

27 mayo 2026, Foment del Treball, Barcelona



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

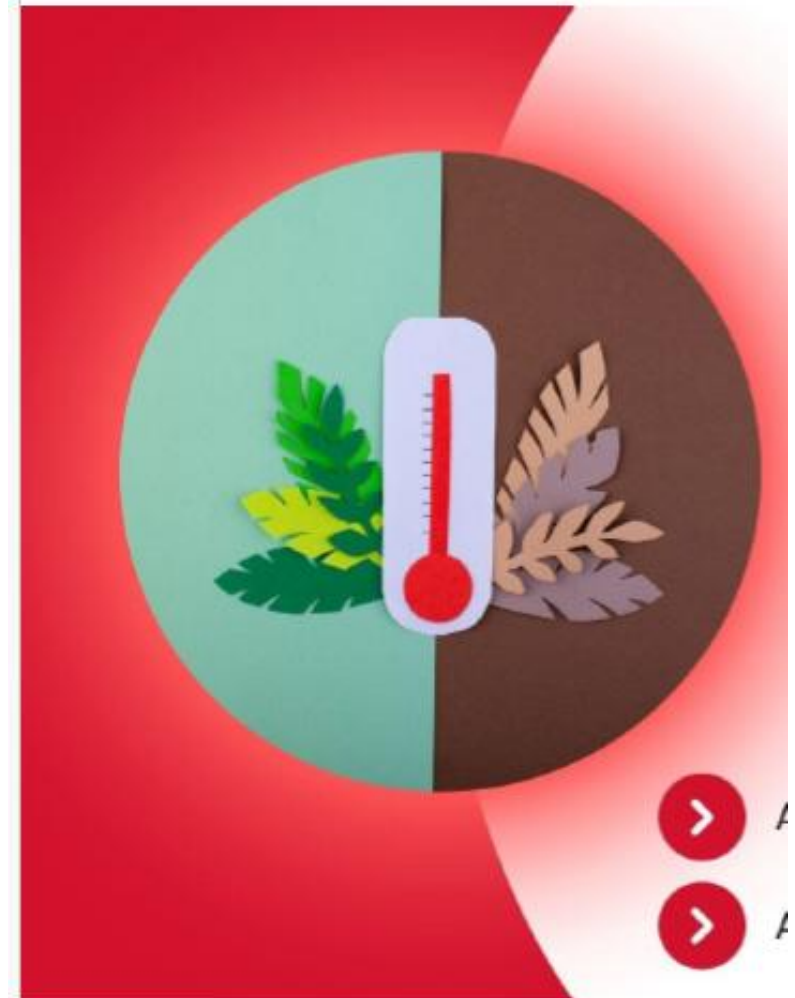


La evidencia científica: incremento de la temperatura y efectos meteorológicos extremos.

Prof. María del Carmen Llasat Botija
Catedrática de Física de la Atmósfera
Departamento de Física Aplicada, Universitat de Barcelona
Coordinadora del Special Report on Climate and Environmental Coastal Risks in the Mediterranean

@mcarmenllasat

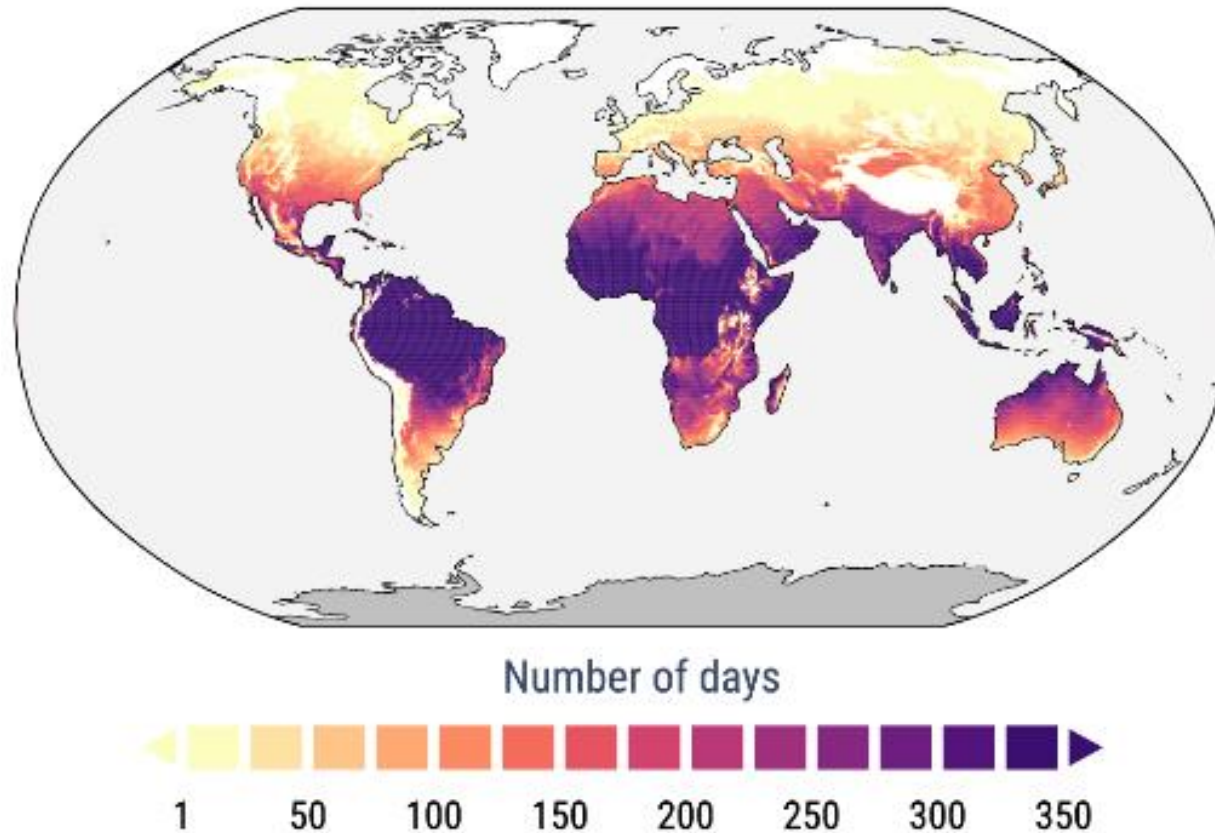
1. Estado del clima 2024-2025
2. Proyecciones climáticas
3. Cambio climático y riesgos naturales
4. Cambio climático y ambiental en el Mediterráneo
5. Mitigación y adaptación



TEMPERATURAS EUROPEAS Y ESTRÉS TÉRMICO



El año 2024 fue el más cálido registrado en Europa, con una temperatura media **de 10,69 °C**, 0,28 °C más que el año anterior más cálido (2020). Esta temperatura es 1,47 °C superior a la media del periodo de referencia 1991-2020 y **2,92 °C** superior al nivel de 1850-1900.



Durante 2024, gran parte del planeta experimentó más días que la media con al menos «estrés térmico intenso» y «estrés térmico extremo»*.

El 10 de julio, alrededor del 44 % del planeta se vio afectado por un estrés térmico de «intenso» a «extremo».

A partir de la “sensación térmica”, estimada según el Índice climático térmico universal (UTCI) (T, q, vv, IR_solar, IR-térmica). Una sensación térmica superior a los 46 °C produce un golpe de calor. El valor de sensación térmica más alto registrado en 2024 fue de 59,1 °C en Argelia.

TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL MAR

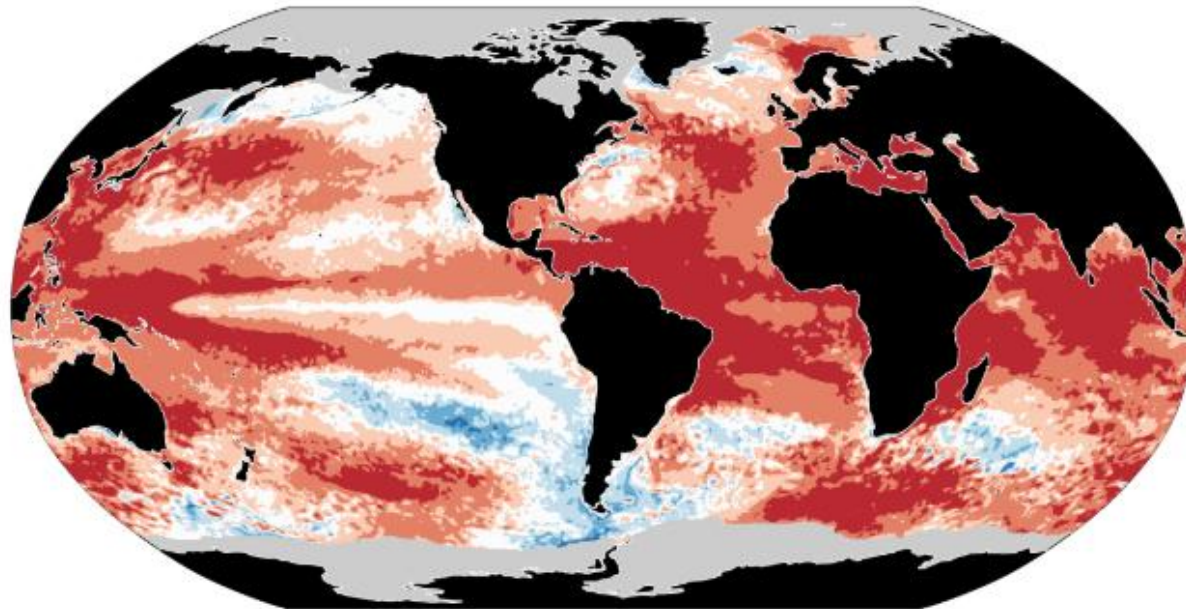


La temperatura media anual de la superficie del mar (TSM) en el océano extrapolar alcanzó un máximo histórico de **20,87 °C** en 2024. La TSM extrapolar alcanzó niveles récord para la época del año de enero a junio de 2024, tras la racha de récords mensuales que comenzó en mayo de 2023. De julio a diciembre de 2024, la TSM ocupó el segundo lugar más cálido, después de 2023.



Anomalies and extremes in sea surface temperature in 2024

Data: ERA5 (1979–2024) • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



El año 2024 se vio influenciado por los efectos residuales del fuerte fenómeno de El Niño de 2023 y una transición hacia condiciones neutras de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).

Todas las áreas con temperaturas de superficie del mar anuales récord experimentaron **olas de calor marinas** de al menos categoría II (“fuertes”) en algún momento del año.

La ocurrencia generalizada de temperaturas de superficie del mar altas condujo a un fenómeno mundial de **blanqueamiento de corales**.

Colour categories refer to the percentiles of the temperature distributions for the 1991–2020 reference period. The extreme ('coolest' and 'warmest') categories are based on rankings for the period 1979–2024.

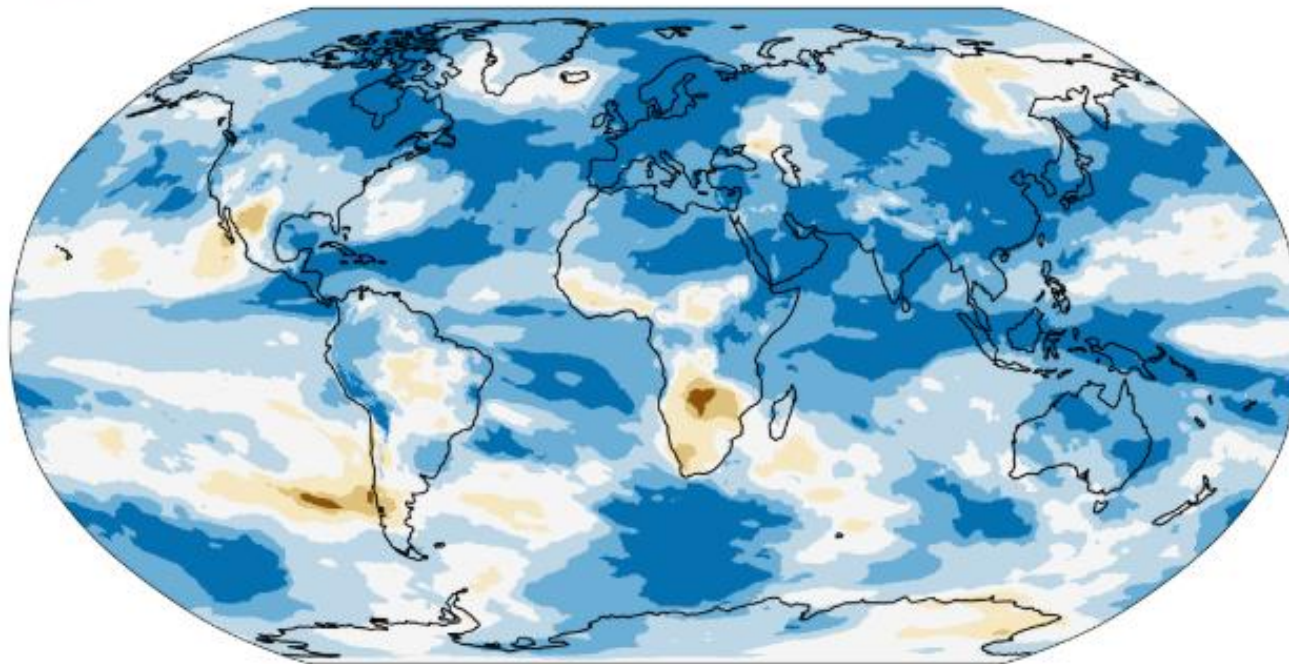
VAPOR DE AGUA EN LA ATMOSFERA

En 2024, el promedio anual de vapor de agua en el dominio 60°S–60°N alcanzó su valor más alto en al menos 33 años, un 4,9 % por encima del promedio de 1991–2020, notablemente superior a los de 2016 (3,4%) y 2023 (3,3%), los años con el segundo y tercer valor más altos.



Anomalies and extremes in total column water vapour in 2024

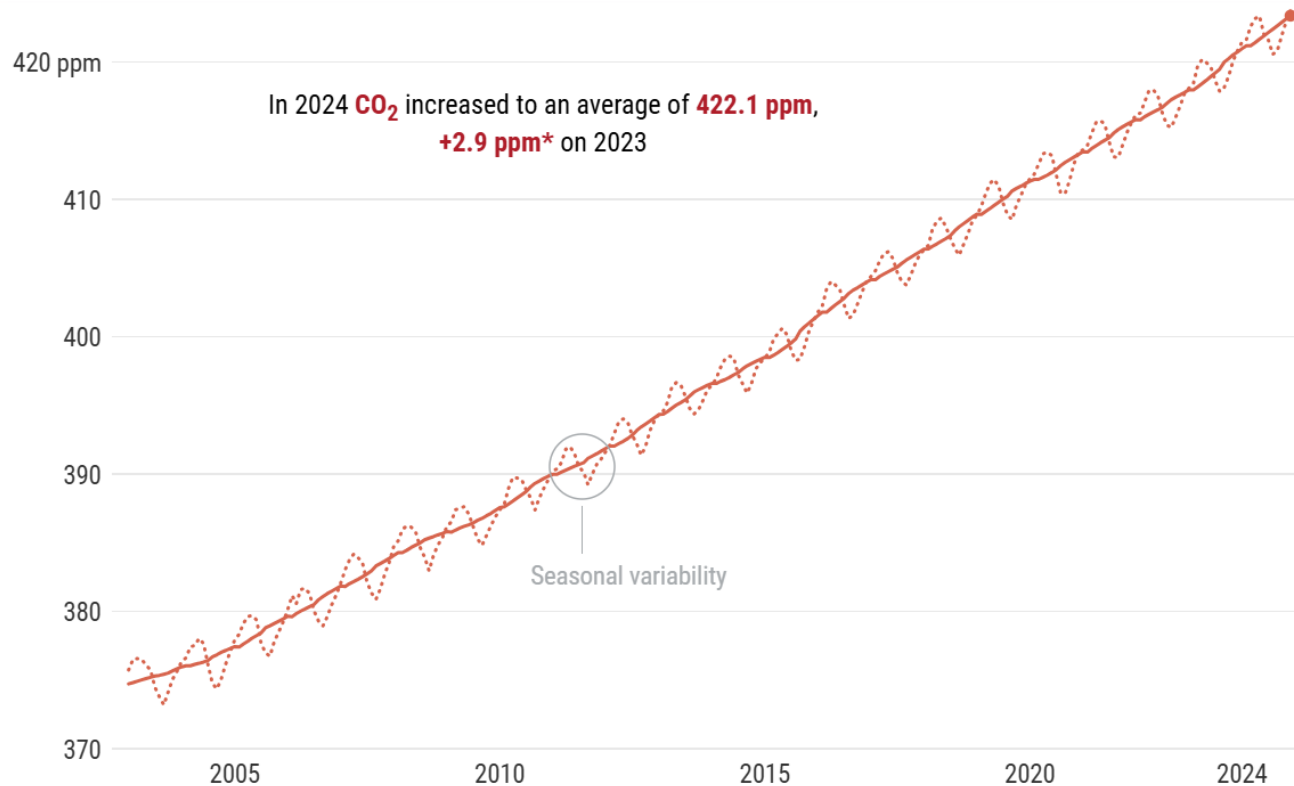
Data: ERA5 (1992–2024) • Reference period: 1992–2020 • Credit: C3S/ECMWF



Anomalies and extremes in the amount of total column water vapour for 2024. Colour categories refer to the percentiles of the water vapour distribution for the 1991–2020 reference period.

CONCENTRACIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono y metano alcanzaron niveles récord en 2024, con 422,1 ppm y 1897 ppb respectivamente.



* The uncertainty of the annual increase is ± 0.3 ppm

Data source: C3S/Obs4MIPs (v4.6) consolidated (2003–2023) and CAMS preliminary near real-time data (2024) GOSAT-2

La tasa de aumento del dióxido de carbono fue mayor que la tasa observada en los últimos años (el aumento de 2022 a 2023 fue de 2,5 ppm).

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono fueron más altas en 2024 que en cualquier otro momento en al menos 2.000.000 de años.

La tasa de aumento del metano fue menor que en años anteriores. Las concentraciones atmosféricas de metano habían aumentado sustancialmente a lo largo del siglo XX, antes de estabilizarse entre 2000 y 2006.

Las concentraciones atmosféricas de metano en 2024 fueron más altas que en cualquier otro momento en al menos 800.000 años.

EVENTOS EXTREMOS ALREDEDOR DEL MUNDO

Se registró una gran cantidad de fenómenos extremos en todo el mundo, incluidas olas de calor, inundaciones, sequías e incendios forestales.

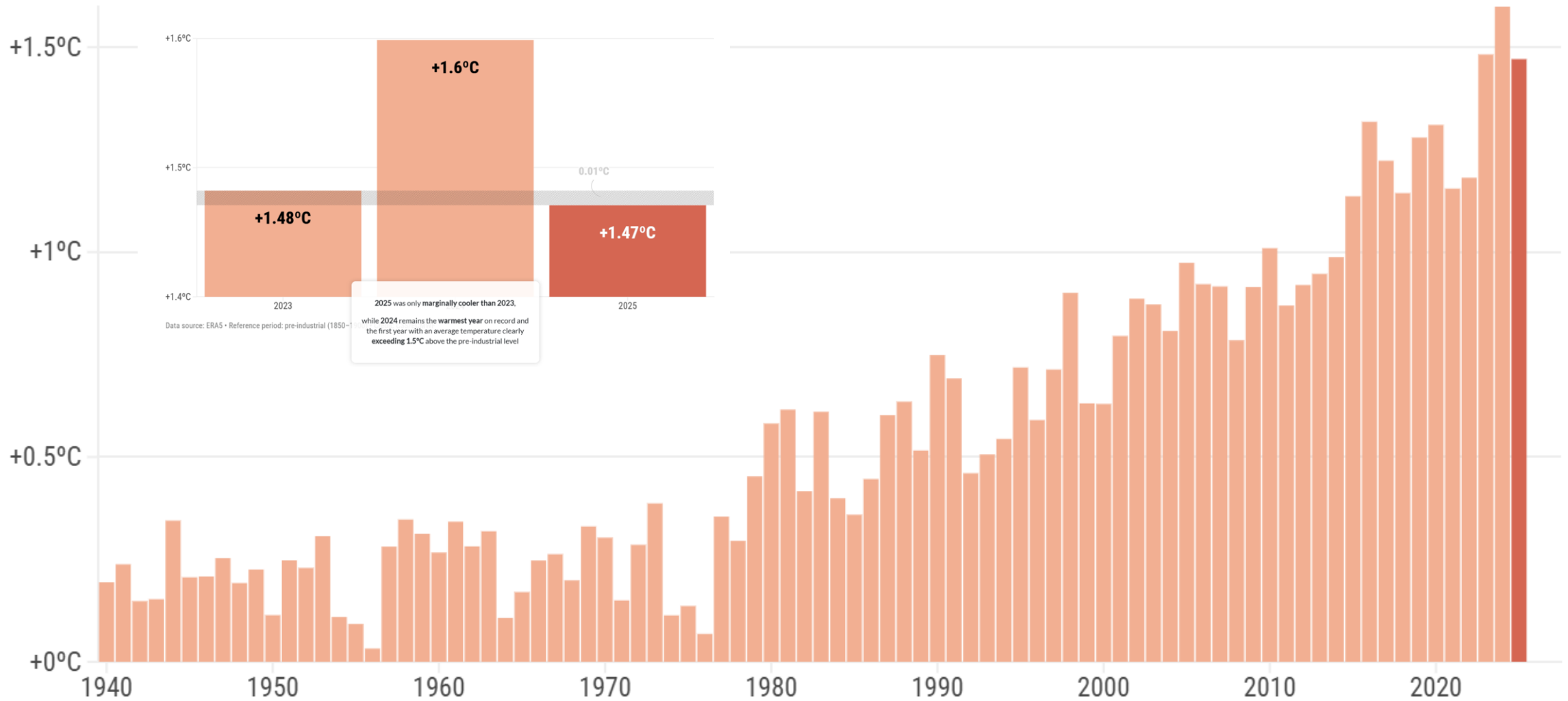


Ciclón Boris

- **Inundaciones repentinas** (en algunos casos sin precedentes): California (enero), países del Golfo Pérsico (abril), este de España (octubre).
- **Inundaciones de mayor escala** debido al paso de ríos atmosféricos (California, febrero), lluvias monzónicas (Australia y sur de Asia), grandes sistemas de baja presión y ciclones tropicales.
- NOAA IBTrACS: **86 tormentas tropicales** (43 llegaron a ciclón tropical) destacando huracán Milton (SE USA), el tifón Ewiniar (Filipinas), ciclón Kong-rey (Taiwán y Chinaidos), ciclón Megan (Australia)...
- **Europa: ciclón Boris (precipitaciones récord e inundaciones graves** en las regiones central y oriental). Se produjeron cerca de 50 borrascas con nombre.
- **Numerosas olas de calor**, destacando las del sureste de Europa, el norte de África, el Sahel, Oriente Medio y partes de las Américas, el centro, el sur y el este de Asia, el sur de África y Australia.
- Varias regiones sufrieron una **falta prolongada de precipitaciones**, a menudo coincidente con temperaturas extremas (cuenca del Amazonas, humedales del Pantanal, sur de África, Mediterráneo y Europa oriental).
- Las condiciones secas propiciaron los **incendios forestales**. América fue el continente más afectado (Canadá, USA, Brasil, Bolivia, ...)
- Las **emisiones de carbono por incendios** fueron las más altas registradas en Bolivia y Venezuela, y Canadá ocupó el segundo lugar después de 2023.

DIEZ AÑOS DESPUÉS DEL ACUERDO DE PARIS

Global annual surface air temperature anomalies



DIEZ AÑOS DESPUÉS: ESTADO MUNDIAL DEL CLIMA

Where are we now?

By the end of 2025 the globe has warmed by about:

+1.4°C

above the pre-industrial level

This number is based on **three separate methods** that use C3S data and calculations following those illustrated in the WMO Global State of the Climate 2024

When will we reach +1.5°C?

If warming continues at the same rate as in the last 30 years, the globe could be at:

approximately +1.5°C by

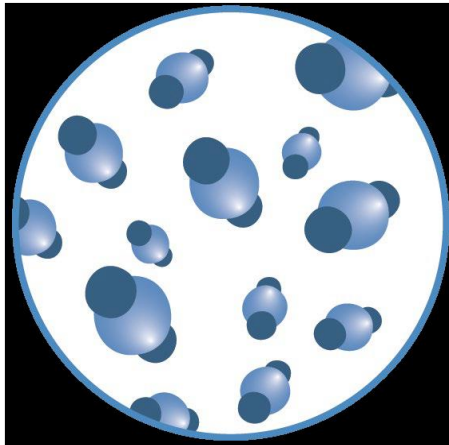
the end of this decade

Estimate based on the method behind the **C3S global trend monitor**.

IMPACTOS DIRECTOS AUMENTO DE TEMPERATURA

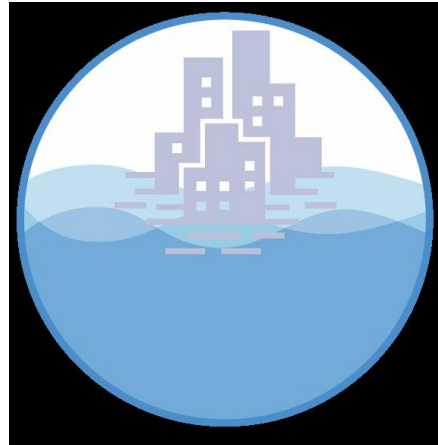
SI COMPARAMOS VEMOS QUE...

CO₂
concentration



Highest
in at least
2 million years

Sea level
rise



Fastest rates
in at least
3000 years

Arctic sea ice
area



Lowest level
in at least
1000 years

Glaciers
retreat

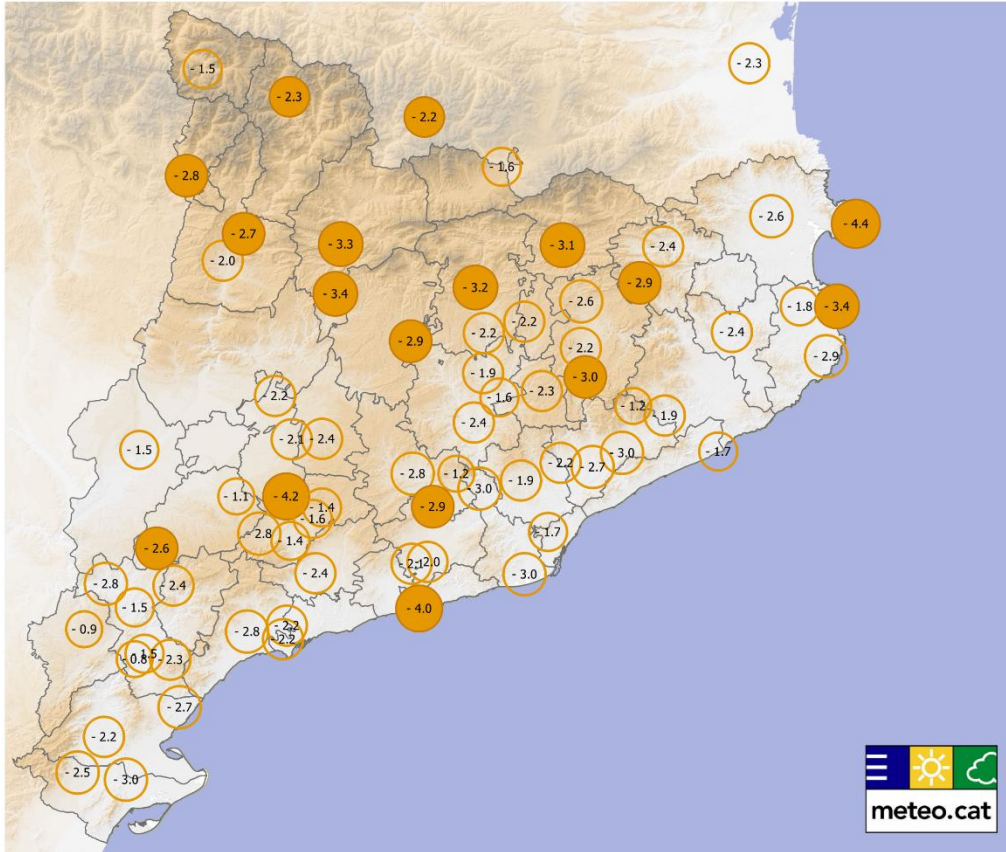


Unprecedented
in at least
2000 years

Diciembre 1999: 369 ppm
Diciembre 2025: **427, 49 ppm**

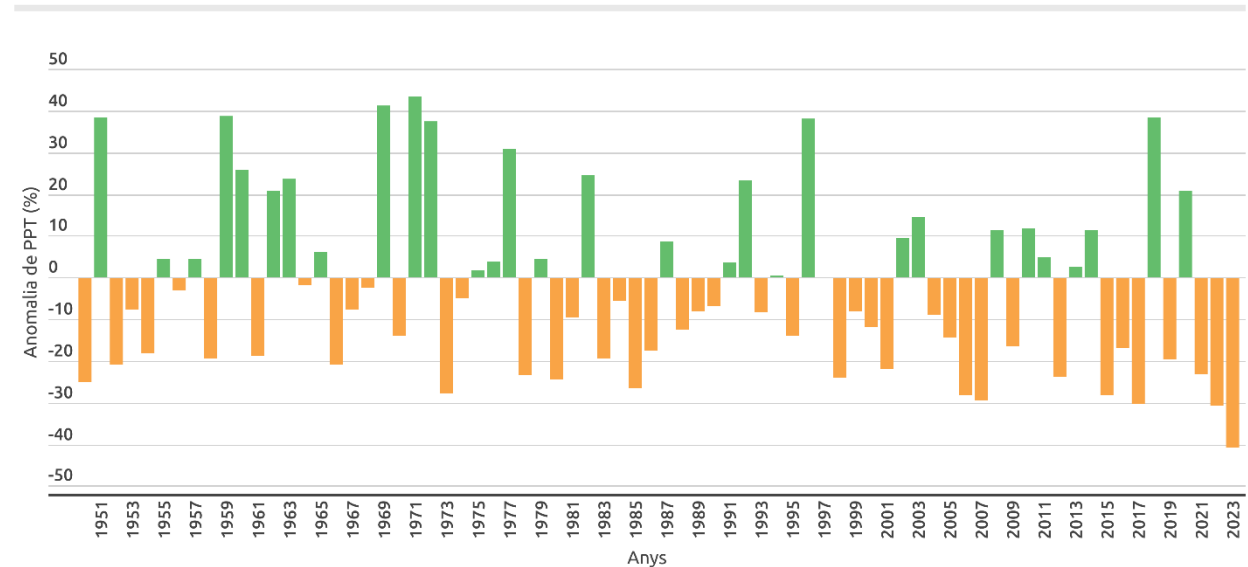
IMPACTOS EN LA PRECIPITACIÓN EN CATALUNYA

En el Empordà la precipitación ha disminuido un 4,4% y 9,5% en verano
En el Baix Llobregat la duración de las rachas secas ha aumentado cerca de 2 d/dec



L'àrea dels cercles representa el percentatge de canvi per dècada.
 Precipitació: blau = positiu, taronja = negatiu
 Cercle sòlid indica tendència estadísticament significativa: $p < 0.05$

Catalunya - Anomalia de la precipitació acumulada anual

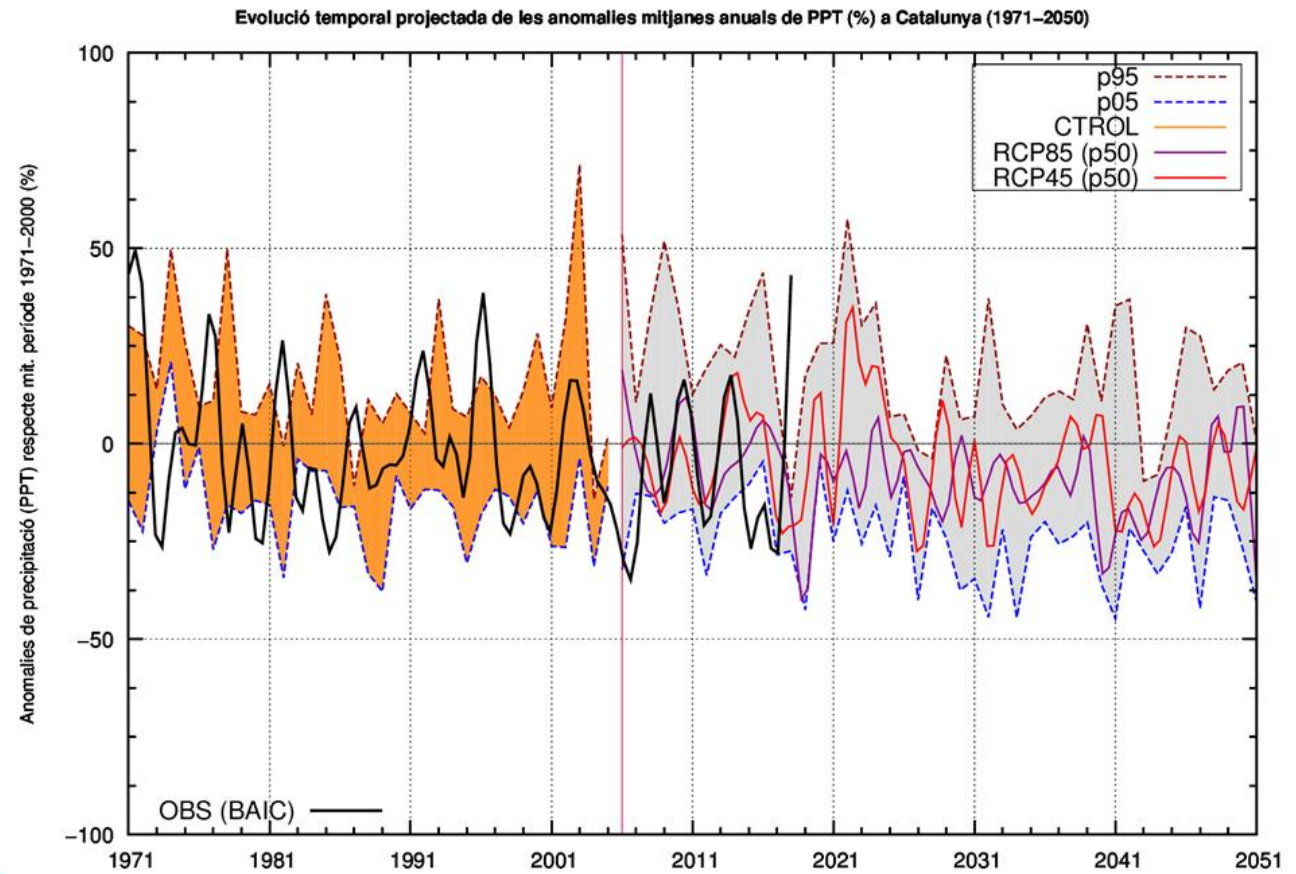
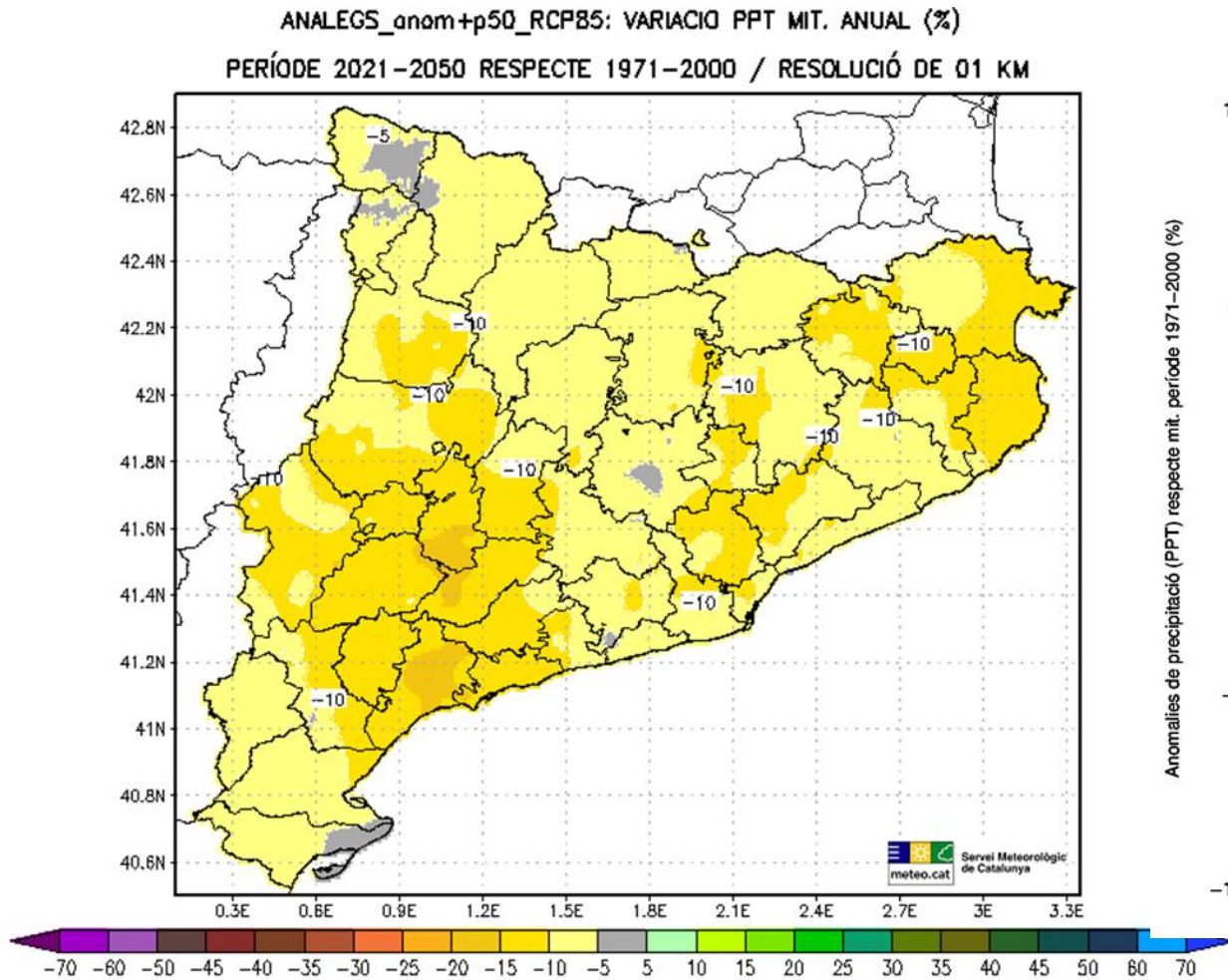


El gràfic mostra la precipitació acumulada anual, però expressada com a anomalia, en percentatge (%), respecte del període de referència 1961-1990. Les columnes taronges indiquen anys amb una anomalia negativa (o secs), i les verdes els anys amb anomalia positiva (o plujosos).

Tendencia precipitación anual % por decenio (1950-2023)

ESCENARIOS DE LA PRECIPITACIÓN EN CATALUNYA

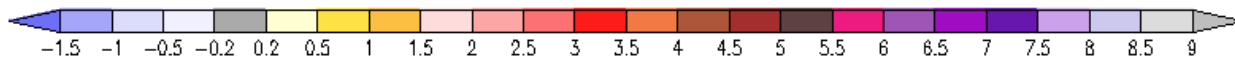
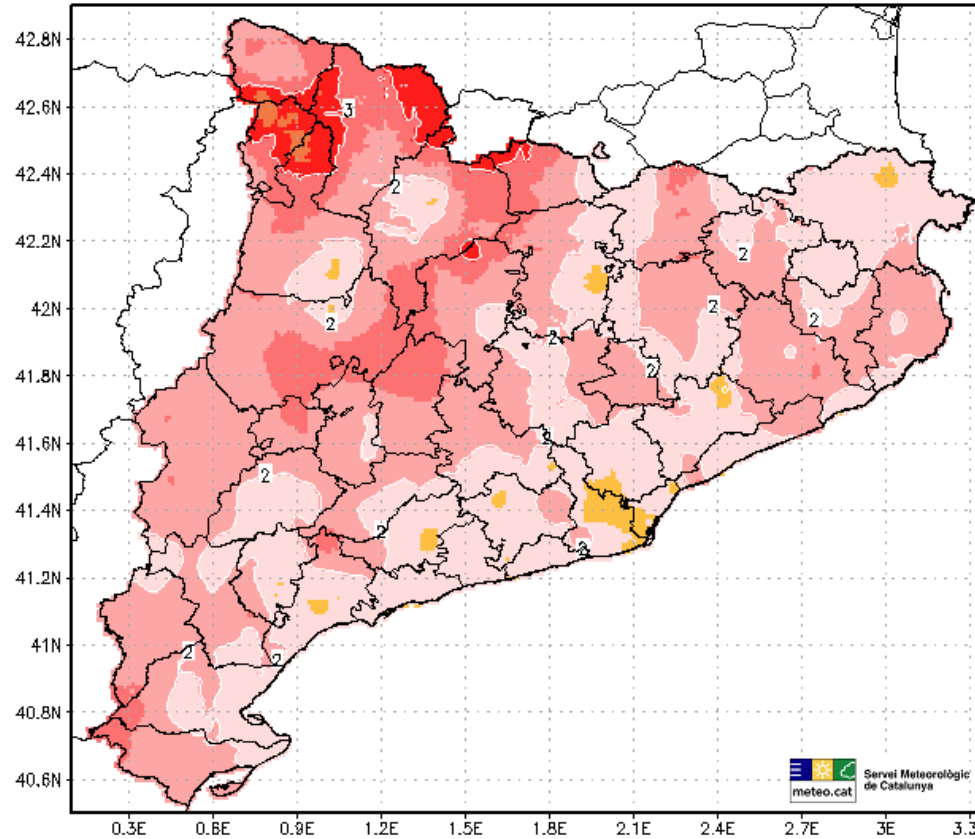
Disminución de la Precipitación entre -5 i -15%



Proyección precipitación total anual 2021-2050 versus 1971-2000, RCP8.4.

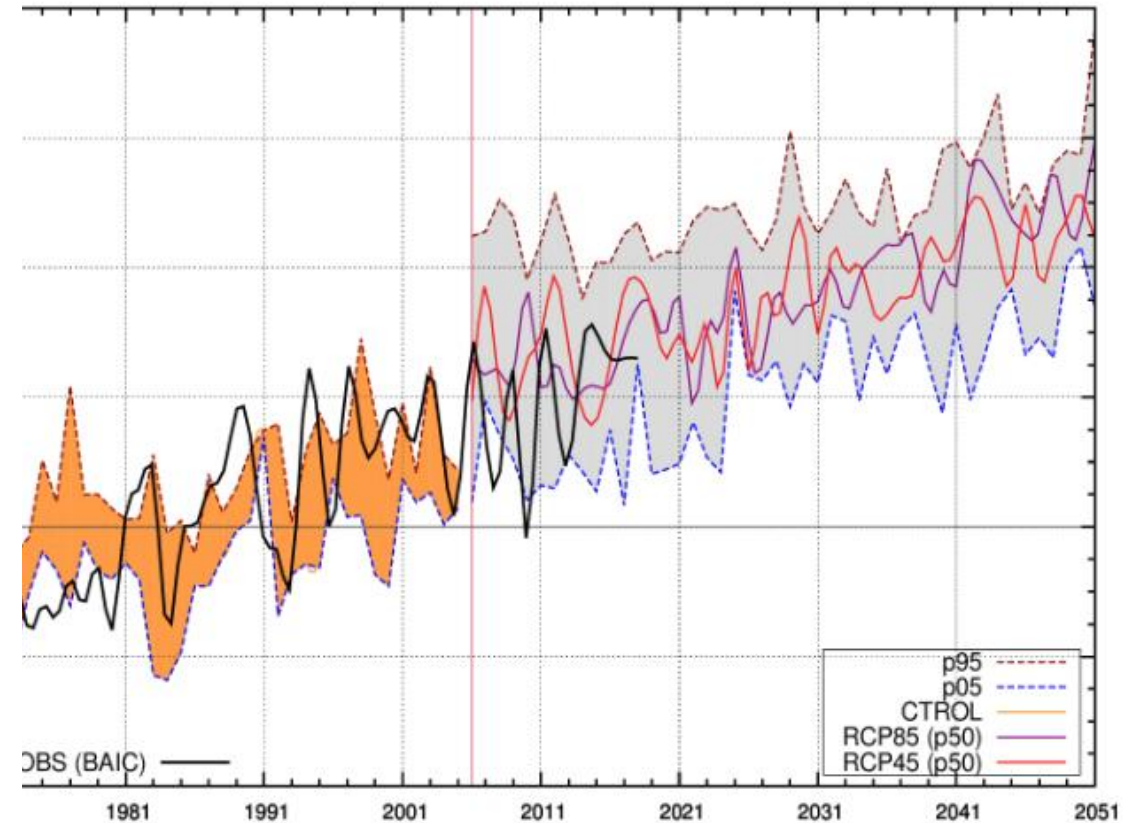
ANALEGS_cova+p50_RCP85: VARIACIO TM MIT. ANUAL (°C)

PERÍODE 2021-2050 RESPECTE 1971-2000 / RESOLUCIÓ DE 01 KM



Proyección temperatura media anual 2021-2050 versus 1971-2000, RCP8.4. Fuente: Servei Meteorològic de Catalunya

Evolució temporal projectada de les anomalies mitjanes anuals de TM (°C) a Catalunya (1971-2050)



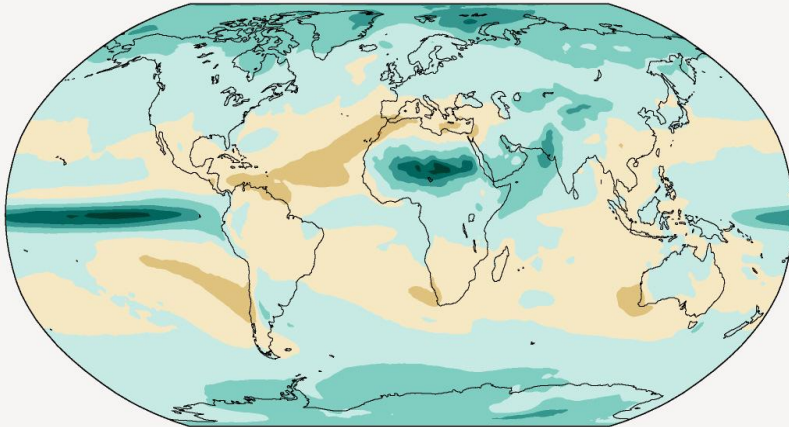
CTROL, simulaciones de control. P5, P50 i P95, percentiles 5, 50 (o mediana) i 95 de les simulaciones regionalizadas; OBS, media de les observaciones disponibles per al període 1971-2018 i àrea considerada. Fuente: Servei Meteorològic de Catalunya

IMPACTOS DIRECTOS AUMENTO DE TEMPERATURA

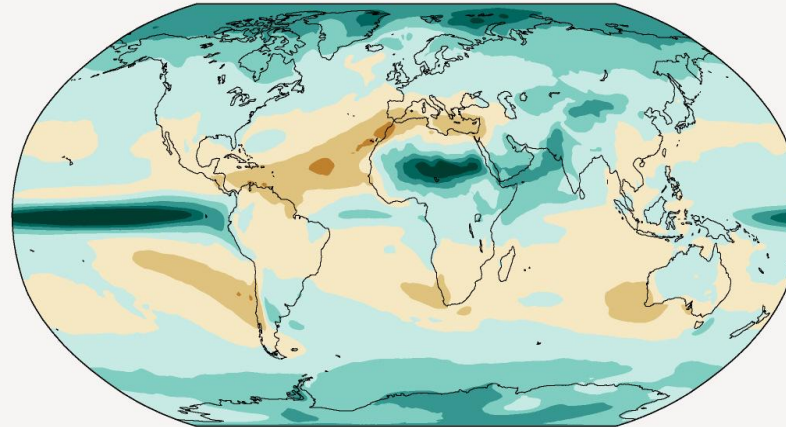
c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

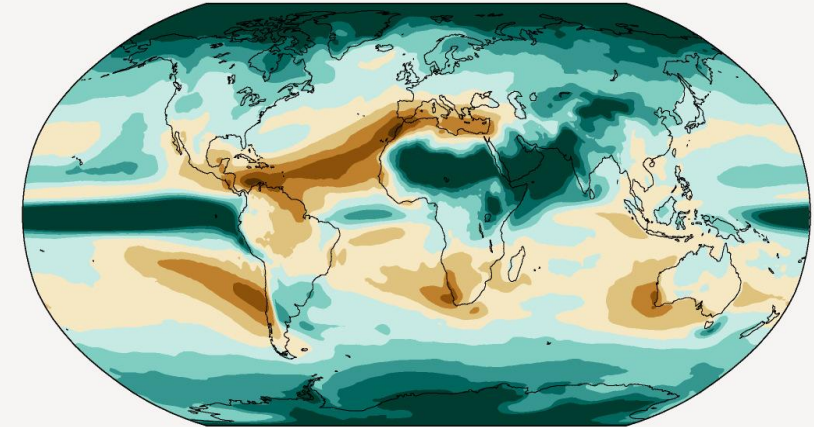
Simulated change at 1.5 °C global warming



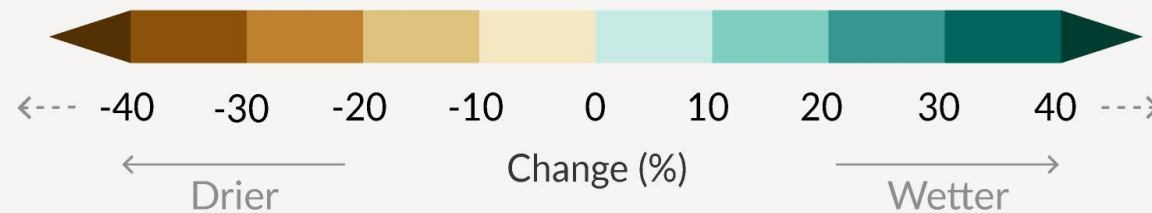
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions

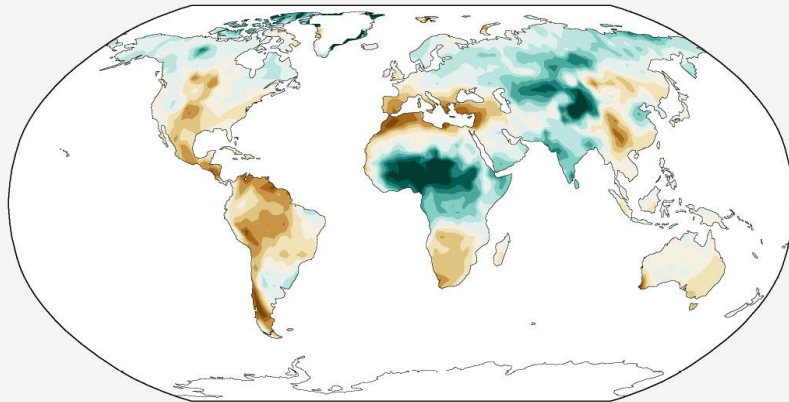


IMPACTOS DIRECTOS AUMENTO DE TEMPERATURA

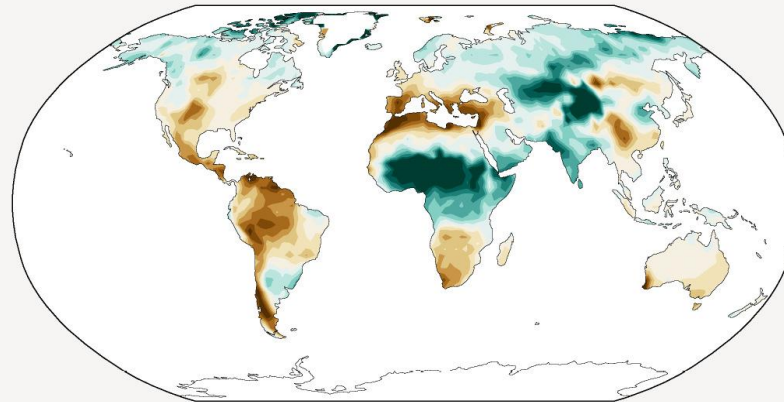
d) Annual mean total column soil moisture change (standard deviation)

Across warming levels, changes in soil moisture largely follow changes in precipitation but also show some differences due to the influence of evapotranspiration.

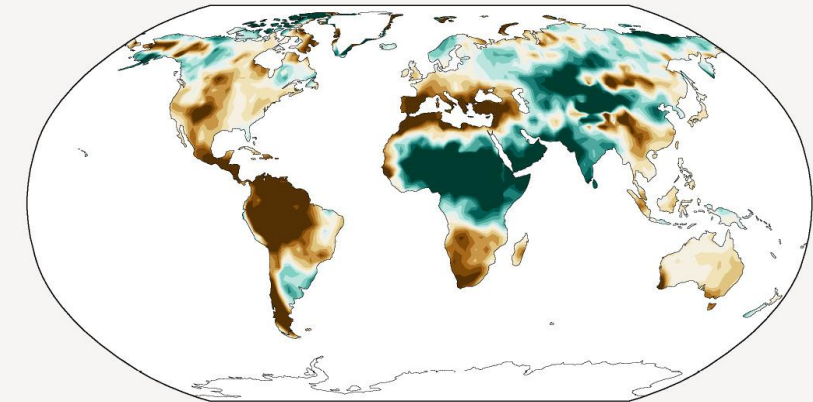
Simulated change at 1.5 °C global warming



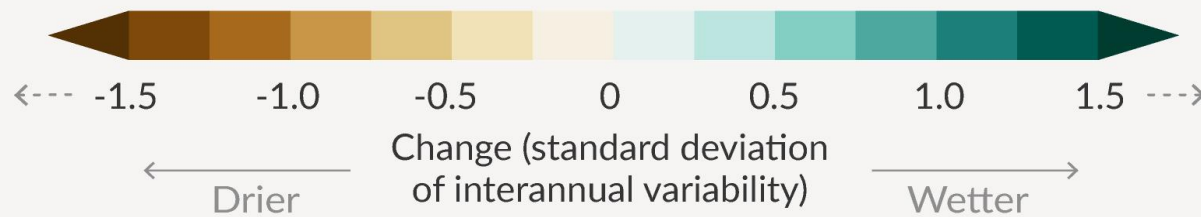
Simulated change at 2 °C global warming



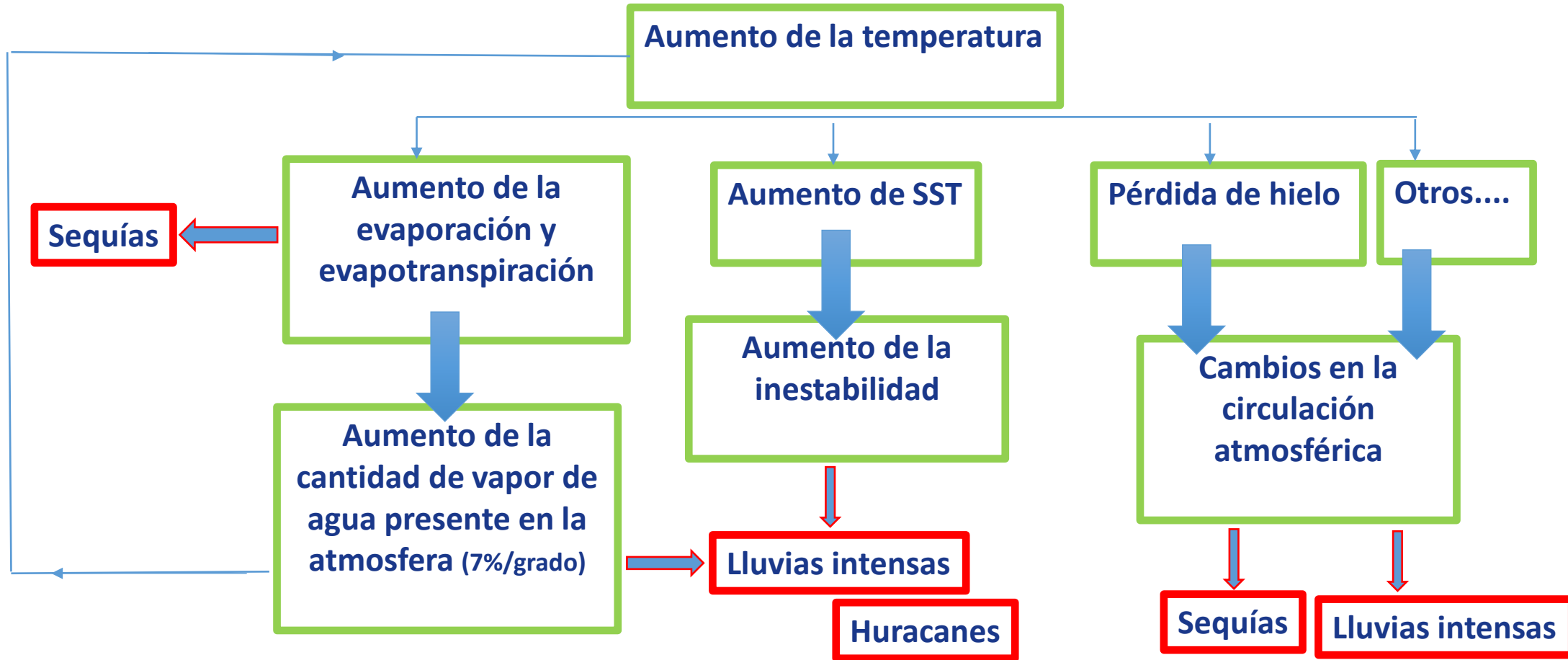
Simulated change at 4 °C global warming



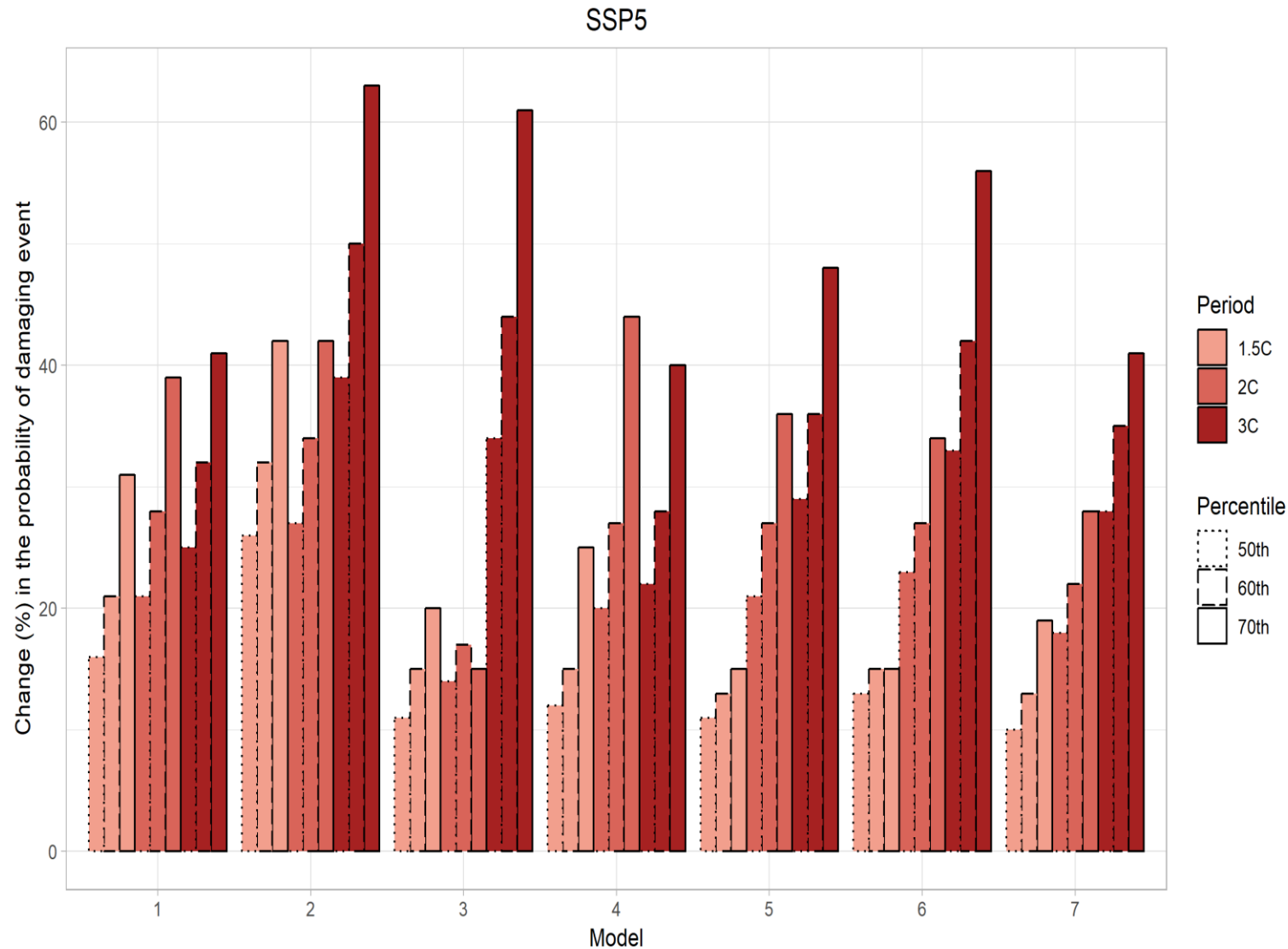
Relatively small absolute changes may appear large when expressed in units of standard deviation in dry regions with little interannual variability in baseline conditions



¿Cómo puede afectar el cambio climático a los extremos?



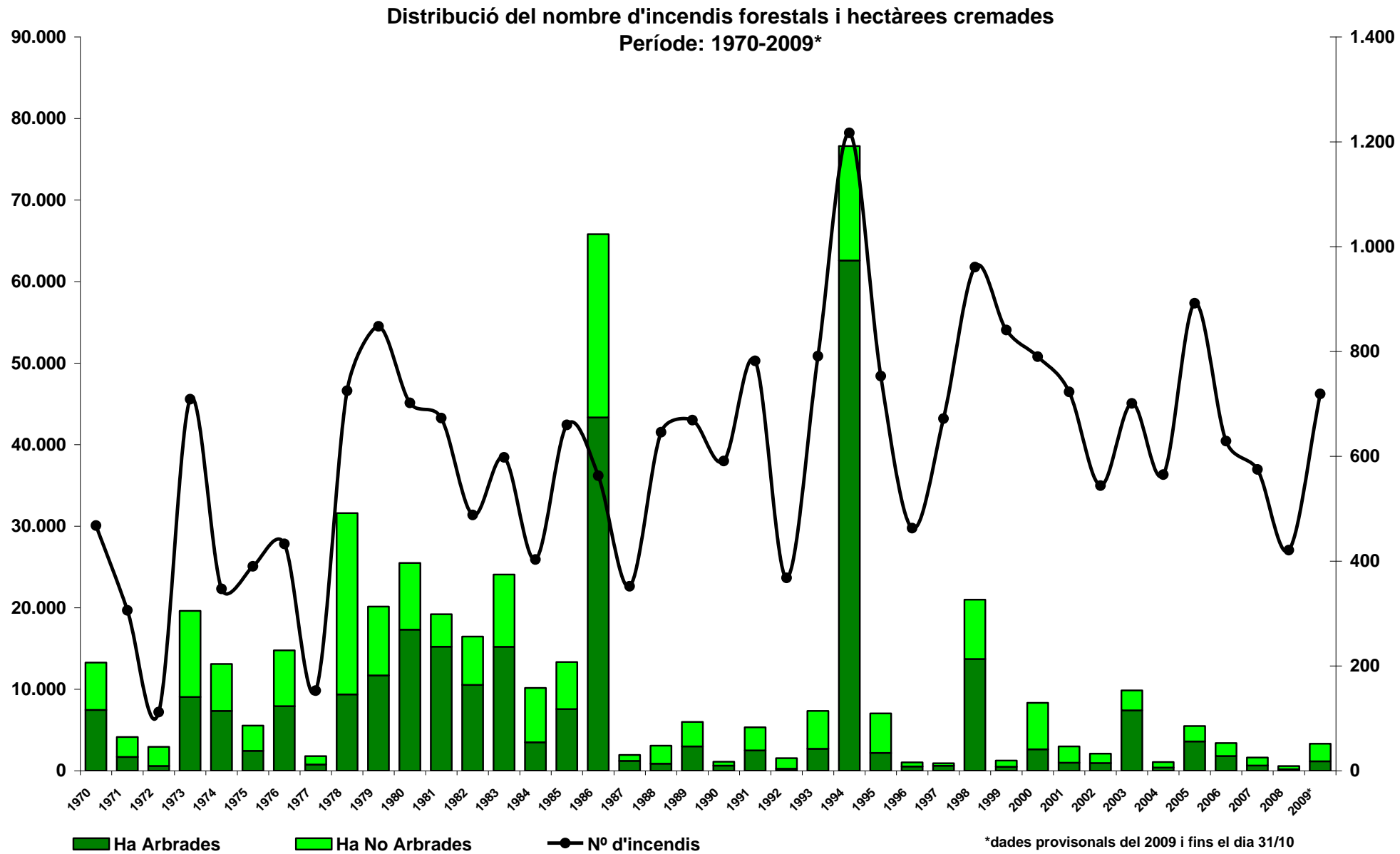
2024: +4,9% por encima de 1991-2020



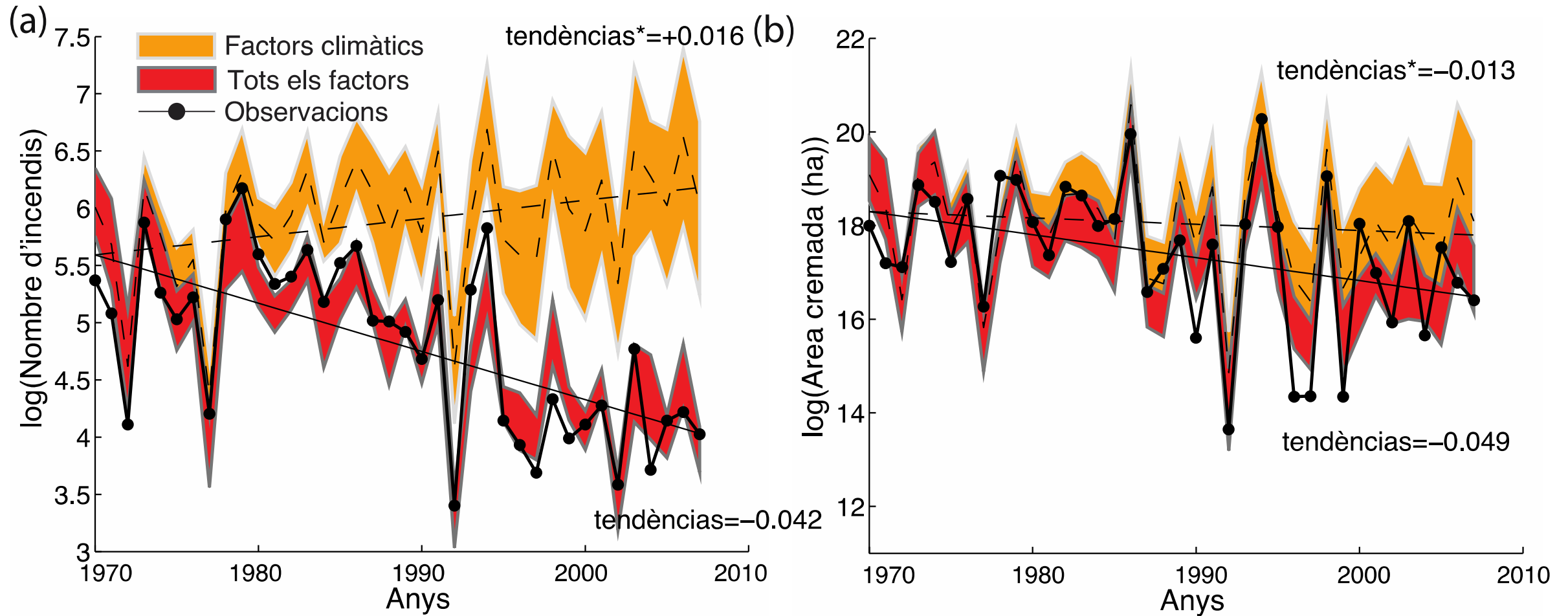
Todos los escenarios apuntan a un aumento del riesgo de episodios de inundaciones con daños catastróficos a causa del aumento de la intensidad de las precipitaciones Fuertes y de la población

Cataluña: Incremento del 60% de probabilidad de una inundación catastrófica, para el modelo de SMHI, RC4/HadGEM2-ES i 3°C

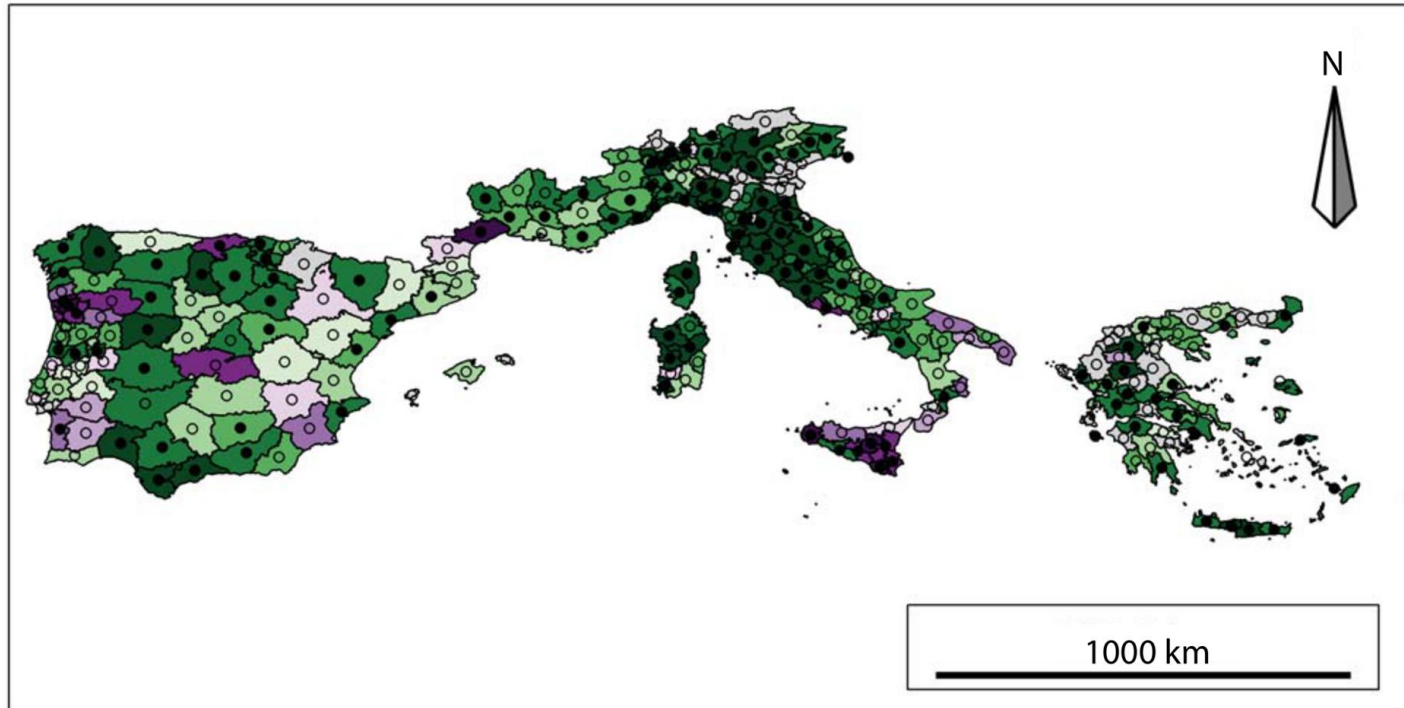
Incendis forestals



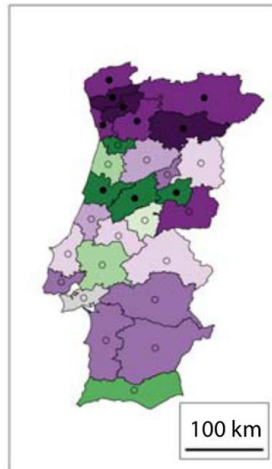
Incendis forestals



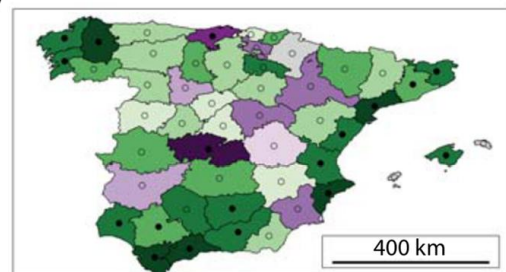
a)



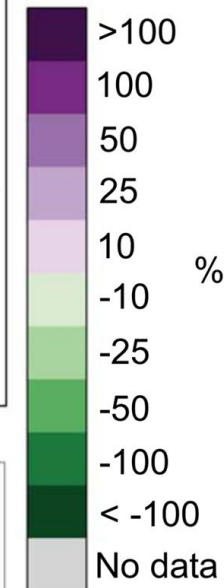
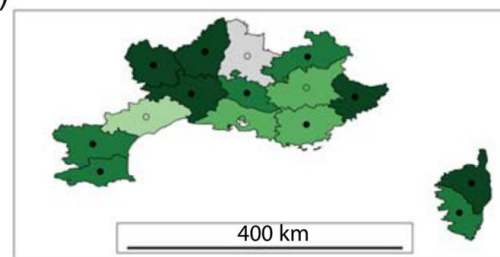
b)



c)



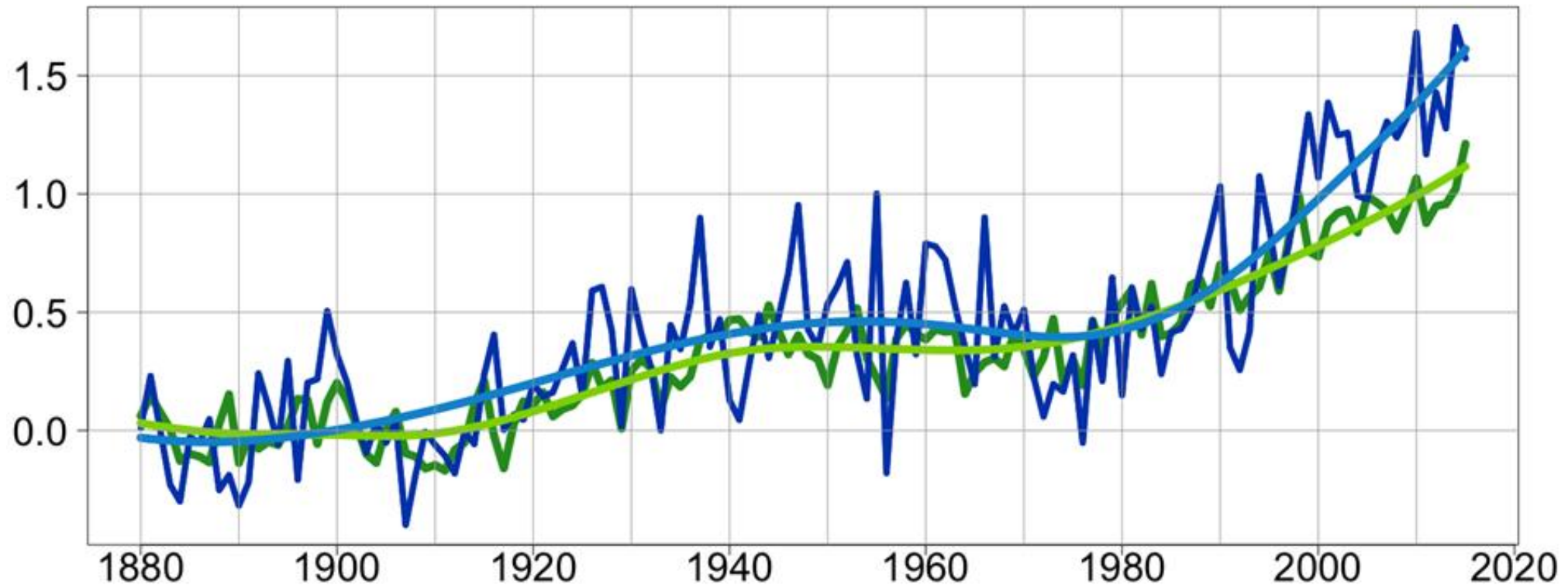
d)



Tendencias del área quemada anual para (a) el período 1985-2011, (b) Portugal para el período 1980-2011, (c) España para el período 1974-2011 i (d) sur de Francia para el período 1974-2011. ($P < 0.0$, círculos negros rellenos). Las tendencias se muestran como los porcentajes de la tendencia total para el período disponible dividido por la mediana histórica calculada durante el mismo período (Turco et al, 2016)

IMPACTOS EN EL MEDITERRÁNEO: se calienta un 20% más que la media mundial

Mean Temperature Anomalies (K)

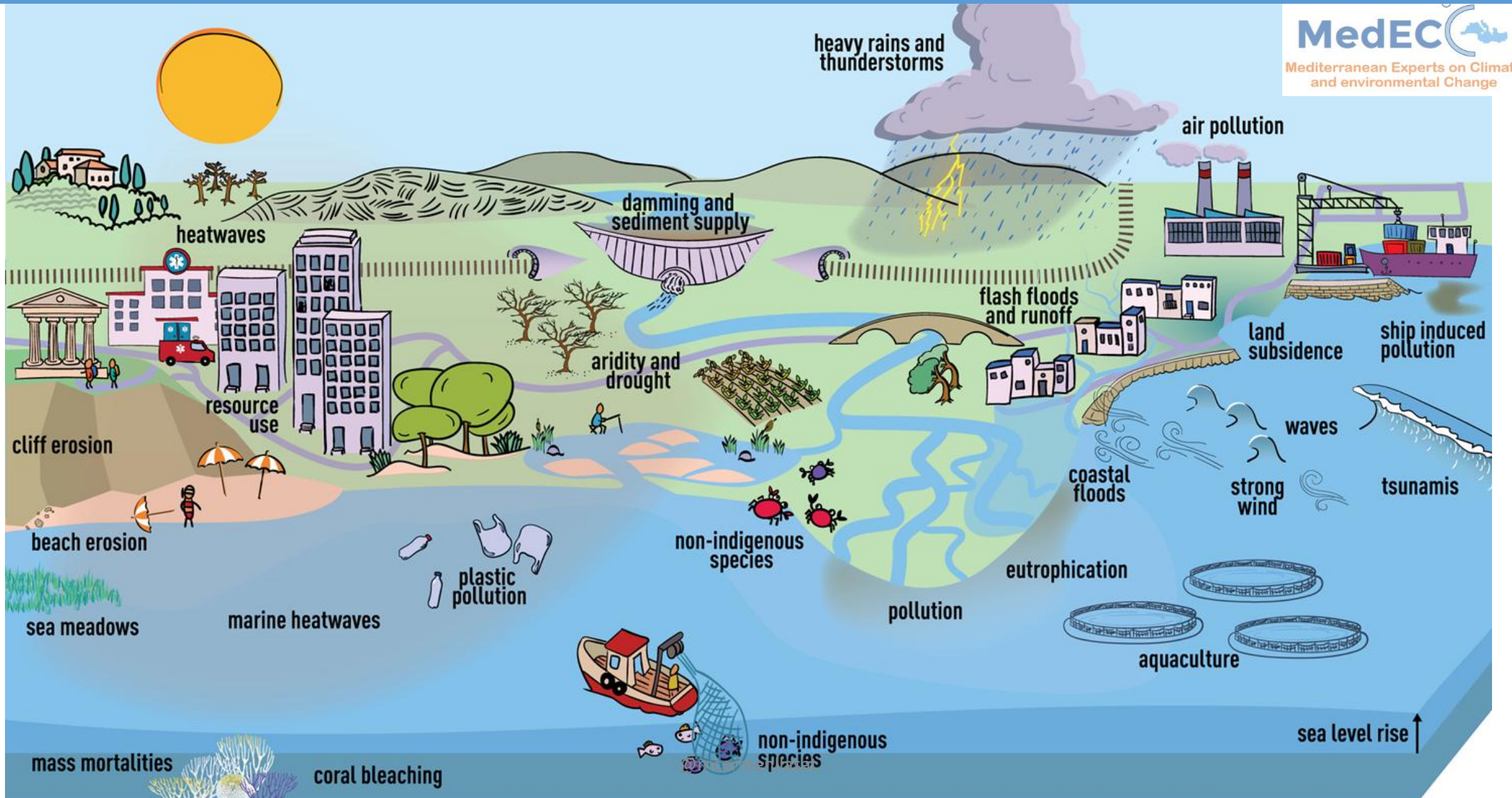


Aumento de la anomalía de temperatura media anual respecto al período 1880-1899 (Verde: media mundial; azul: Mediterráneo). Crammer et al, 2018. Nature Climate Change

- Sin medidas de mitigación la T en el **Mediterráneo** aumentará 2,2°C en 2040, pudiendo exceder 3,8°C en algunas subregiones en 2100.
- El nivel del mar puede exceder 1m en 2100 impactando a 1/3 de la población
- La disponibilidad de agua puede disminuir un 15% en las próximas décadas

Cambio climático y ambiental en el Mediterráneo

<https://www.medecc.org/medecc-reports/med-coastal-risks/> presentado en la COP 29 a Bakú, Azerbaiyán



The special Report on Coastal Risks in the Mediterranean

Principales resultados

FACTORES CLIMÁTICOS

- Aumento de la temperatura de **+2,3 °C a +3,6 °C** a mediados de siglo y de **5,5 °C** [4,2 a 6,8] a finales de siglo (RCP8,5) en comparación con el período preindustrial.
- Se prevé que la temperatura superficial del mar Mediterráneo aumente de **+0,6 °C a +1,3 °C** a mediados de siglo y de **+2,7 °C a +3,8 °C** a finales del siglo XXI (RCP8,5), en comparación con finales del siglo XX.
- **-0,25 a -0,46 unidades de pH**: disminución futura en el escenario de emisiones de GEI muy altas a finales del siglo XXI+ 0,63-1,01 el aumento probable del nivel medio del mar Mediterráneo en un escenario de emisiones muy altas.
- Las **precipitaciones disminuirán** en la mayor parte del Mediterráneo y las lluvias intensas aumentarán en algunas zonas del norte del Mediterráneo.
- El calentamiento global **aumentará aún más la diferencia** existente en la intensidad de las precipitaciones y los extremos hidrológicos entre el norte y el sur del Mediterráneo.
- El aumento previsto de la duración de los **períodos secos** es mayor en el sur del Mediterráneo que en el norte.



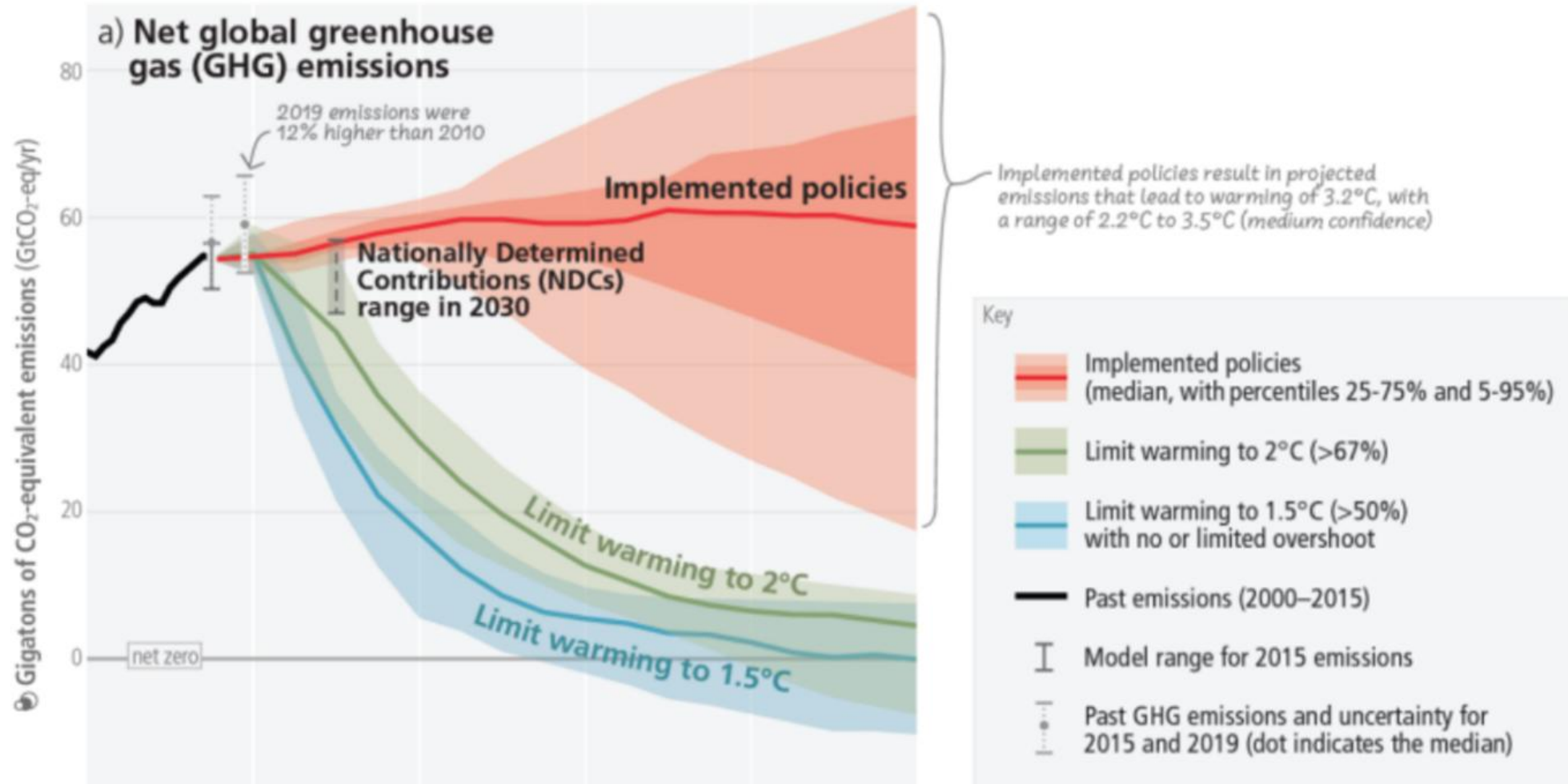
The special Report on Coastal Risks in the Mediterranean

IMPACTOS EN INUNDACIONES Y SEQUÍAS

- La **costa mediterránea se está erosionando** y se prevé que, para 2050, la línea de costa media retroceda hasta 23 m (>60 m a finales de siglo), lo que pondrá en peligro infraestructuras críticas como aeropuertos, redes de transporte, puertos y sitios de patrimonio cultural, reduciendo las áreas disponibles para el turismo y provocando la pérdida de hábitats costeros críticos.
- El aumento del nivel del mar aumenta el **riesgo de inundaciones costeras**, inundaciones relacionadas con tormentas e inundaciones permanentes en áreas bajas.
- Las **futuras disminuciones de las precipitaciones**, asociadas con el aumento de la evapotranspiración, provocarán **sequías**, con suelos más secos y una disminución de la escorrentía y el suministro de agua dulce costera.
- Es probable que la **frecuencia de un fenómeno extremo del nivel del mar** que se produce una vez cada 100 años aumente un 65% para finales del siglo XXI en el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero muy altas.
- Los riesgos que plantean las **inundaciones repentinas** son altos en varias zonas costeras del Mediterráneo. Sin una adaptación eficiente, se espera que los riesgos de inundaciones repentinas aumenten en relación con el aumento de la frecuencia de las lluvias intensas y la densidad de población en las zonas costeras propensas a inundaciones.

Limiting warming to 1.5°C and 2°C involves rapid, deep and in most cases immediate greenhouse gas emission reductions

Net zero CO₂ and net zero GHG emissions can be achieved through strong reductions across all sectors



Riesgos climáticos y ambientales ↔ adaptación, soluciones & SDGs

Mitigación: ABORDAR EL ORIGEN

- Reducir las emisiones de CO2 y abordar la contaminación directamente.
- Adoptar proyectos de conversión de residuos en energía, aumentar el reciclaje y mejorar el tratamiento del agua.
- Salvaguardar y restaurar los “ecosistemas de carbono azul”, como las praderas marinas o las marismas, que capturan el CO2 y brindan servicios vitales de protección o descontaminación.

Adaptación: Y TRANSICIÓN SOSTENIBLE

- Lograr resiliencia mediante un cambio hacia economías circulares, integrando prácticas sostenibles en sectores como el turismo y la pesca.
- Adoptar fuentes de energía sostenibles, como la energía eólica marina, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y satisfacer las necesidades energéticas a largo plazo.
- Centrarse en estrategias locales y adaptativas para la agricultura y la gestión costera a fin de garantizar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria a largo plazo

able
cial, and



CO-CREATED PLANS

that involve all relevant parties increase the likelihood of successful implementation and ensure that solutions are tailored to local contexts.



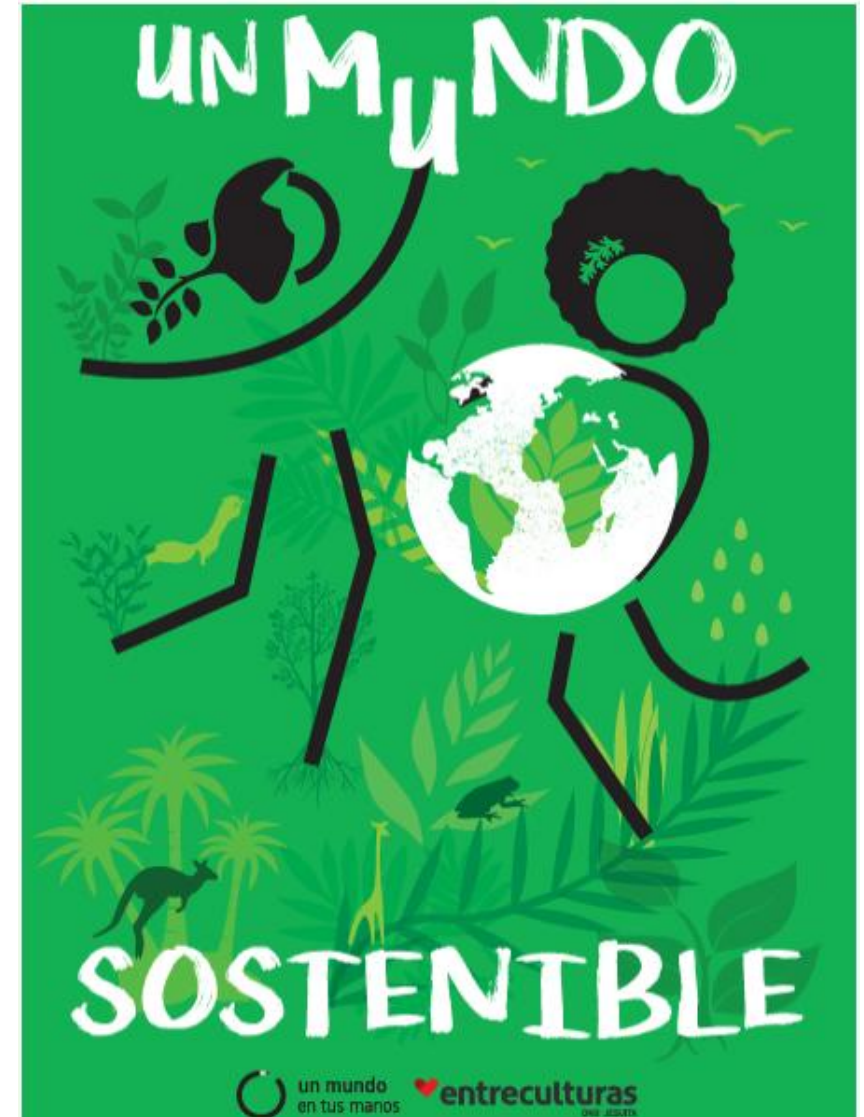
REDUCING INEQUALITIES

Empowering women, marginalized and vulnerable groups in decision-making is a key element for creating inclusive and effective sustainable development pathways.



STABILITY & RESILIENCE

Sustainable development relies on political and economic stability, alongside locally-adapted, circular and resilient development models.



RECORDAR QUE TODO ESTÁ INTERCONECTADO



**Muchas gracias
por su atención!...**

carmell@meteo.ub.edu