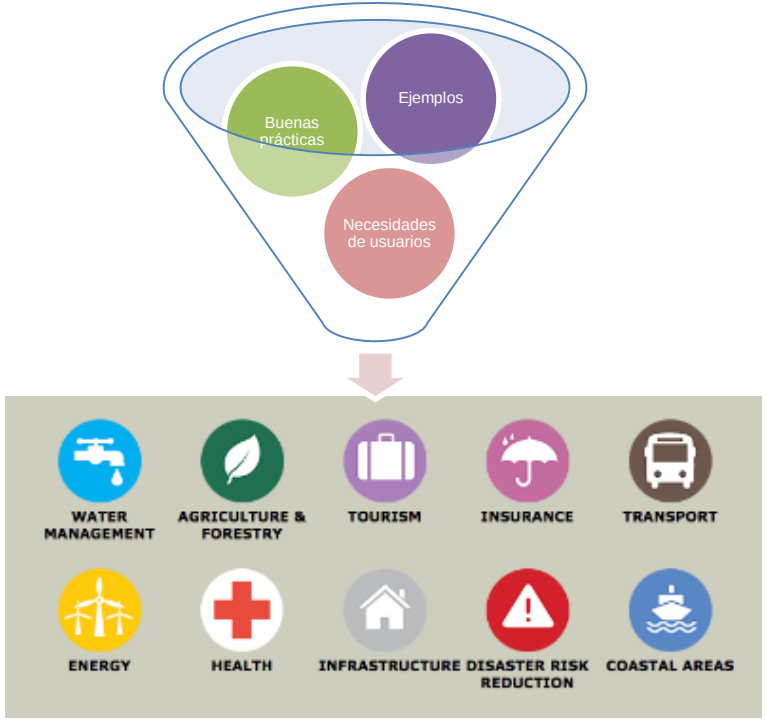




Ref: 1986-2005

ECMWF Copernicus European Commission

# Sistema de información sectorial (SIS)

Climate Change




IMPLEMENTED BY ECMWF Copernicus European Commission

Climate Change

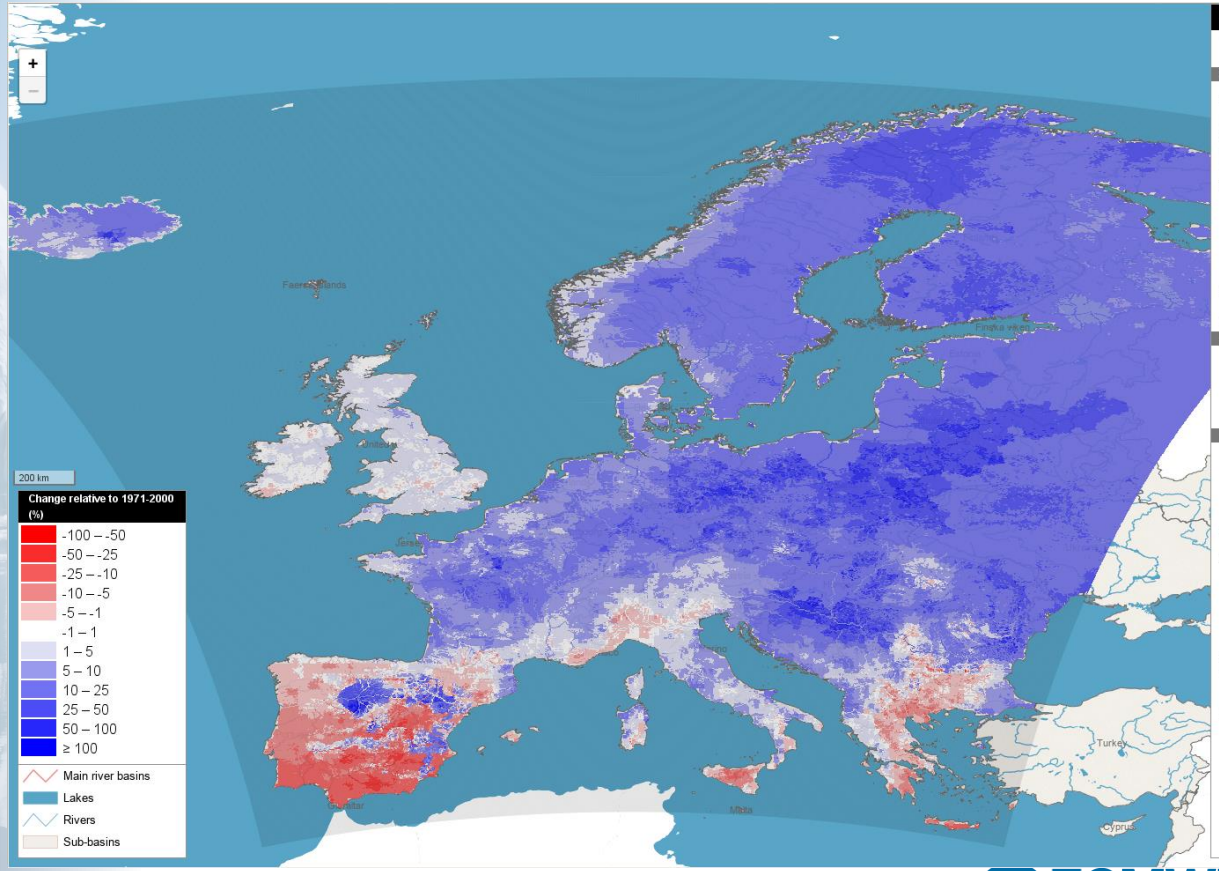
# De los datos al 'decision making': AGUA

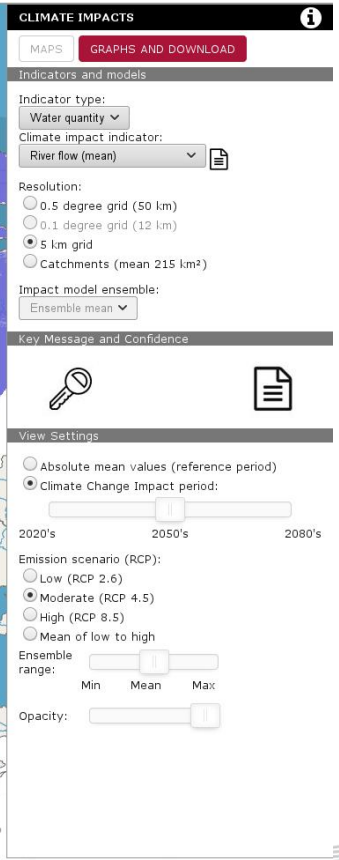
http://swicca.climate.copernicus.eu/

ECMWF Copernicus European Commission

Climate Change

# De los datos al 'decision making': AGUA



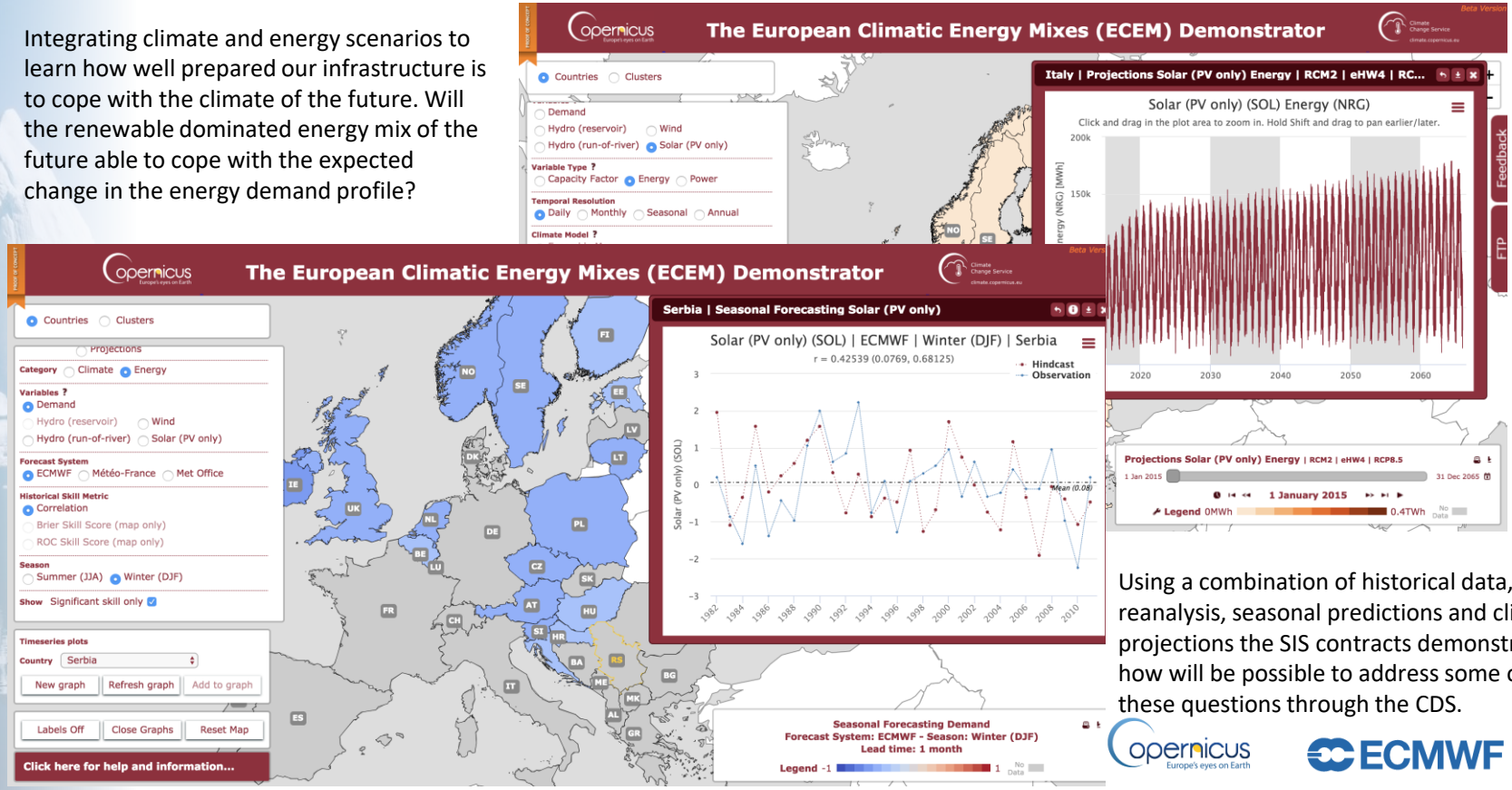

http://swicca.climate.copernicus.eu/

ECMWF opernicus European Commission

# De los datos al 'decision making': ENERGÍA

Climate Change

Integrating climate and energy scenarios to learn how well prepared our infrastructure is to cope with the climate of the future. Will the renewable dominated energy mix of the future able to cope with the expected change in the energy demand profile?




Using a combination of historical data, reanalysis, seasonal predictions and climate projections the SIS contracts demonstrated how will be possible to address some of these questions through the CDS.

Copernicus Europe's eyes on Earth

ECMWF

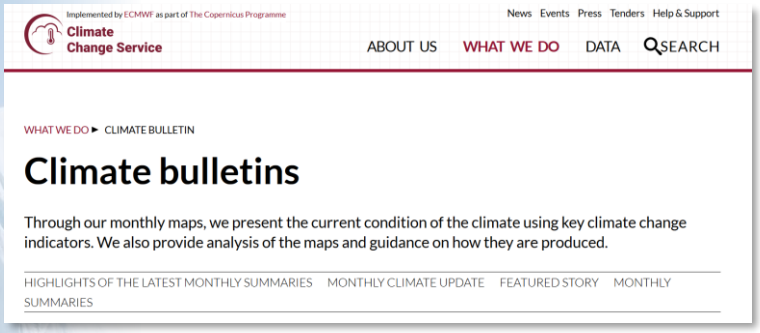
Climate Change

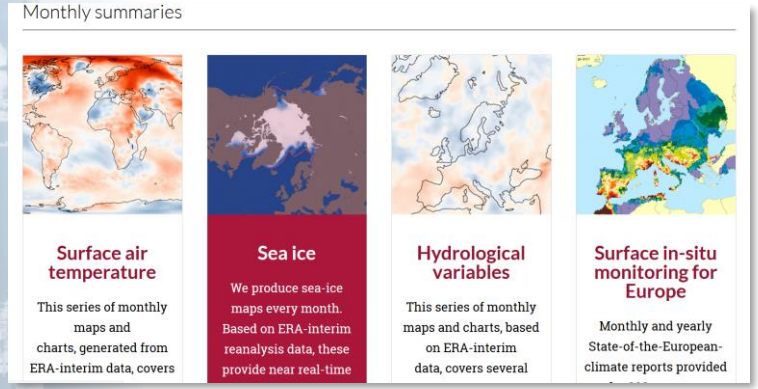
# Copernicus Climate Change Service (C3S) – Monitoreo del clima

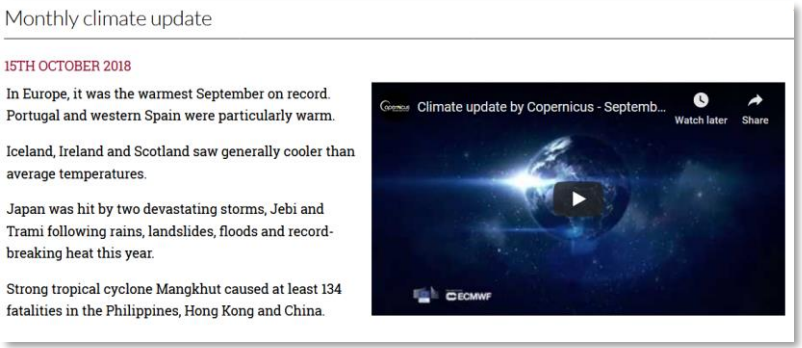
Copernicus
European Commission
ECMWF

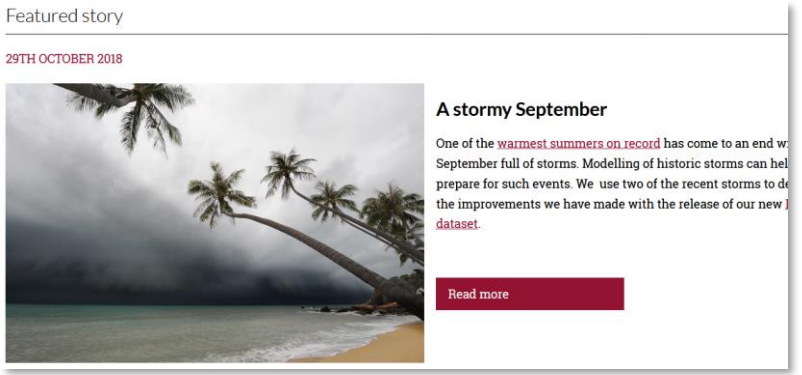
# Boletines climatológicos mensuales – 4th to 6th de cada mes

Climate Change



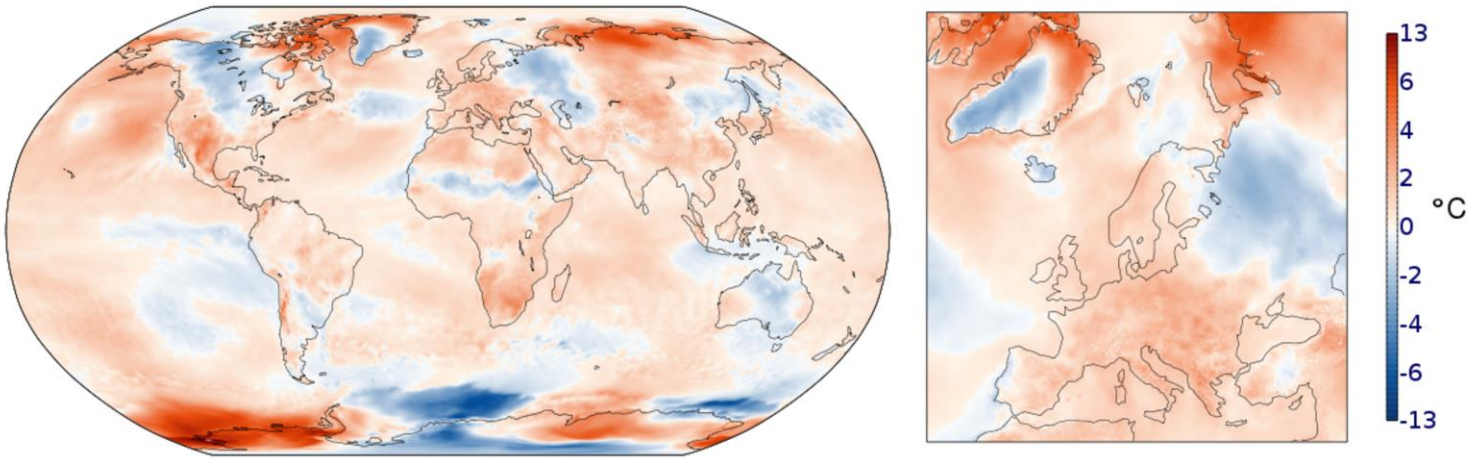

➢ **climate.copernicus.eu/climate-bulletins**

European Commission | Copernicus Europe's eyes on Earth | ECMWF

# C3S – Boletines mensuales del clima

Climate Change

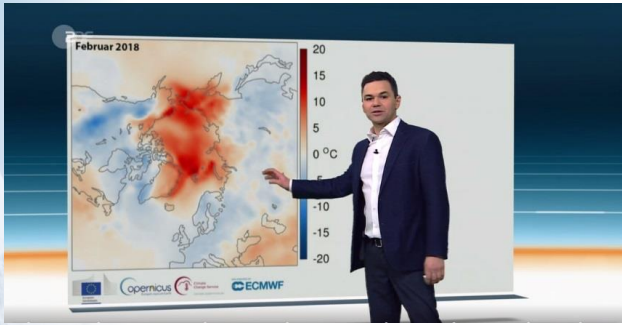
Surface air temperature anomaly for August 2019 relative to 1981-2010



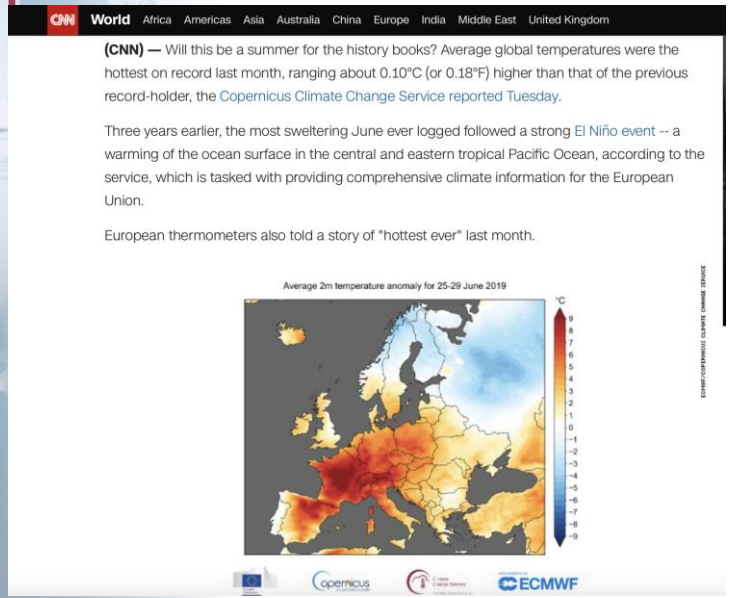

- The June-August average temperature for Europe was close to 1.1° C above the 1981-2010 norm, making it the fourth warmest summer since at least 1979.
- Globally, August 2019 was the second warmest August on record, being 0.53° C warmer than the 1981-2010 August average.

Climate Change

# Ejemplos de 'user uptake' por los *medias*




**Credit: ZDF – German State TV, Özden Terli, C3S**



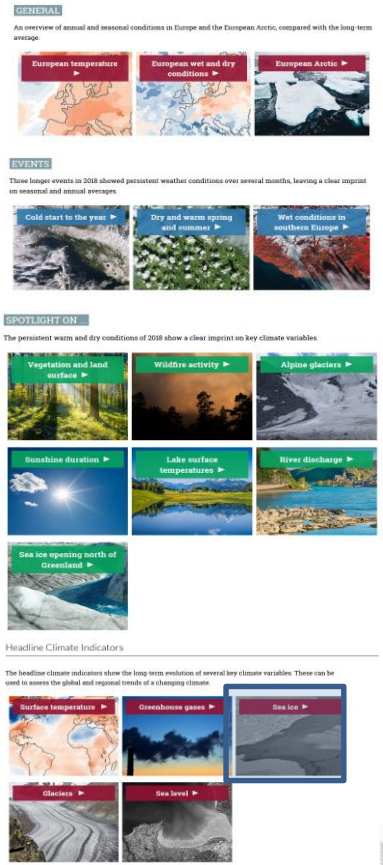

**CNN, July 2019**

**BBC, July 2018**

European Commission | Copernicus Europe's eyes on Earth | ECMWF

Climate Change

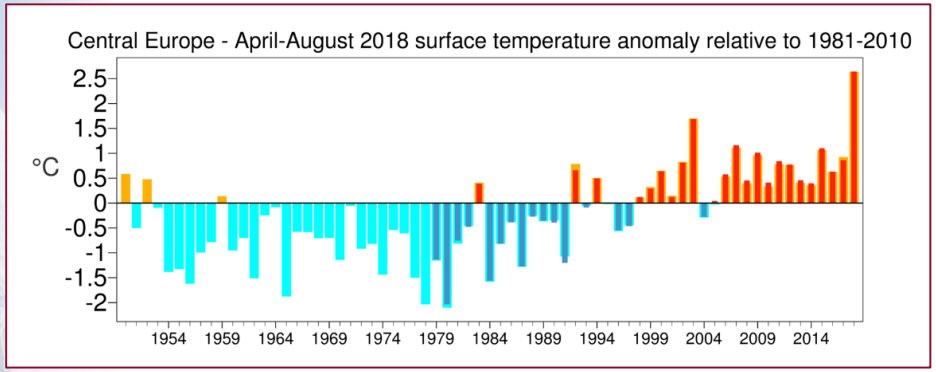
# European State of climate




Copernicus Europe's eyes on Earth
European Commission
ECMWF

# European State of climate

Climate Change




**1.2°C** 2018 average temperature

summer 1.3°C

## KEY MESSAGES

- The European average temperature in 2018 was one of the three highest on record.
- Summer was the warmest on record - more than 1.3°C than usual.
- All seasons were warmer than usual, with late spring, summer and autumn all seeing temperatures more than 1°C above average.
- There were high maximum temperatures from spring onwards, especially in the north.
- There were much above average minimum temperatures in the southeast.

## GENERAL

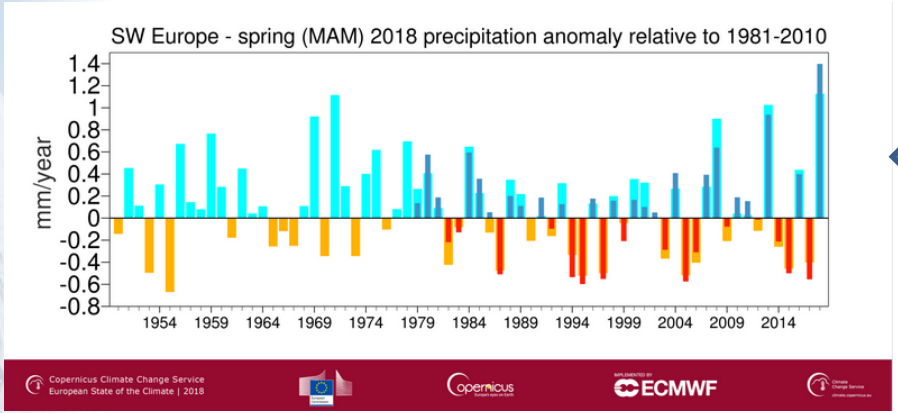
Copernicus Europe's eyes on Earth

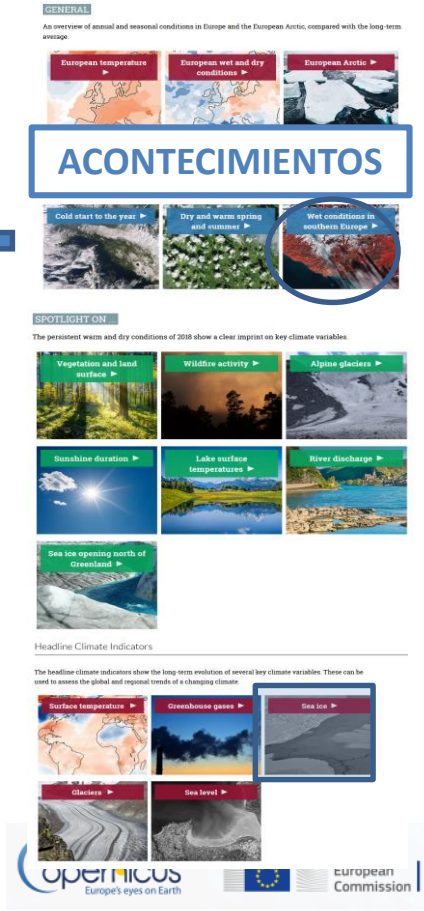
European Commission

ECMWF

# European State of climate

Climate Change



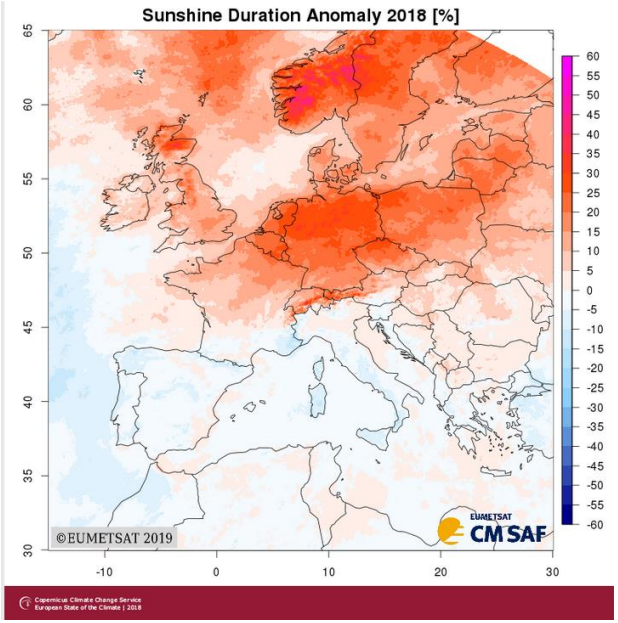




## KEY MESSAGES

- Southern Europe experienced a wetter-than-average year.
- Southwestern Europe had one of the two wettest springs since at least 1950, mainly as a result of heavy rainfall events.
- Southeastern Europe saw one of the wettest summers of the last seventy years.
- Ex-hurricane Leslie was the strongest storm to hit the Iberian Peninsula since 1842. It led to heavy rainfall and flooding in several locations.

# European State of climate

Climate Change

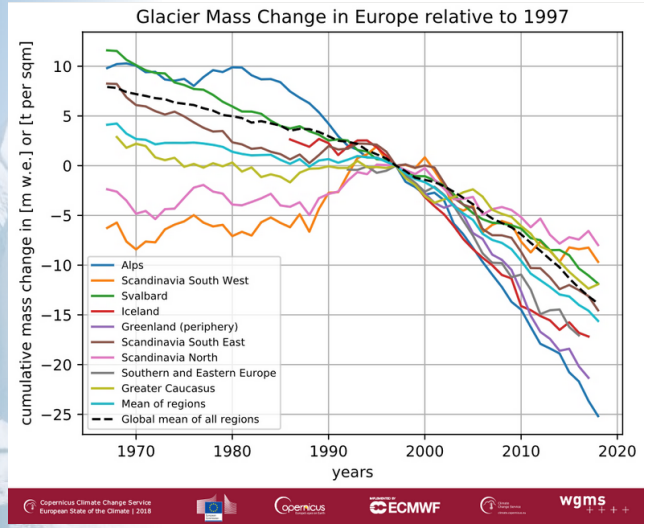



## KEY MESSAGES

- Record sunshine duration in parts of central and northern Europe.
- Widespread sunshine anomalies of more than 20%; regionally up to 40%.
- Only in southern Europe was sunshine duration below average.

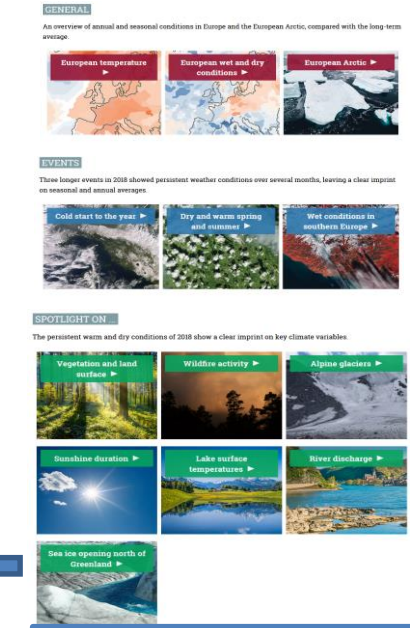
# European State of climate

Climate Change



Globally: more than 20 m of observed loss in ice thickness since 1960s

Europe: observed loss in ice thickness since 1960s ranges between 2 m in southwestern Scandinavia and 34 m in the Alps




**Principales indicadores climáticos**

Climate Change

# Copernicus Climate Change Service (C3S) – distribución de datos climáticos

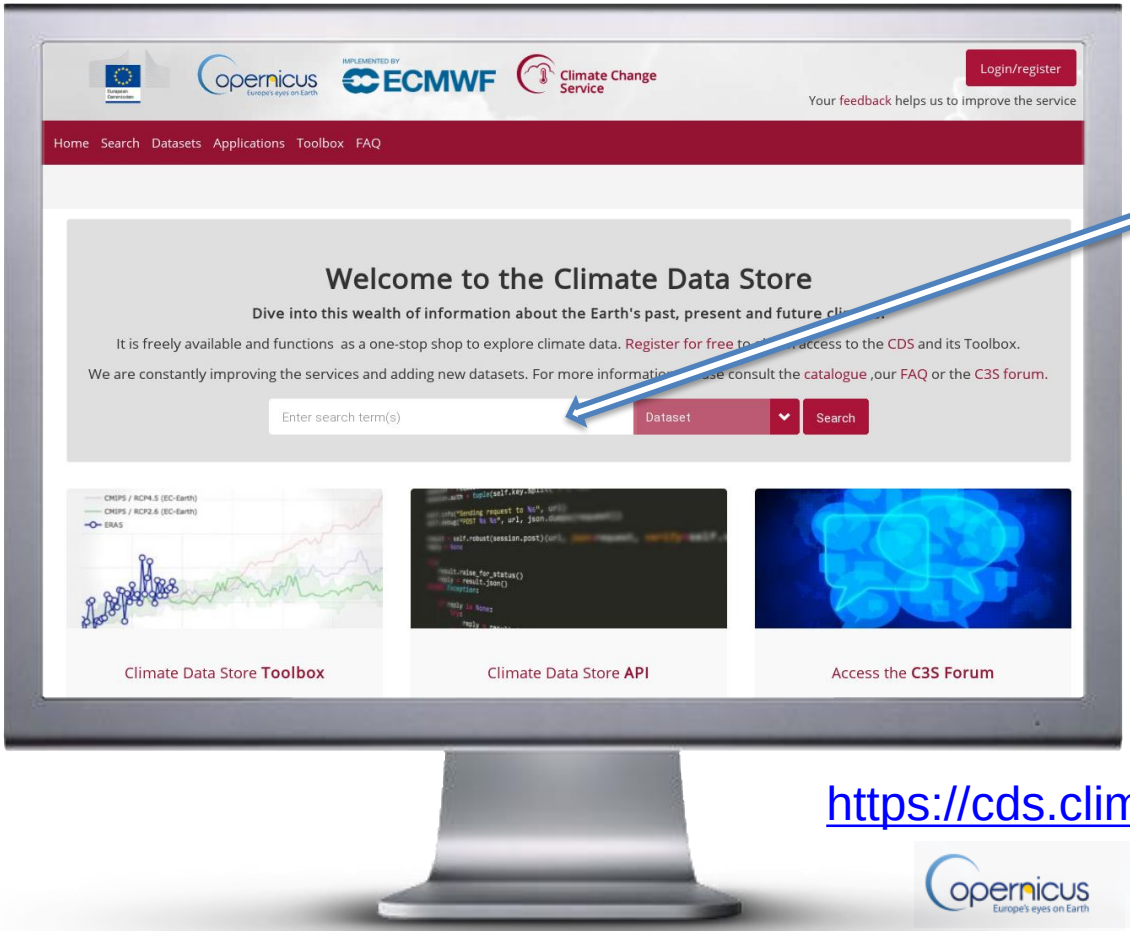
Copernicus

European Commission

ECMWF

Climate Change

# Distribución de datos climáticos

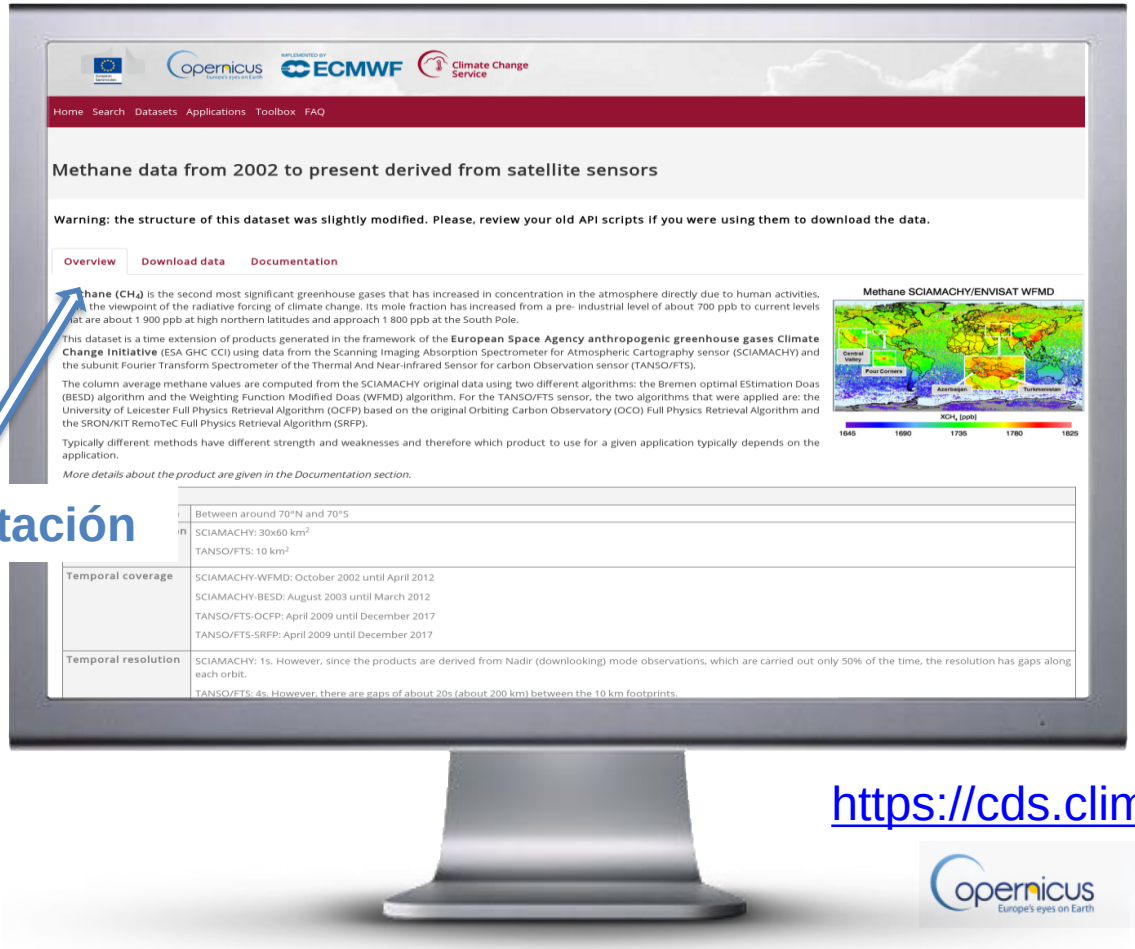



búsqueda

https://cds.climate.copernicus.eu/

# Distribución de datos climáticos

Climate Change



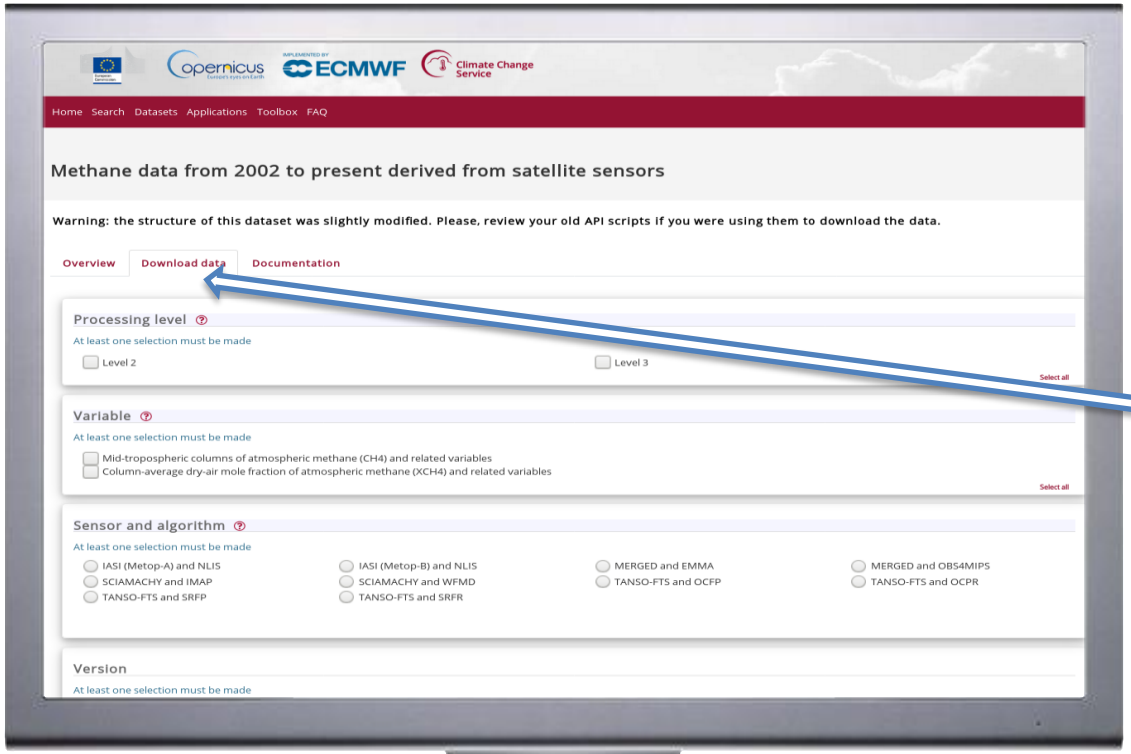

presentación

https://cds.climate.copernicus.eu/

opernicus Europe's eyes on Earth | European Commission | ECMWF

Climate Change

# Distribución de datos climáticos

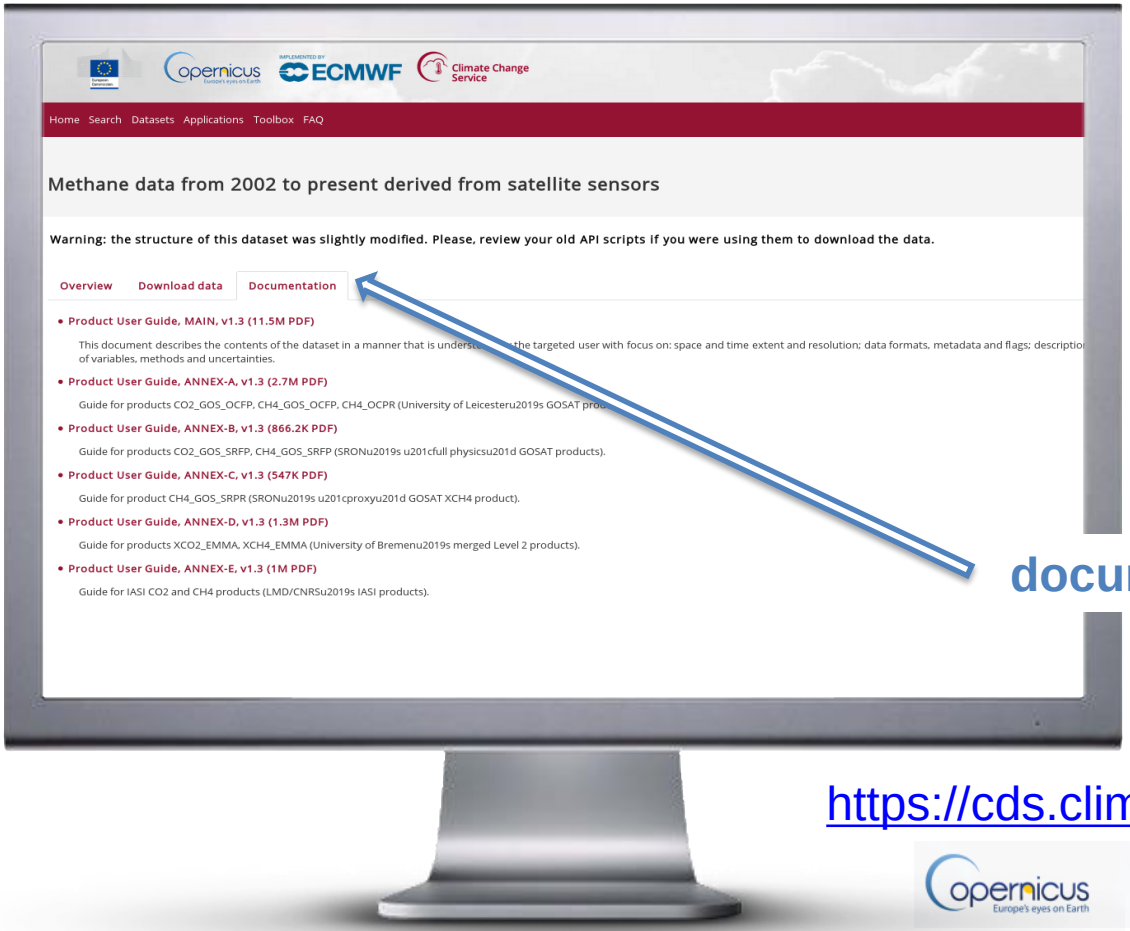



**Recuperación de datos**

https://cds.climate.copernicus.eu/

Climate Change

# Distribución de datos climáticos

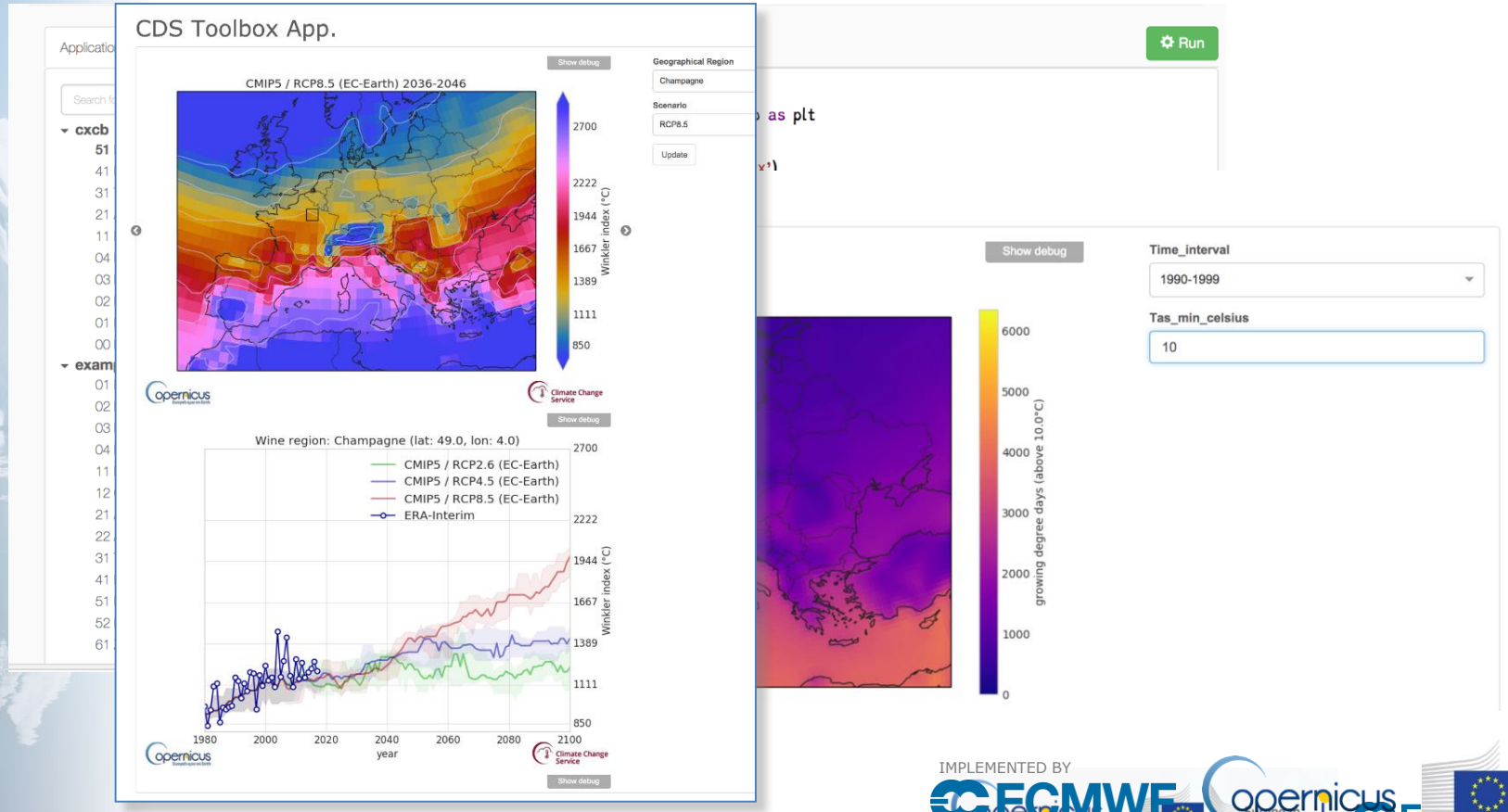



documentación

https://cds.climate.copernicus.eu/

# Climate Data Store: Toolbox

Climate Change




IMPLEMENTED BY

# Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)

Atmosphere Monitoring

Copernicus Europe's eyes on Earth | European Commission | ECMWF

# Copernicus Atmospheric Monitoring Service

Atmosphere Monitoring

**Información fiable sobre composición atmosférica para actores políticos, empresas, científicos y ciudadanos en general**

**Fortalecimiento del conocimiento e impulso a tomas de decisiones informadas en temas como calidad del aire, salud, energía solar, tiempo y clima**

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

# CAMS PORTFOLIO

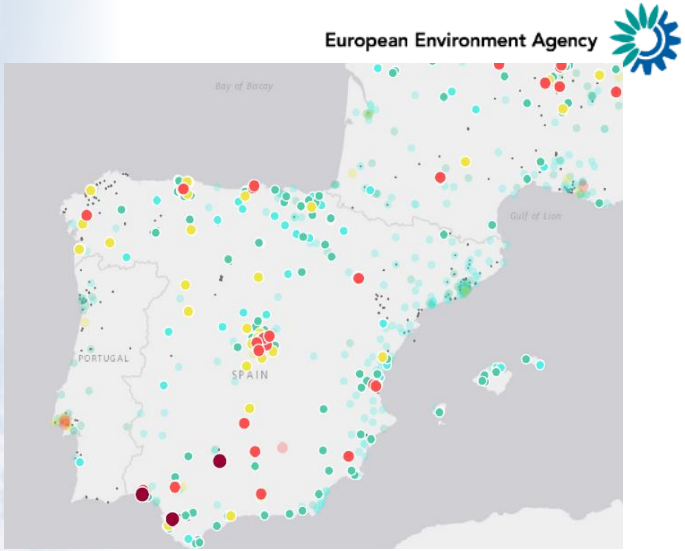
- Previsiones, análisis y reanálisis de la composición de l… fera
- Previs… n ultravioleta
- Model… atmósfera para es… ases de efecto i…
- Forzamie… ma
- Catálogo … turales y antropoge…
- Emisiones de los fuegos

| Portfolio | Product groups |
|---|---|
| A. Regional products | European AQ NRT analyses |
| | European AQ NRT forecasts |
| | European AQ interim reanalyses |
| | European AQ reanalyses |
| B. Global products (troposphere and stratosphere) | Global atmospheric composition NRT analyses |
| | Global atmospheric composition NRT forecasts |
| | Global atmospheric composition reanalyses |
| C. Supplementary products | Policy support products |
| | Solar radiation |
| | Greenhouse gas fluxes |
| | Climate forcings |
| D. Emissions products | Anthropogenic emissions |
| | Fire emissions |

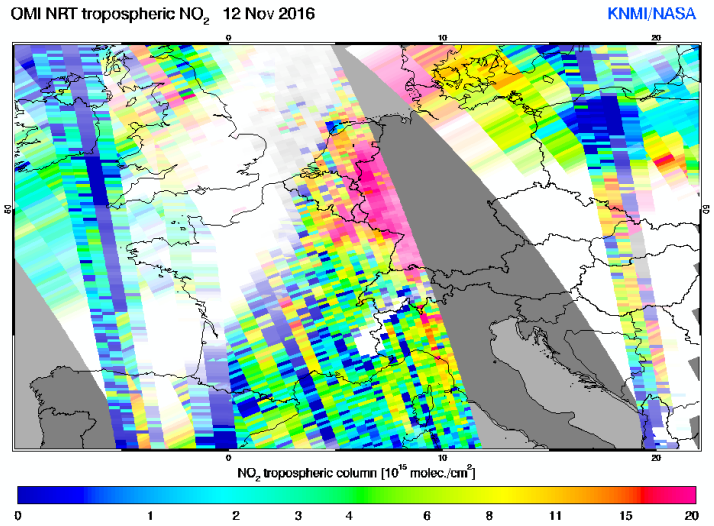
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

# ¿Por qué se necesita CAMS?




Numerosas observaciones in-situ en el suelo pero mucho espacio sin sensor, aun en Europa




Uso directo de los datos satélites es difícil: hay espacio sin datos; hay mucho ruido; las nubes impiden las medidas

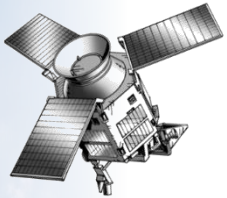
Los productos de CAMS ofrecen un flujo continuo de datos, cubriendo el planeta entero sin huecos, y con una resolución de ~40 km (10 km en Europa)

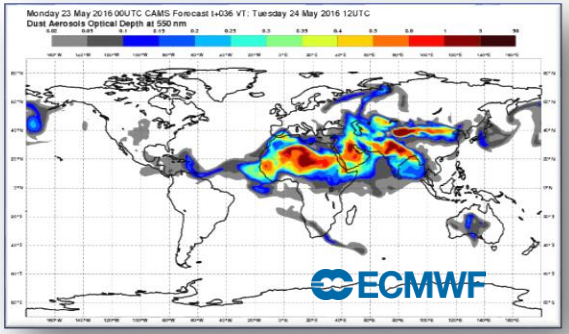
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth | European Commission

# CAMS CADENA DE SERVICIO

Atmosphere Monitoring

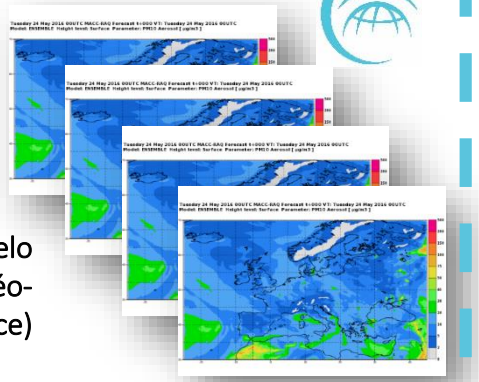
Agencias espaciales






ECMWF Integrated Forecasting System (IFS)

Observaciones in-situ



Conjunto multimodelo regional (lead: Météo-France)

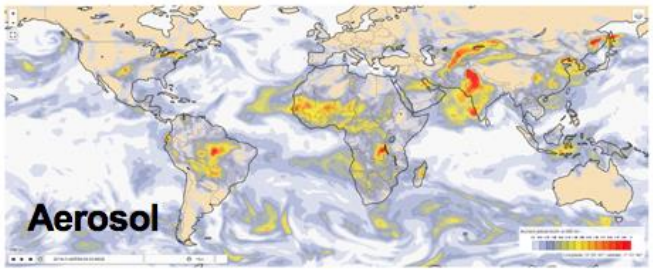
Usuarios

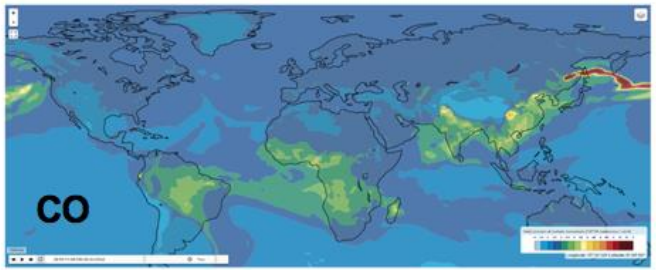
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

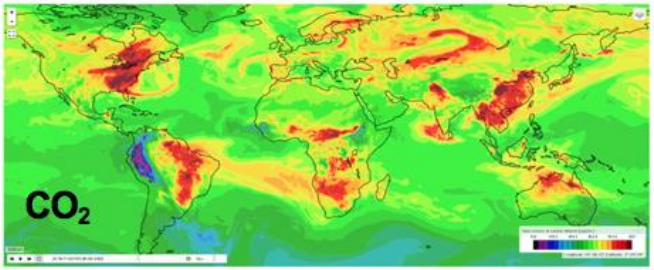
Atmosphere Monitoring

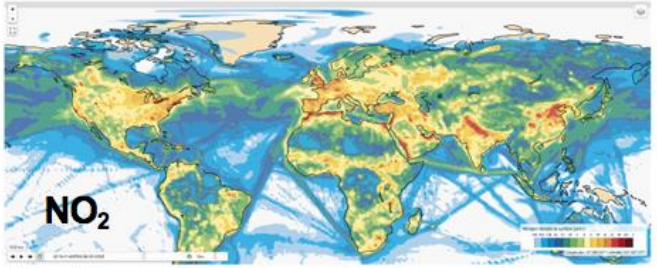
# Productos globales

http://atmosphere.copernicus.eu/maps




Principales aerosoles, gases de efecto invernadero, gases reactivos, capa de ozono, radiación ultravioleta

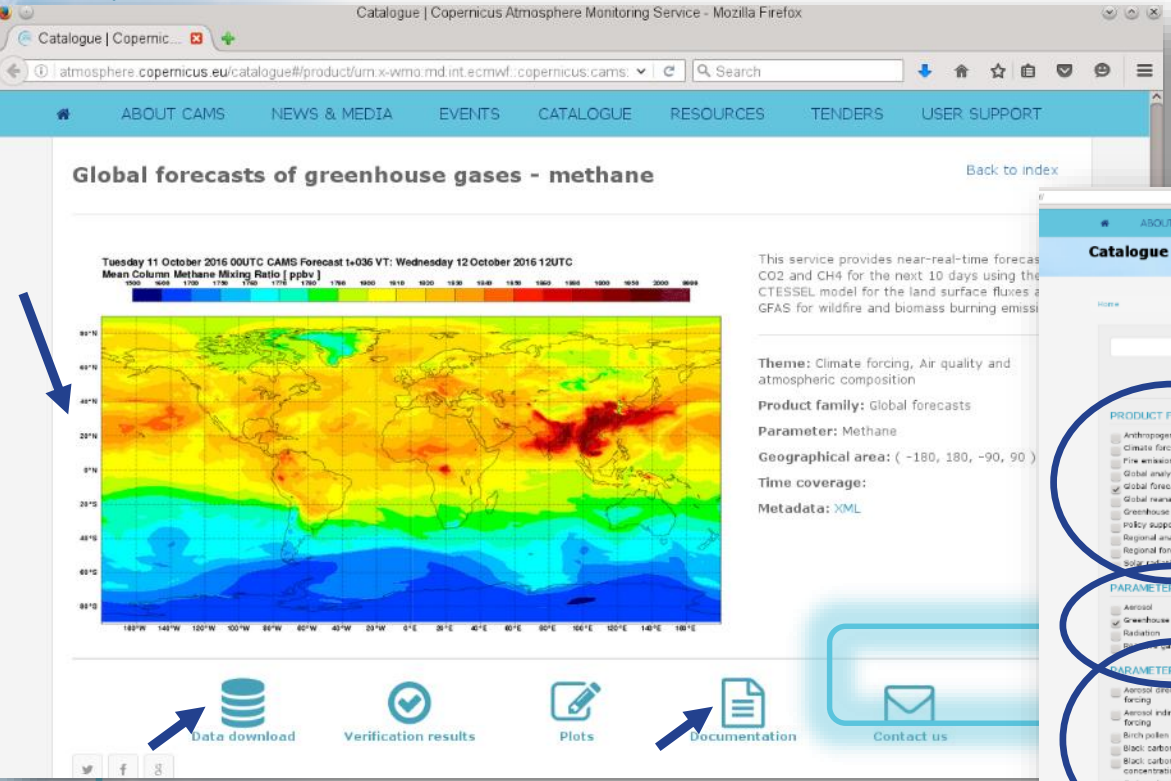
Análisis y previsiones a cinco días, dos veces por día
Reanálisis del 2003 hasta hoy

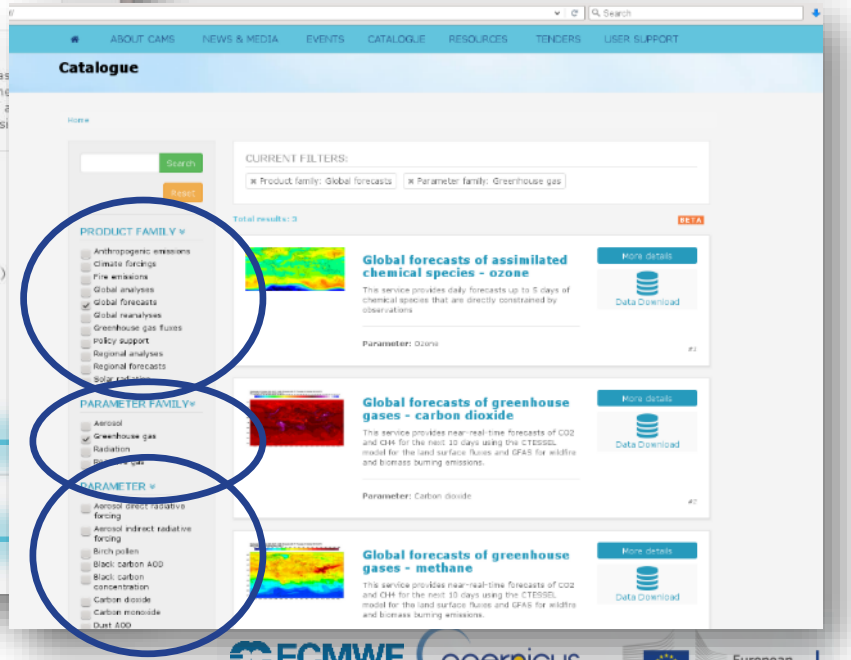
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

# CAMS portfolio: catálogo online

Atmosphere

http://atmosphere.copernicus.eu/catalogue



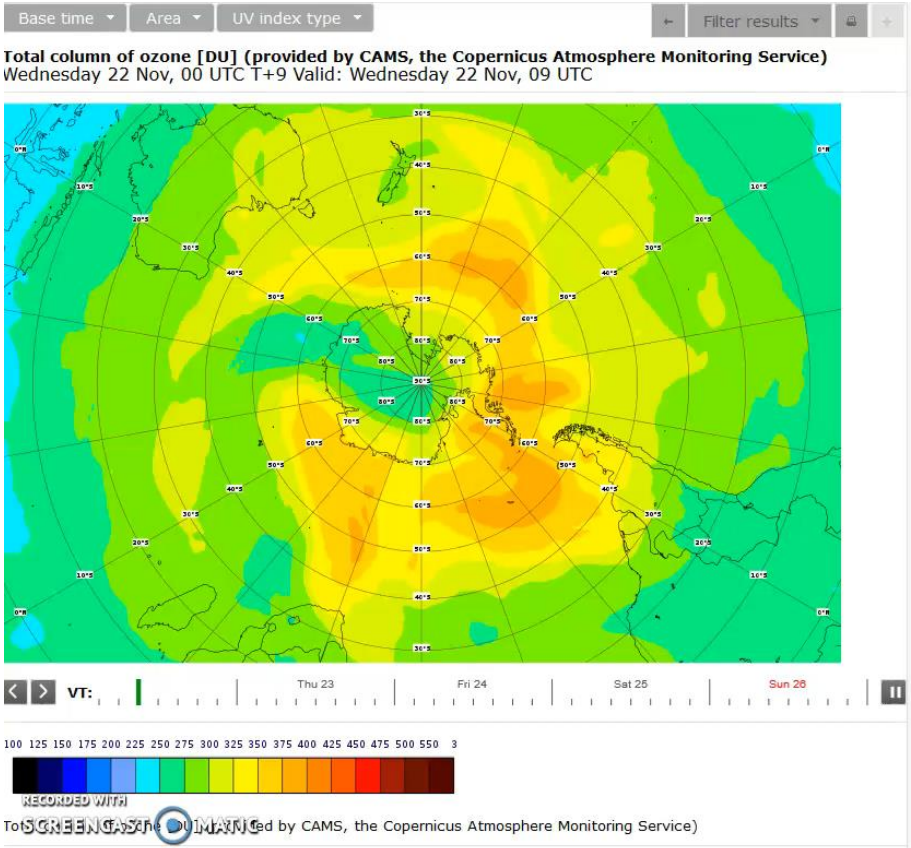




ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

# Productos globales - Ozono

Atmosphere Monitoring

http://atmosphere.copernicus.eu/charts/cams

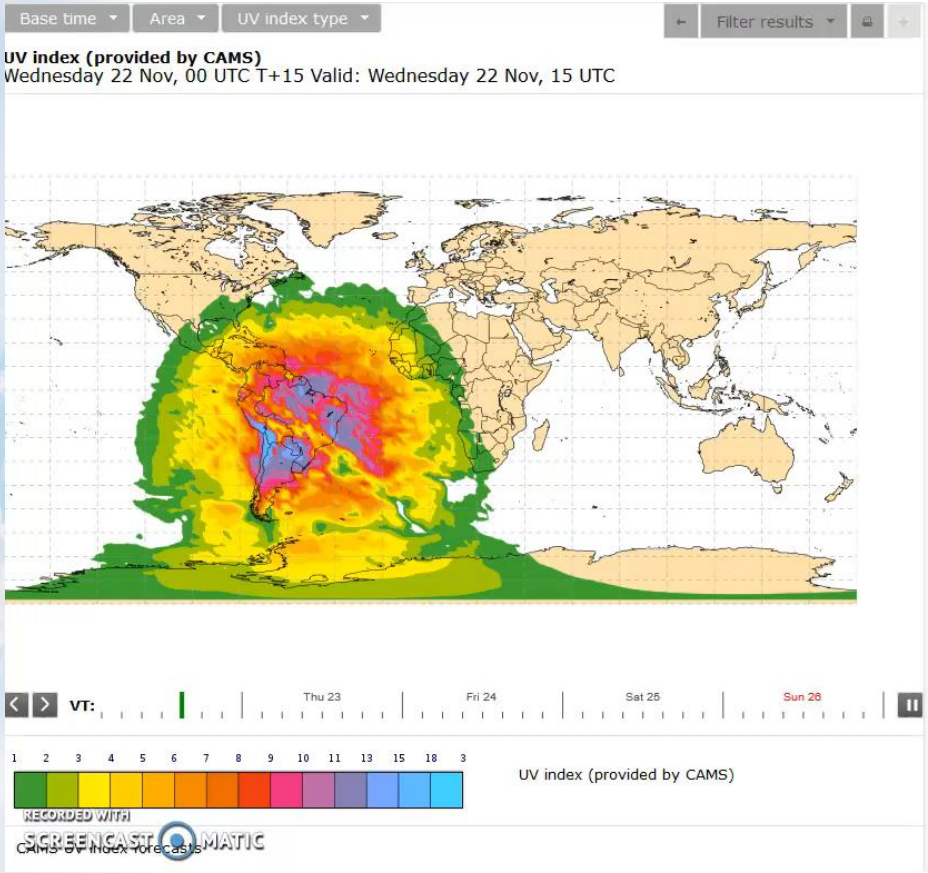



Acceso directo para visualizar los productos mas utilizados

**Nueva página web para monitoreo la capa de ozono: https://atmosphere.copernicus.eu/monitoring-ozone-layer**

Atmosphere Monitoring

# Productos globales - UV



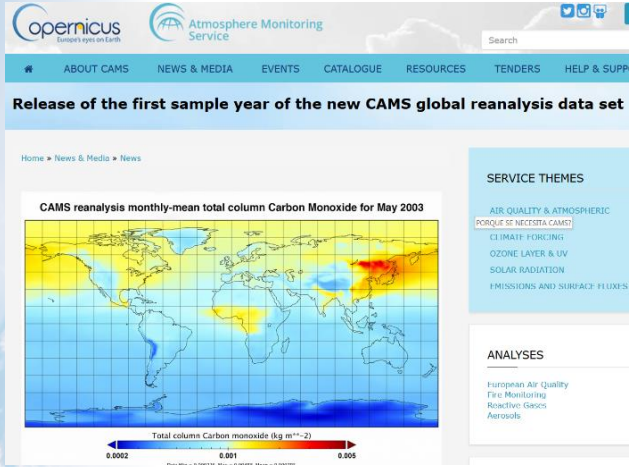

http://atmosphere.copernicus.eu/charts/cams

Previsiones del índice de radiación ultravioleta

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

# Reanálisis

Atmosphere Monitoring




Incluyen todas las observaciones desde 2003

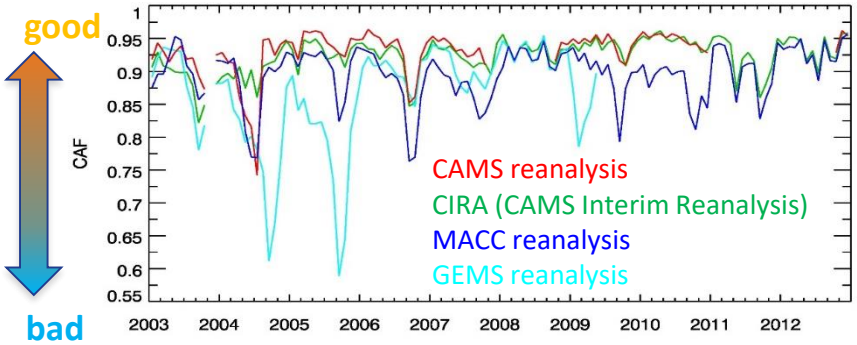
Ofrecen datos coherentes a largo plazo, para el planeta entero, y calculados con un mismo modelo fijo

Este producto no tiene muchos equivalentes en el mundo

Los reanálisis de CAMS han añadido en particular:
-los últimos desarrollos en el modelo
-nuevos conjuntos de datos
-prolongación hasta el presente

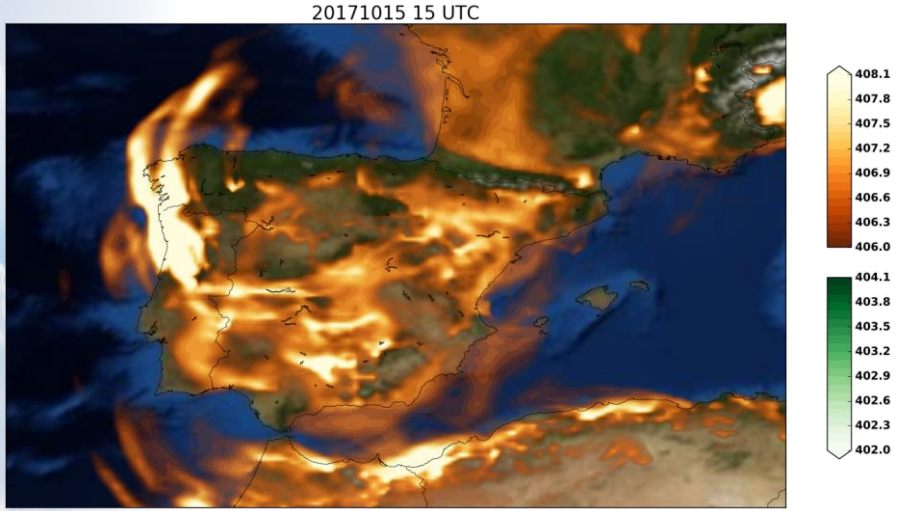
Ofrece una mejora en comparación con reanálisis anteriores MACC y GEMS

**$O_3$ score at Neumayer station**



Atmosphere Monitoring

# Flujos de gases de efecto invernadero




Media de la columna atmosférica de CO2 [ppm] (15/10/2017) en la península ibérica

- Anomalías positivas en comparación con la media global provocadas por las emisiones antropogénicas, la respiración de los ecosistemas y los fuegos
- Anomalías negativas escasas en este periodo del año

Resultado de todos los flujos en la atmósfera basado en la previsión de $CO_2$ a alta resolución

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

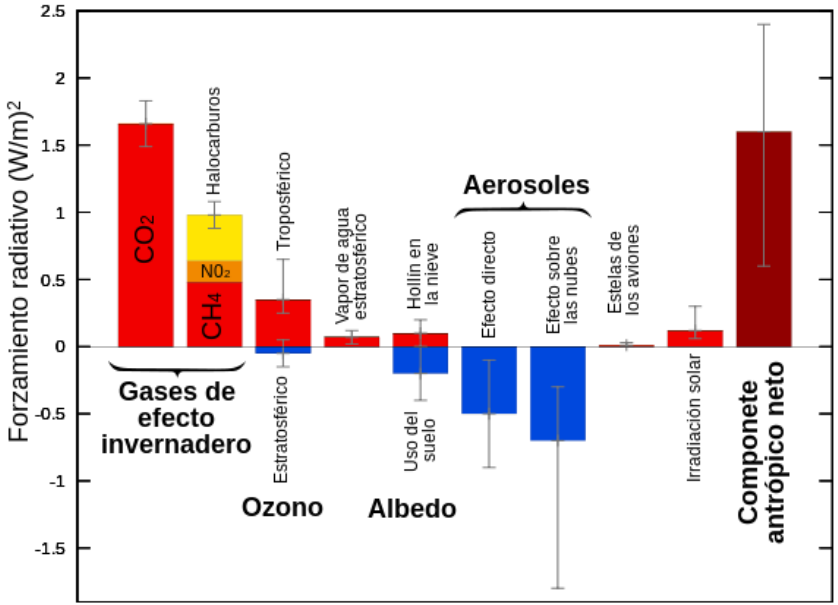
# Forzamiento Radiativo del Clima

Cuantifica el desequilibrio en el balance de energía de la Tierra.

Utiliza:

- Para la era preindustrial, estimaciones de la composición de la atmósfera y de los flujos de superficie
- Para el presente, reanalisis de CAMS de la composición de la atmósfera para calcular los flujos radiativos

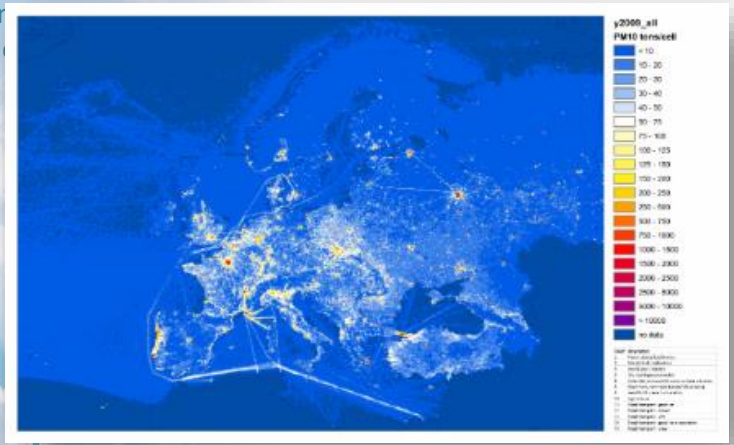
Calcula la diferencia entre hoy y la era preindustrial con un modelo de radiación, centrándose sobre todo en las incertidumbres




Cambio en el forzamiento radiativo entre 1750 y 2005 según las estimaciones del IPCC

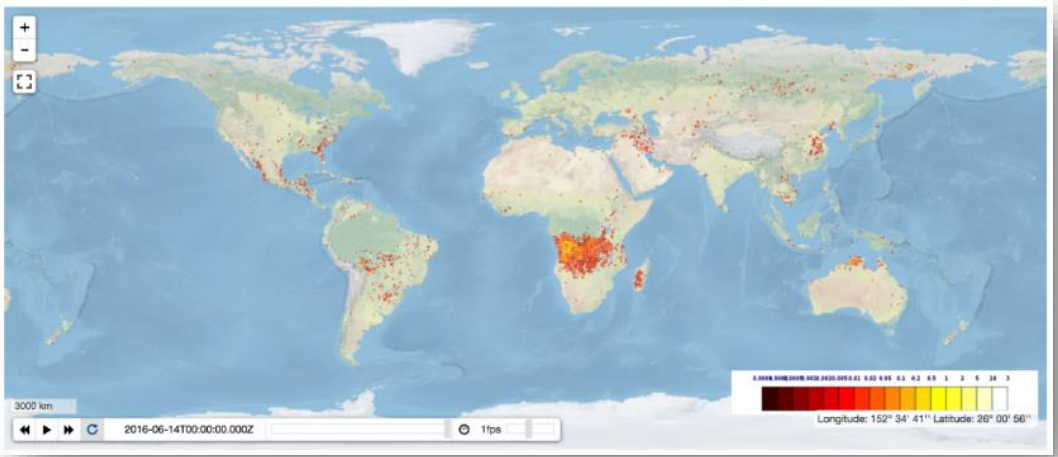
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

# Emisiones



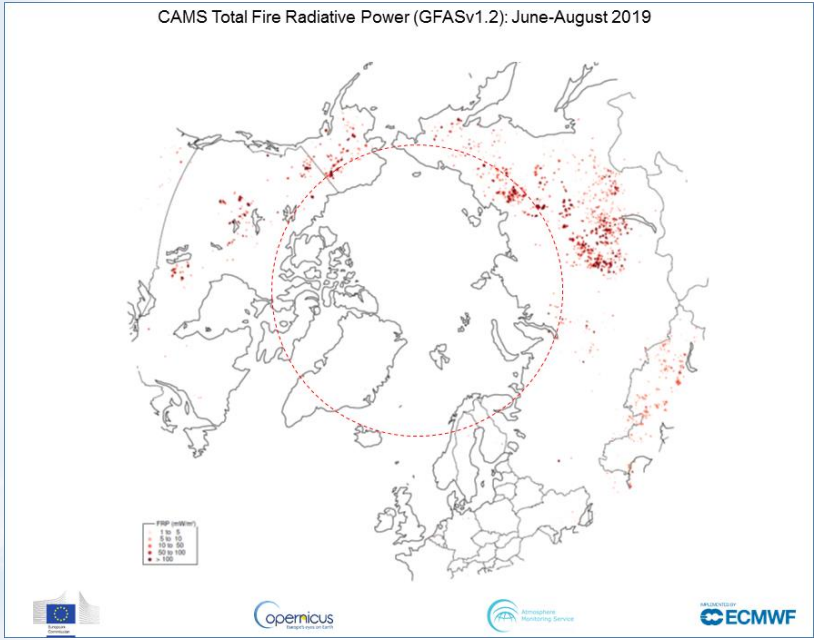
- **Emisiones antropogénicas**:
  - en Europa, con una resolución de 10km, del 2003 hasta hoy
  - para el planeta entero, con una resolución de ~50km, del 2003 hasta A-3
- **Emisiones naturales** para el planeta entero, con una resolución de ~50km, del 2003 hasta A-3

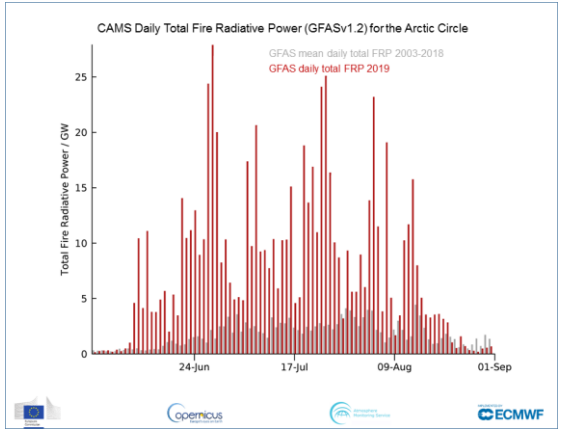
- **Emisiones diarias de fuegos** para ~40 constituyentes de la atmósfera

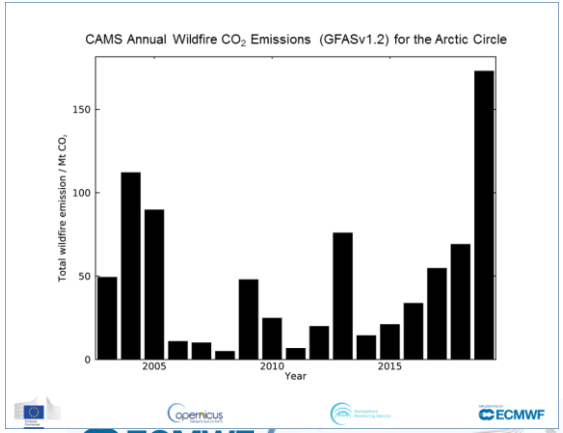


# Monitoreo de los incendios del Ártico en verano del 2019

Atmosphere Monitoring



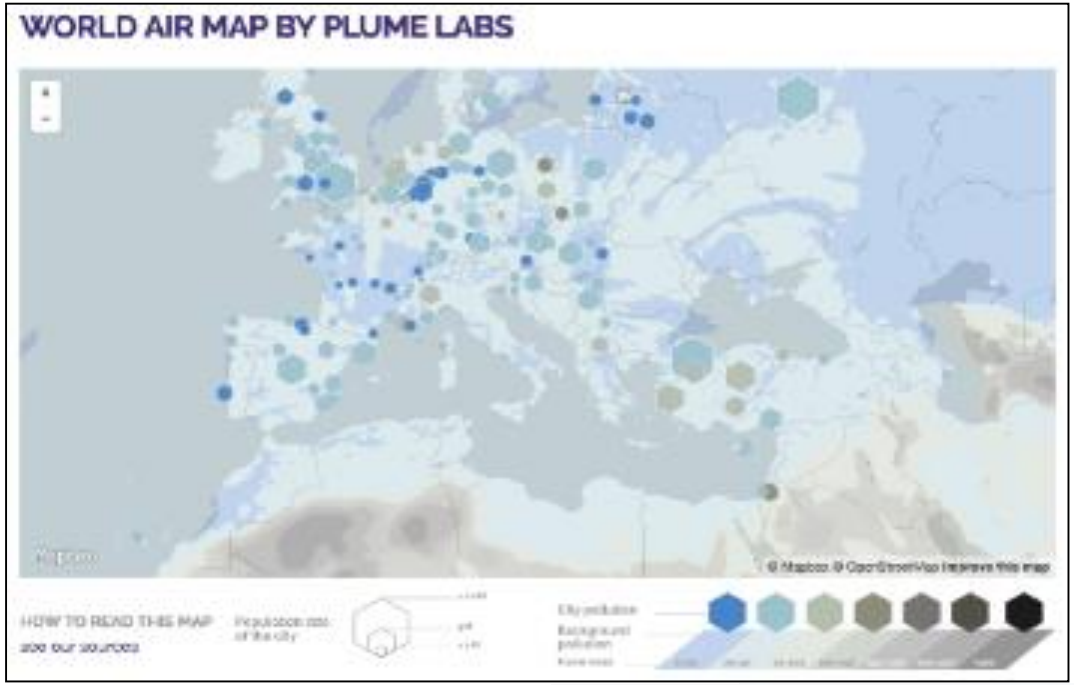

- Daily total wildfire emissions were well above the 2003-2018 average throughout the summer north of the Arctic Circle
- Many wildfires concentrated in the Sakha Republic, Russia with other fire activity in Alaska, Yukon Territory and Greenland
- Total estimated equivalent CO2 of ~170 megatonnes

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

# Usuarios de productos globales- PLUMELABS

Plumelabs, una pequeña empresa francesa, produce informaciones sobre la calidad del aire y vende aparatos de medidas.




ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth
European Commission

# Usuarios de productos globales- WINDY

Atmosphere Monitoring

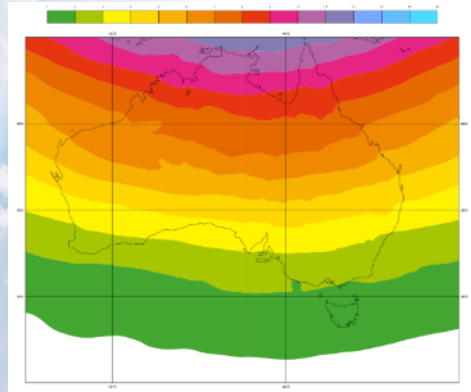
Windy ofrece una visualización de parámetros meteorológicos y de composición de la atmósfera (polvo, CO, SO2)

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

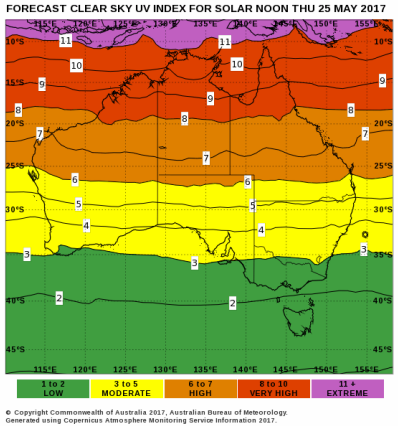
Atmosphere Monitoring

# Usuarios de productos globales- SUNSMART

En colaboración con el Bureau of Meteorology de Australia, SunSmart utiliza las previsiones de índice UV de CAMS cada día en sus aplicaciones para smartphones.



Previsiones de UV index Copernicus




Previsiones del Bureau of Meteorology de Australia

Previsiones SUNSMART del Cancer Council Victoria para smartphones

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

# Atención al usuario –

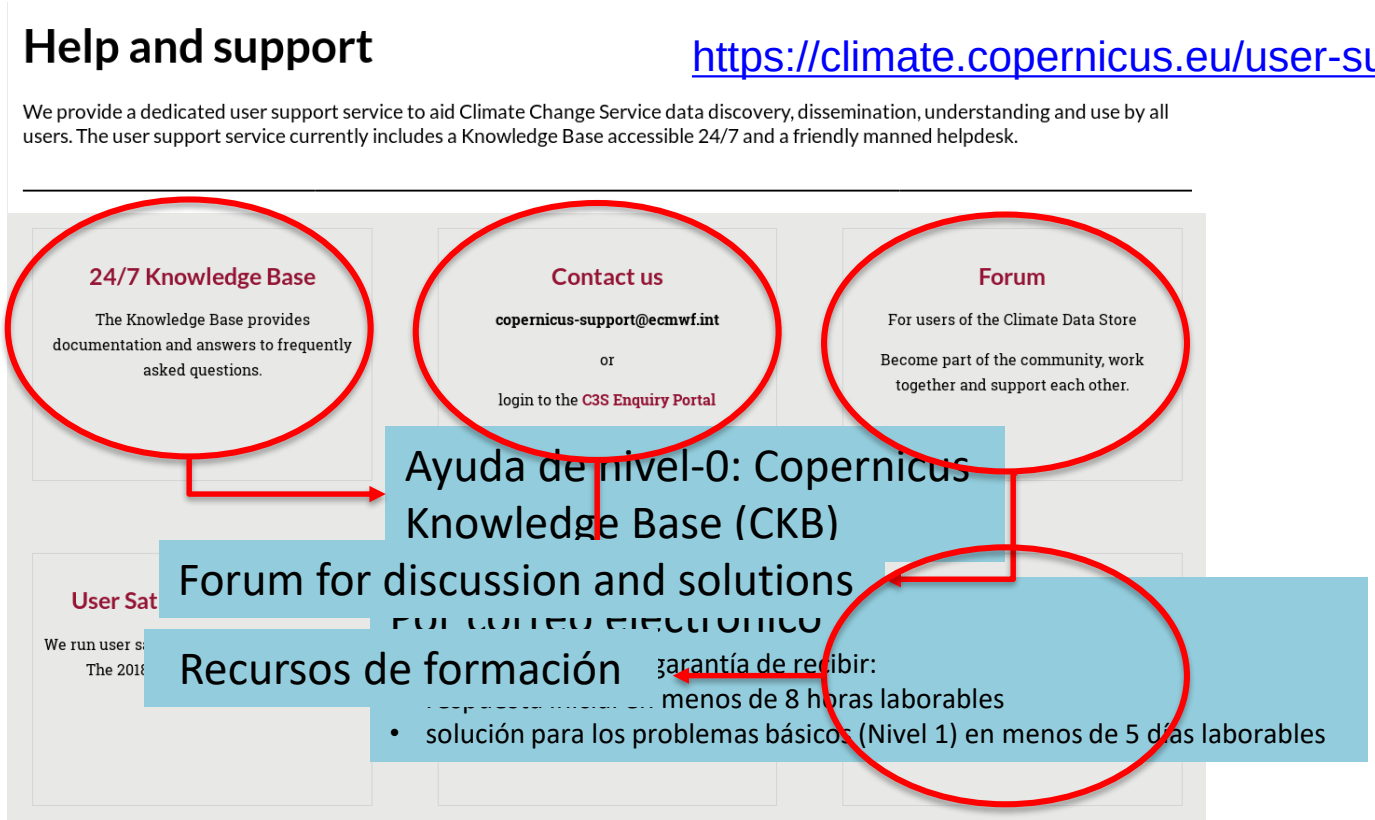
# Ayuda y recursos

European Commission

opernicus
Europe's eyes on Earth

IMPLEMENTED BY
ECMWF

# ¿Qué tipo de ayuda (support) pueden recibir los usuarios?



# En resumen…

CAMS & C3S
del big data a las aplicaciones locales

Aplicaciones
´downstream´

European Commission

IMPLEMENTED BY ECMWF

# ¡Muchas gracias por vuestra atención!

**Joaquín Muñoz Sabater**
**ECMWF, Copernicus Climate Change Service (C3S)**
joaquin.munoz@ecmwf.int
@j_munoz_sabater

XVIII Congreso Nacional de Teledetección
24-27 Septiembre 2019, Valladolid, Spain

European Commission

opernicus
Europe's eyes on Earth

IMPLEMENTED BY
ECMWF

# Back up slides

European Commission

opernicus
Europe's eyes on Earth

IMPLEMENTED BY
ECMWF

Climate Change

# ¿Qué datos ofrece CAMS?

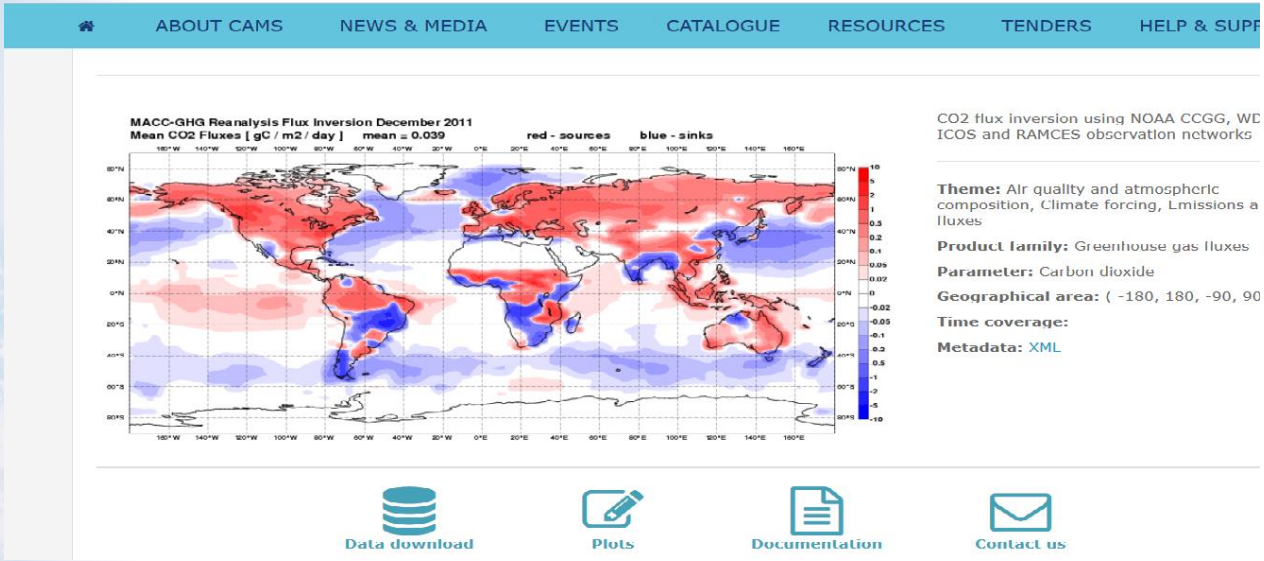
Portafolio de productos del servicio CAMS
Acuerdo de delegación con la Comisión Europea

| Portfolio | Product groups |
|---|---|
| A. Regional products | European AQ NRT analyses |
| | European AQ NRT forecasts |
| | European AQ interim reanalyses |
| | European AQ reanalyses |
| B. Global products (troposphere and stratosphere) | Global atmospheric composition NRT analyses |
| | Global atmospheric composition NRT forecasts |
| | Global atmospheric composition reanalyses |
| C. Supplementary products | Policy support products |
| | Solar radiation |
| | Greenhouse gas fluxes |
| | Climate forcings |
| D. Emissions products | Anthropogenic emissions |
| | Fire emissions |

Copernicus Europe's eyes on Earth | European Commission | ECMWF

Atmosphere Monitoring

# FLUJOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO




$CO_2$ de 1979 a 2015
$CH_4$ de 2001 a 2016
$N_2O$ de 1996 a 2015

La modelización inversa de la atmósfera permite estimar los flujos de superficie para gases de efecto invernadero, basándose en las observaciones de la atmósfera in situ y de satélite.

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

# FORZAMIENTO RADIATIVO DEL CLIMA

Cuantifica el desequilibrio en el balance de energía de la Tierra.

Calcula la diferencia de forzamiento radiativo entre hoy y la era preindustrial.

Estima cómo el cambio de la composición de la atmósfera influye en el calentamiento o el enfriamiento del clima.

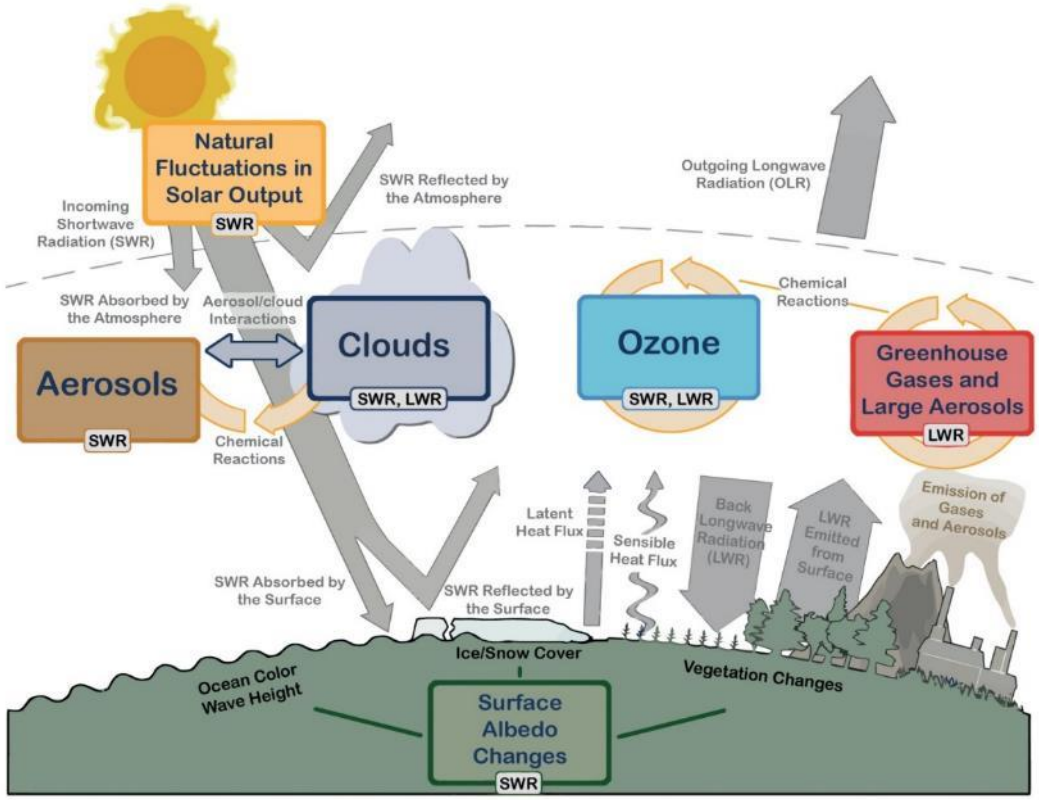
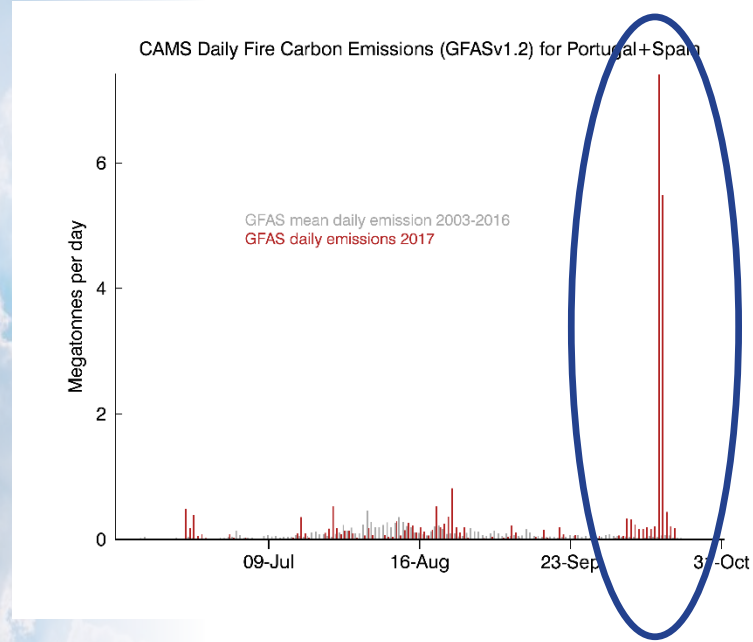



Figure 1.01 of IPCC AR5, 2013

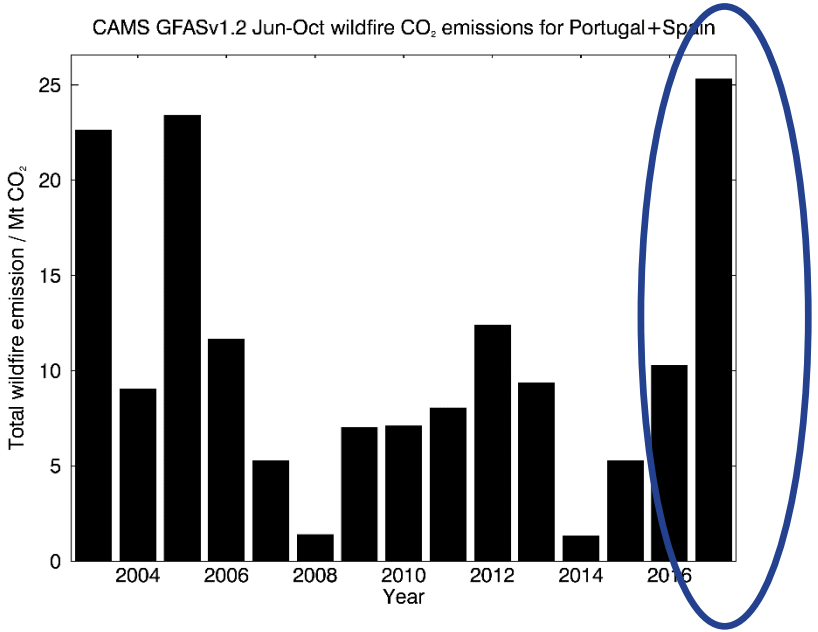
ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission

Atmosphere Monitoring

# EMISIONES DE LOS FUEGOS




Total de las emisiones diarias de los fuegos en la península ibérica entre junio y octubre 2017




Total de las emisiones entre junio y octubre desde 2003 en la península ibérica

ECMWF Copernicus Europe's eyes on Earth European Commission