

Cambio climático: papel de superficie terrestre, océanos y criosfera

E. Rodríguez Camino, AEMET

erodriguezc@aemet.es

- The history of the atmosphere, and of the annual variations of its temperature, extends already sufficiently far back to show the recurrence of slight disturbances in the mean temperature of any given place, and thus affords sufficient guarantee against the exaggerated apprehension of a **general and progressive deterioration of the climates of Europe.**



Alexander von Humboldt (1769, 1859)

Esta isla desaparecerá en los
próximos siglos!!



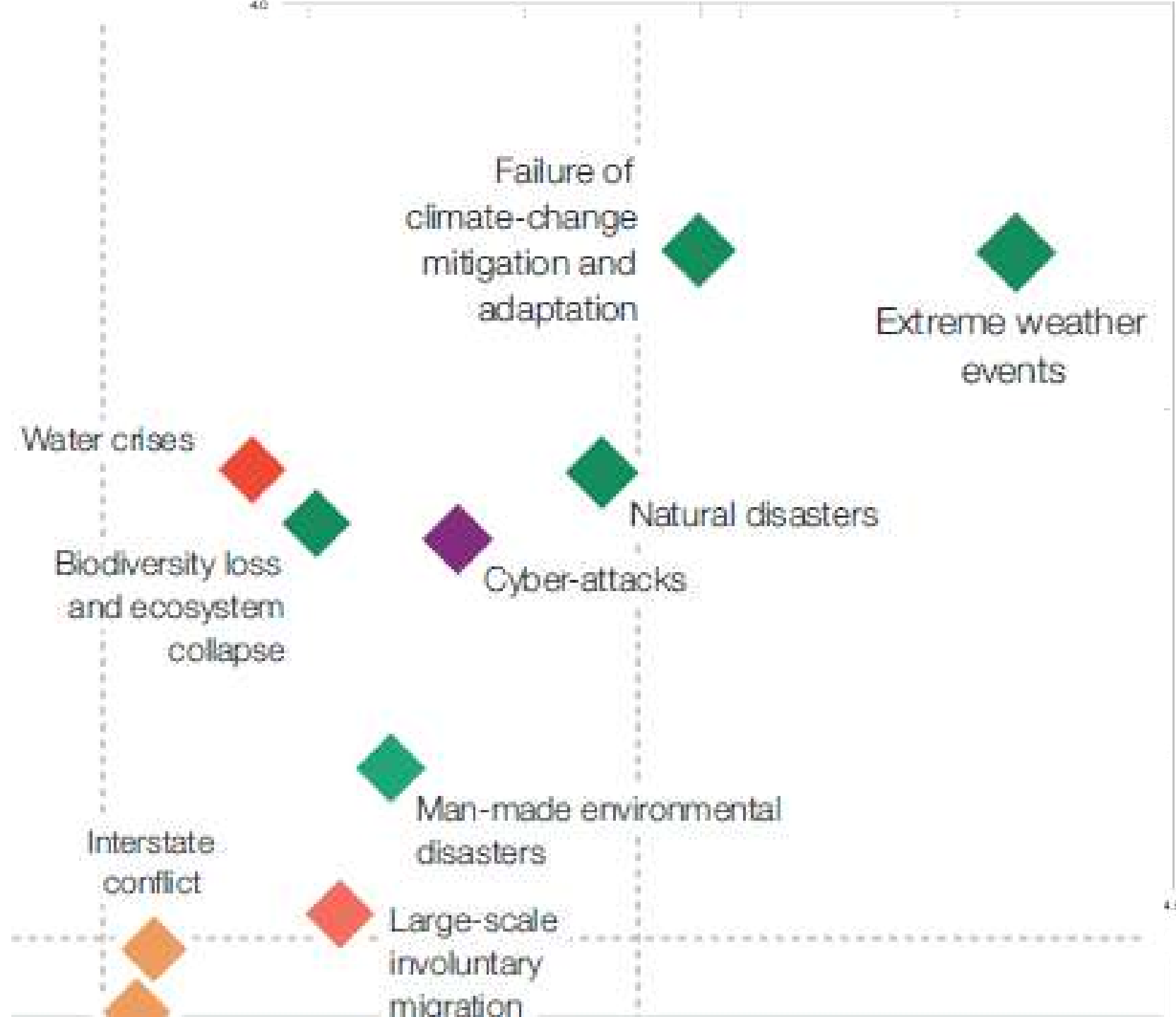
Índice

- Introducción
- Características del sistema climático: observaciones y proyecciones
- Modelos. Incertidumbres. Atribución
- Papel de la superficie terrestre
- Océanos y hielo
- Sendas de reducción de emisiones para no sobrepasar 1.5 °C y 2 °C
- Cambio climático y los ODS
- Conclusiones

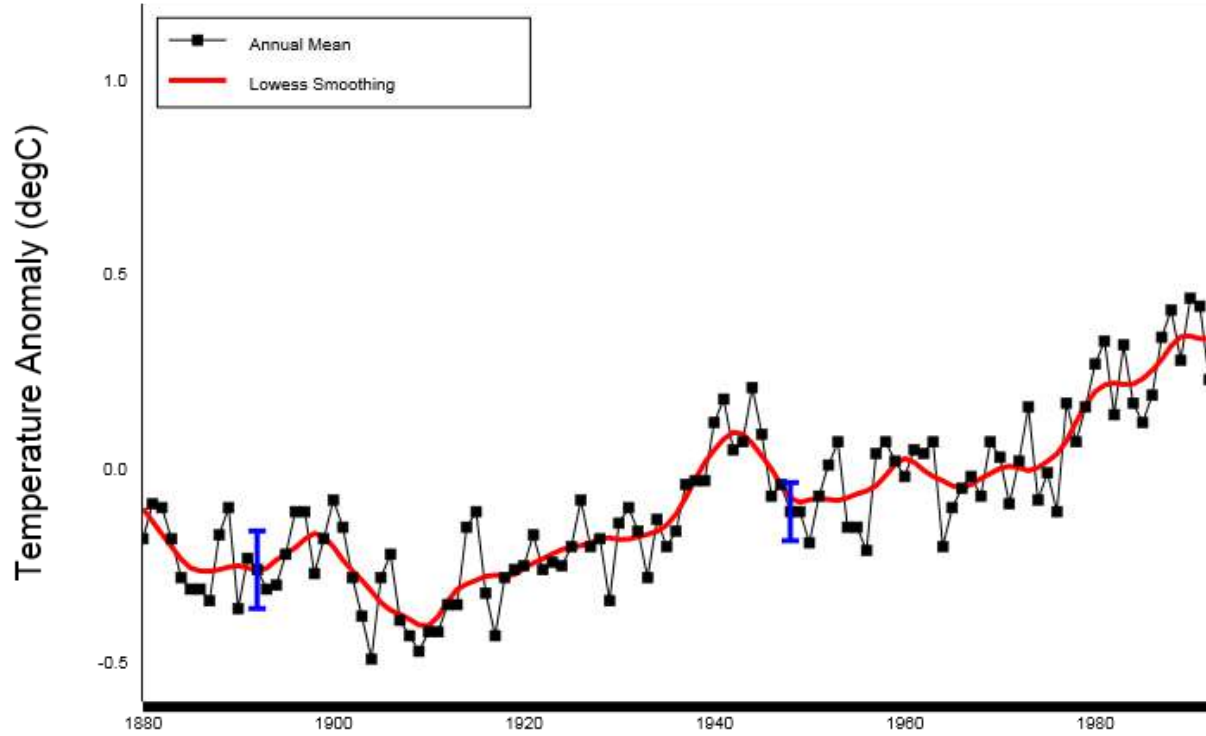
Categories

- Economic
- Environmental
- Geopolitical
- Societal
- Technological

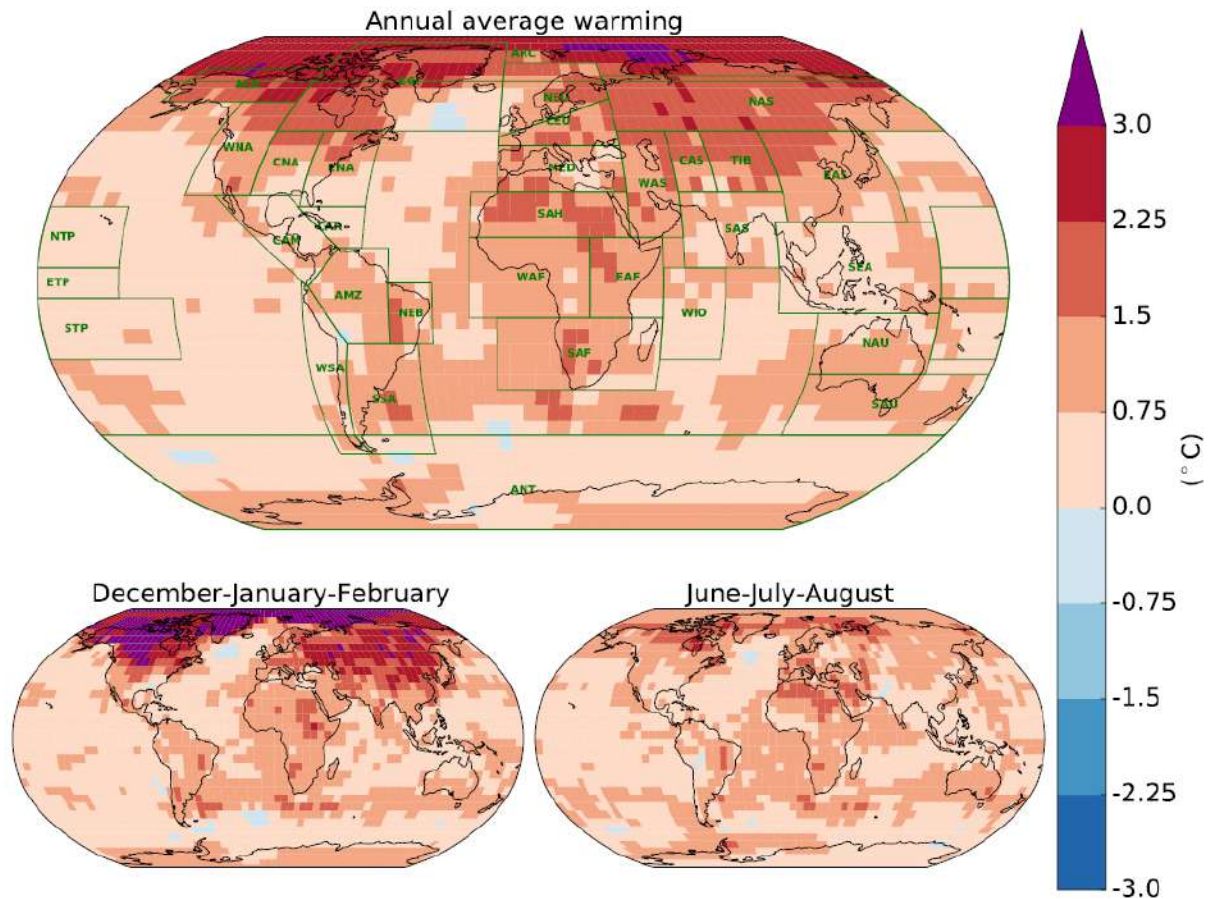
The Global Risks Report 2019



Global Mean Estimates based on Land and Ocean Data



Regional warming in the decade 2006-2015 relative to preindustrial

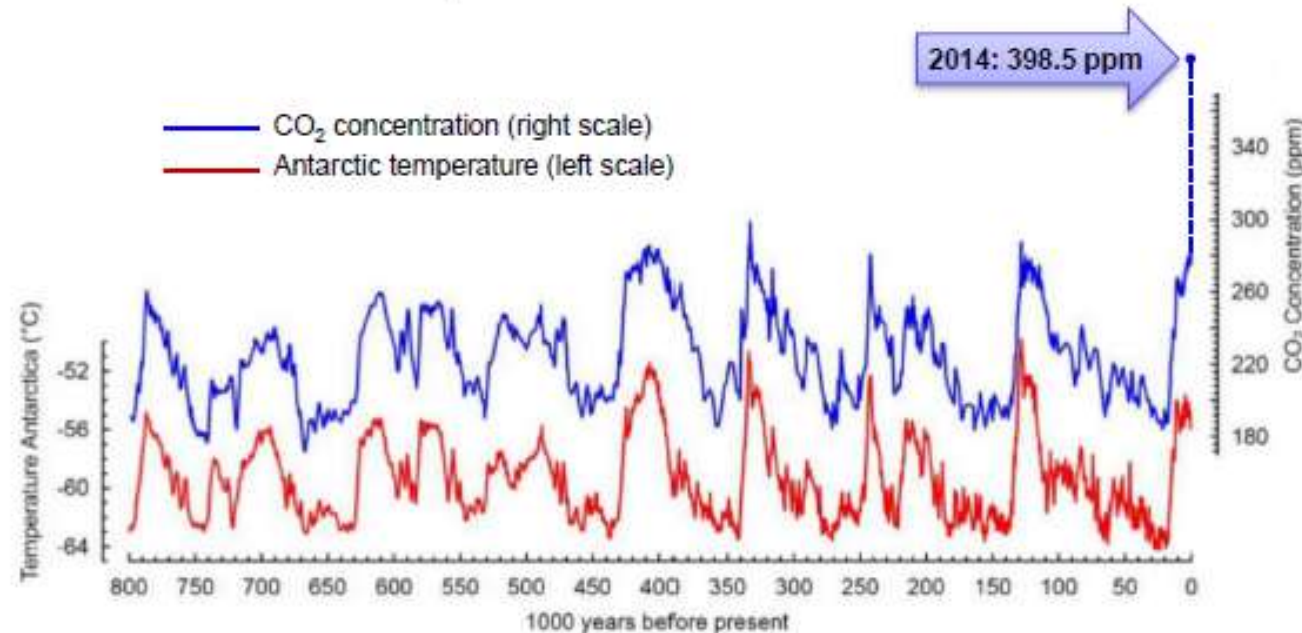


El calentamiento no es uniforme
ni espacial ni estacionalmente.

(SR1.5 IPCC, 2018)

We entered an interglacial warm period 8,000 years ago, a naturally cyclical event that seems to have had correlated impacts on temperature and CO₂ concentrations over the past million years

RECONSTRUCTION OF ATMOSPHERIC CO₂ CONCENTRATIONS AND ANTARCTIC TEMPERATURES OVER THE LAST 800,000 YEARS¹

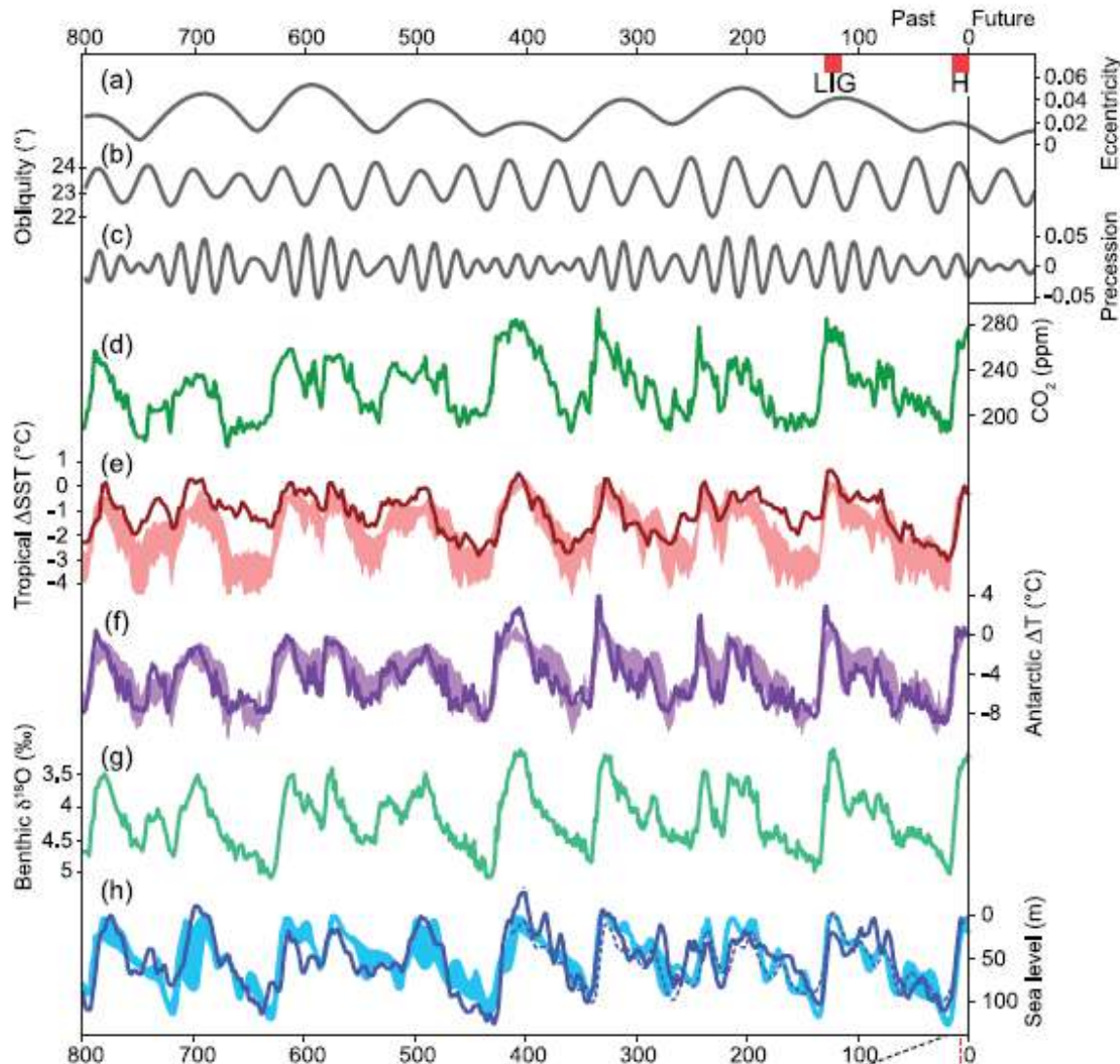


- Within the current major glaciation period, the past million years saw regular interglacial warm periods, initiated by natural variations in the Earth's orbit around the Sun (~100,000 year Milankovitch cycles²).
- During these cycles, Antarctic temperatures and variations in global CO₂ concentrations appear closely correlated.
- CO₂-concentration rises do *not* precede temperature rises:
 - Temperature rises are *initiated* by Milankovitch cycles.
 - Warmed oceans naturally release more dissolved CO₂ into the atmosphere, causing CO₂ concentrations to increase.
 - Induced greenhouse effect amplifies the initial warming as part of a positive feedback loop.
 - Overall, about 90% of the temperature rise is estimated to occur *after* the CO₂ increase³.
- We are currently in an interglacial warm period that started ~8,000 years ago.
- CO₂ concentrations have increased rapidly since the Industrial Revolution and are now higher than at any time over the past million years.

Note: ¹ The solid lines are reconstructions based on data from air bubbles contained in the Vostok ice cores – the oldest direct reconstruction of the Earth's climate. The dashed blue line indicates recent atmospheric measurements. ² The Milankovitch theory describes the collective effects on the Earth's climate of cyclical changes in Earth's orbit around the Sun. For each cycle, it took an average 5,000 years for temperatures to rise by 4-7°C and for the global average CO₂ concentrations to rise by ~80 ppm.

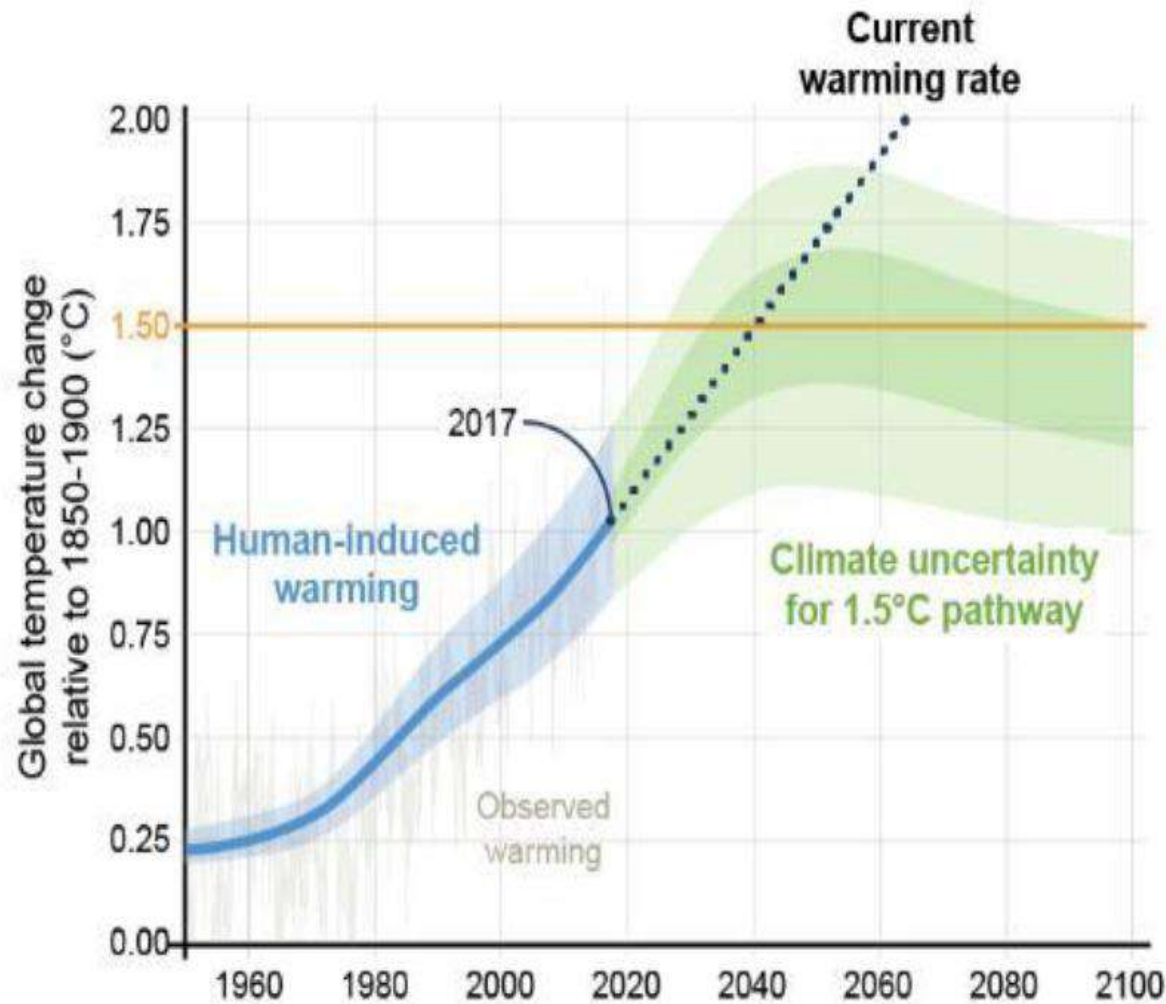
Source: Graph: adapted from IPCC (2007), "AR4-WGI"; ³ Shakun et al. (2012), "Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation"

Evolución de la concentración de CO₂, temperatura media y el nivel del mar durante los últimos 800 000 años



Variaciones de las concentraciones de CO₂ (testigos de hielo Antártico), temperatura tropical (sedimentos marinos), antártica (testigos de hielo) y variaciones en la fracción isotópica $\delta^{18}\text{O}$ en los últimos 800 ka (foraminífera bentónicos) y reconstrucciones del nivel del mar

(Masson-Delmotte et al. 2013)

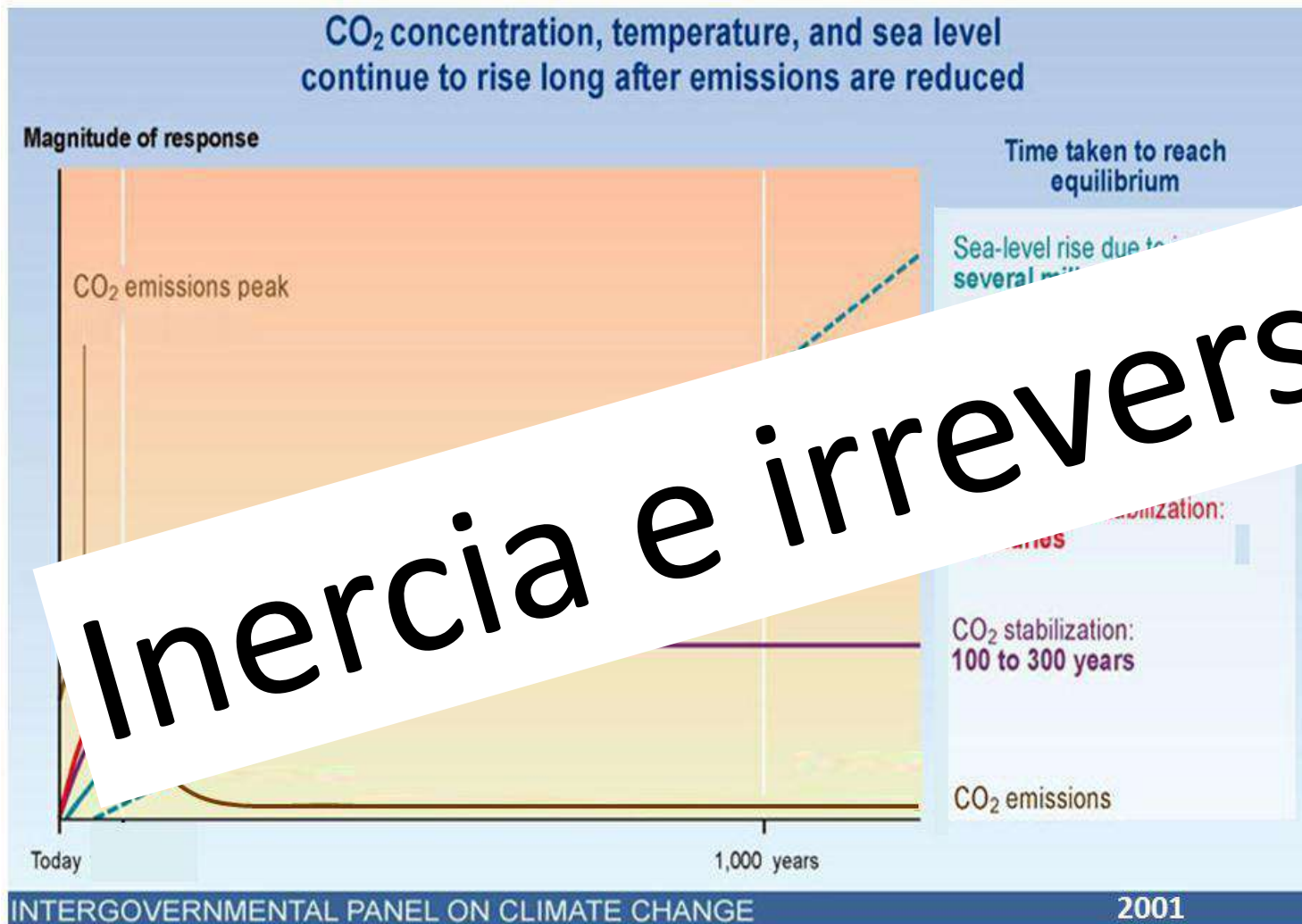


- El calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial
- Si las emisiones continuasen al ritmo actual se alcanzará un calentamiento de 1.5°C alrededor de 2040

(SR1.5 IPCC, 2018)

El cambio climático está comprometido:

El incremento del nivel del mar continuará durante muchos siglos



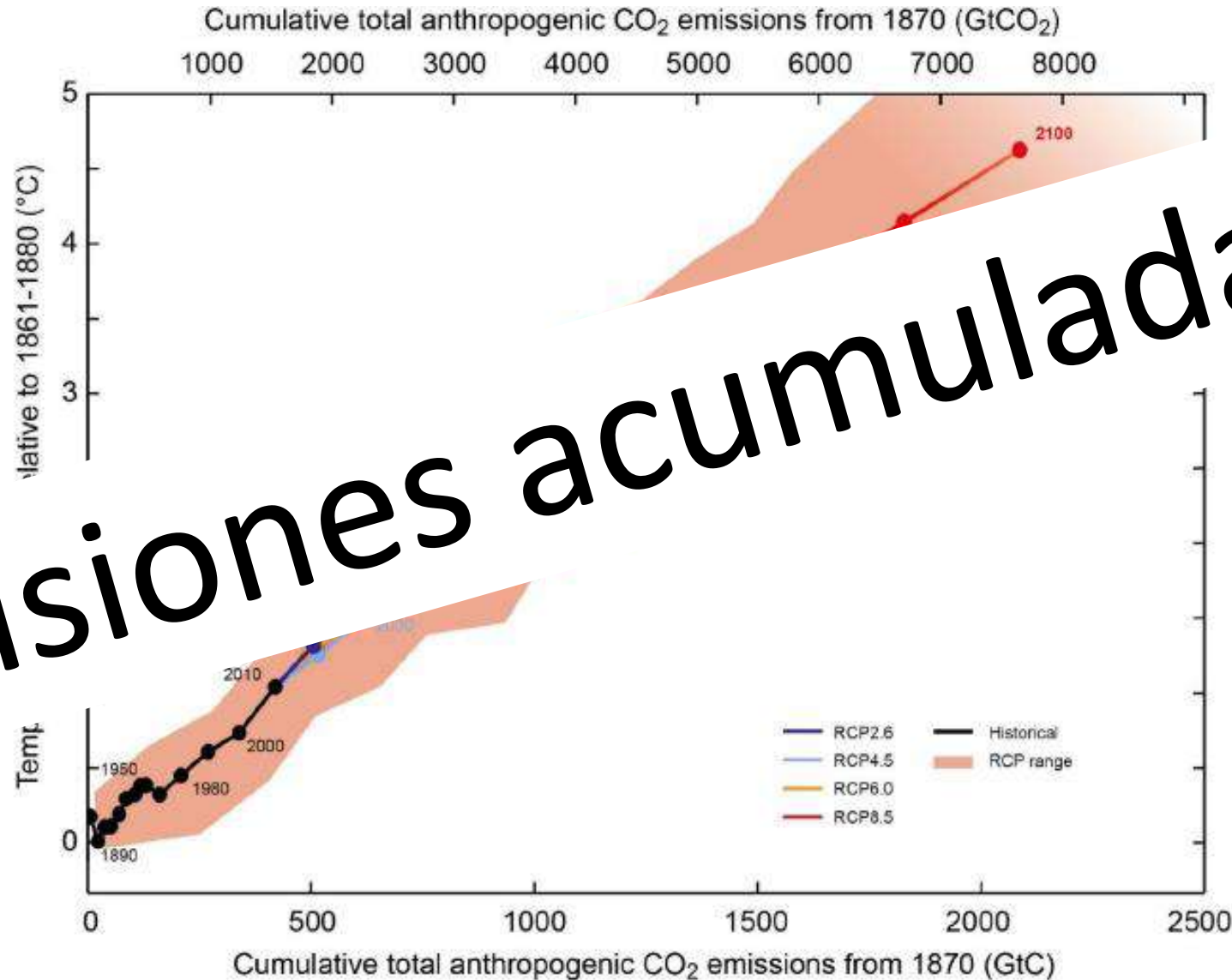
- El incremento del nivel del mar por expansión térmica durante miles de años.

Inercia e irreversibilidad!!!

El calentamiento prolongado por encima de un cierto umbral podría desencadenar la fusión, casi completa, del manto de hielo de Groenlandia. Esa fusión, que se produciría en un periodo superior a un milenio, conllevaría un aumento del nivel del mar de hasta 7 metros.

- Un calentamiento prolongado por encima de un cierto umbral podría desencadenar la fusión, casi completa, del manto de hielo de Groenlandia. Esa fusión, que se produciría en un periodo superior a un milenio, conllevaría un aumento del nivel del mar de hasta 7 metros.

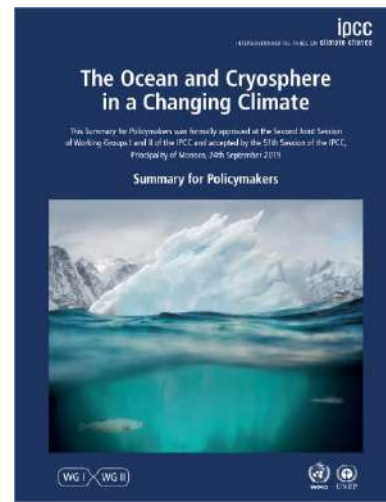
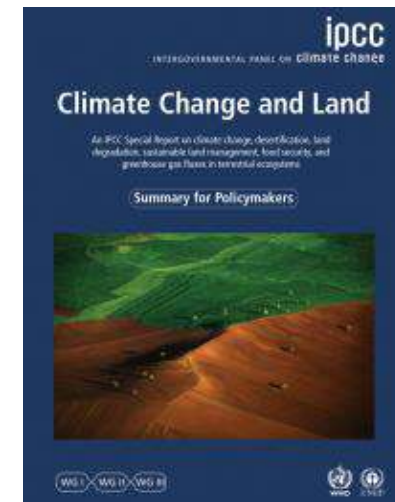
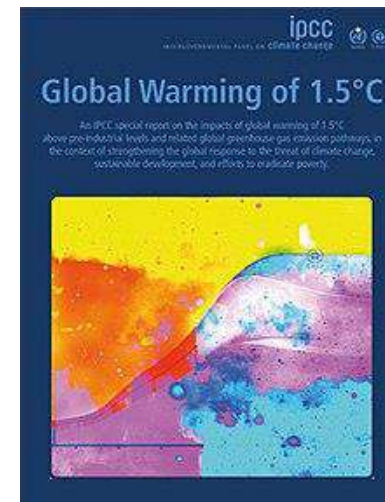
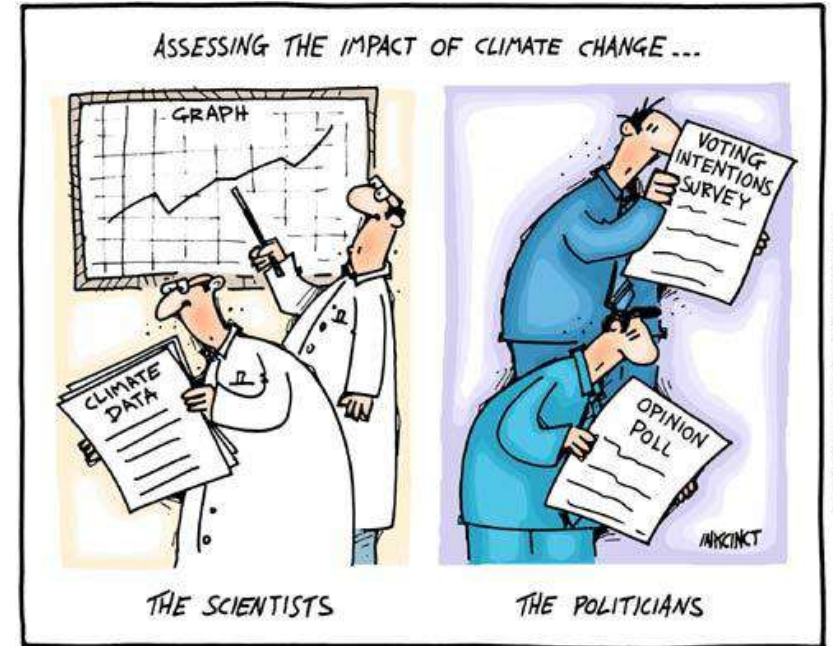
El incremento de temperatura y emisiones acumuladas de CO₂ están aproximadamente relacionadas de forma lineal



(IPCC, 2013)

¿Por qué son importantes el IPCC y sus informes?

- The IPCC was established in 1988 under the auspices of the UNEP and the WMO for the purpose of **assessing “the scientific, technical and socioeconomic information relevant for the understanding of the risk of human-induced climate change.”** It does not carry out new research nor does it monitor climate-related data. It bases its assessment mainly on published and peer reviewed scientific technical literature.” The **goal of these assessments is to inform international policy and negotiations** on climate-related issues.



CONCLUSIONES WGI AR5-IPCC (2013)

Limiting climate change will require substantial and sustained reductions of greenhouse gas emissions

Human influence on the climate system is clear

Warming in the climate system is unequivocal

Modelos climáticos: herramientas para estudiar el clima

Primitive equations

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla u - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \nabla_h (K_{Mh} \cdot \nabla_h u) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Mv} \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla v + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \nabla_h (K_{Mh} \cdot \nabla_h v) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Mv} \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

$$0 = -\frac{\partial P}{\partial z} - \rho g$$

$$0 = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla T = \nabla_h (K_{Th} \cdot \nabla_h T) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Tv} \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla S = \nabla_h (K_{Sh} \cdot \nabla_h S) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Sv} \frac{\partial S}{\partial z} \right)$$

$$\rho = \rho(S, T, p)$$

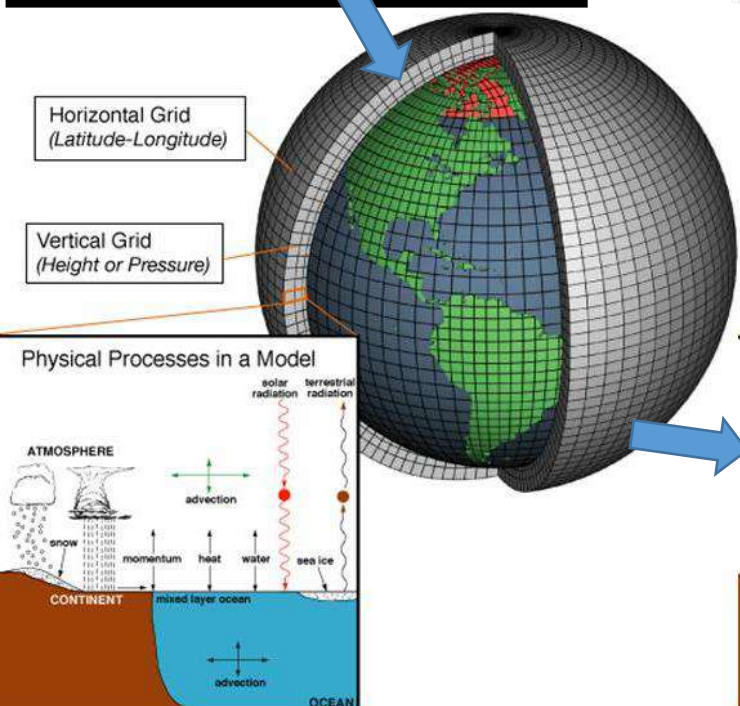
Momentum conservation

Hydrostatic

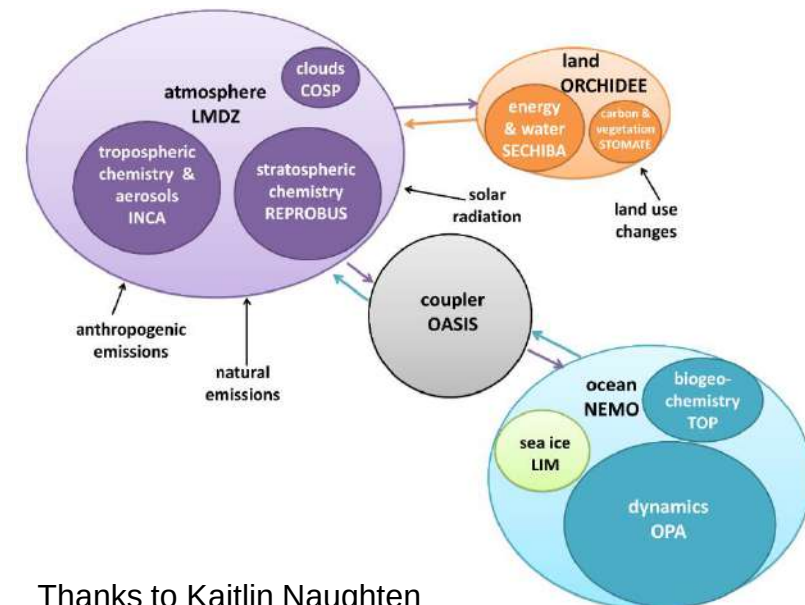
Continuity

Tracer conservation

Equation of state



- Los modelos climáticos son **programas informáticos basados en las ecuaciones** que describen la evolución de los distintos componentes del sistema climático (atmósfera, océano, hielos, biosfera, ...), sus **interacciones y sus procesos de retroalimentación**.
- Los modelos climáticos poseen una **complejidad variable**. Para cualquiera de los componentes del modelo climático existe una jerarquía de modelos que difieren en el número de dimensiones espaciales, resolución, procesos físicos, químicos o biológicos explícitamente representados o el diferente nivel de las parametrizaciones empíricas para los procesos no explícitamente resueltos.



Thanks to Kaitlin Naughten

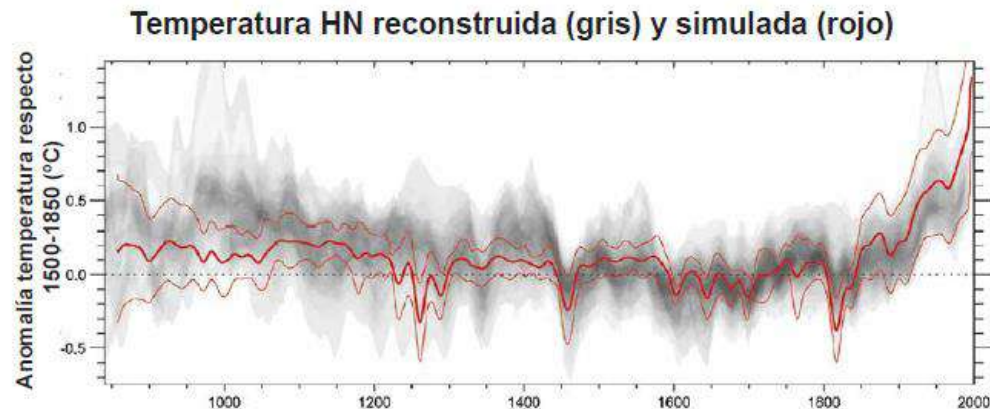
<https://climatesight.org/>

Características de los modelos climáticos

- Basados en leyes físicas

$$\begin{aligned}\frac{\partial p}{\partial t} &= -(\nabla \cdot \rho \mathbf{V}) = -\left[\frac{\partial}{\partial x} \rho u + \frac{\partial}{\partial y} \rho v + \frac{\partial}{\partial z} \rho w \right] \\ \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} &= -\mathbf{V} \cdot \nabla \mathbf{V} - \frac{1}{\rho} \nabla p - g\mathbf{k} - 2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{V} \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} &= -\mathbf{V} \cdot \nabla \theta + S_\theta = -u \frac{\partial \theta}{\partial x} - v \frac{\partial \theta}{\partial y} - w \frac{\partial \theta}{\partial z} + S_\theta \\ \frac{\partial q_n}{\partial t} &= -\mathbf{V} \cdot \nabla q_n + S_{q_n} = -u \frac{\partial q_n}{\partial x} - v \frac{\partial q_n}{\partial y} - w \frac{\partial q_n}{\partial z} + S_{q_n}\end{aligned}$$

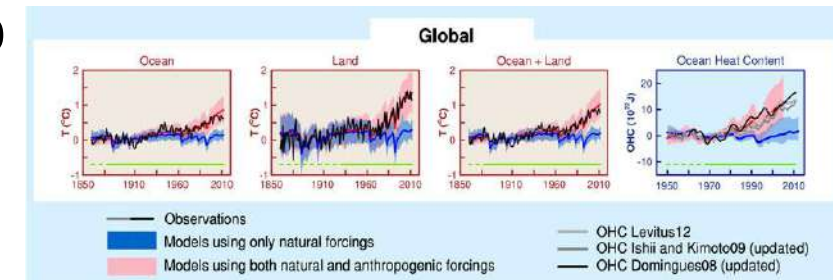
- Son capaces de representar (simular) los climas pasados y presente



- Cuando se restringen al componente atmosférico son la base de la predicción meteorológica operativa

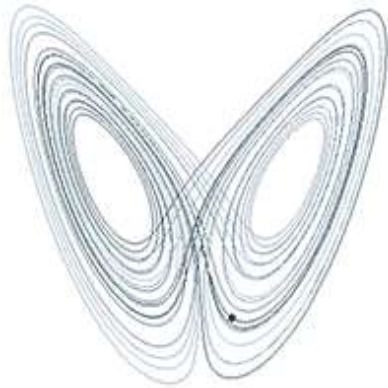


- Permiten investigar los procesos y mecanismos que gobiernan el sistema climático



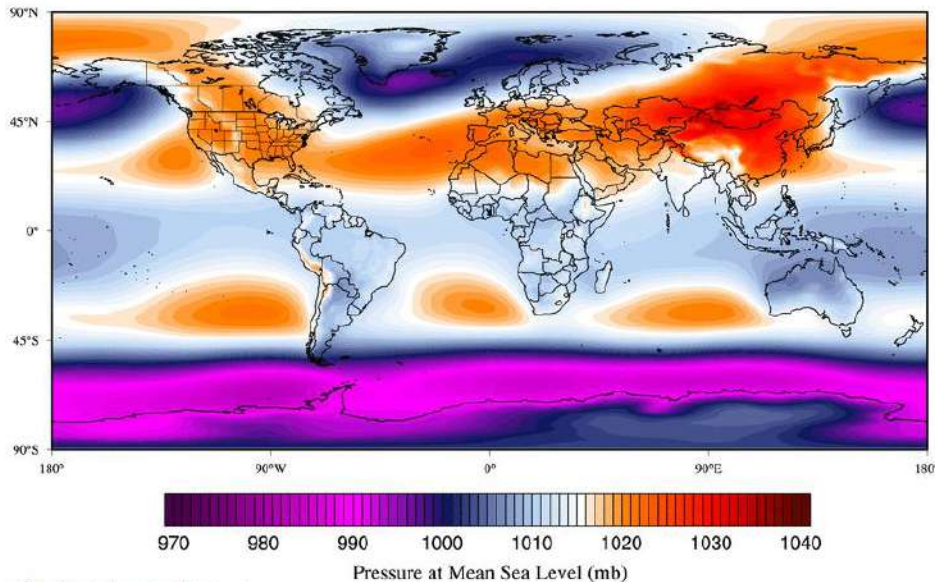
Naturaleza caótica del sistema climático:

evolución fuertemente dependiente de las CIs →
predicciones basadas en múltiples realizaciones

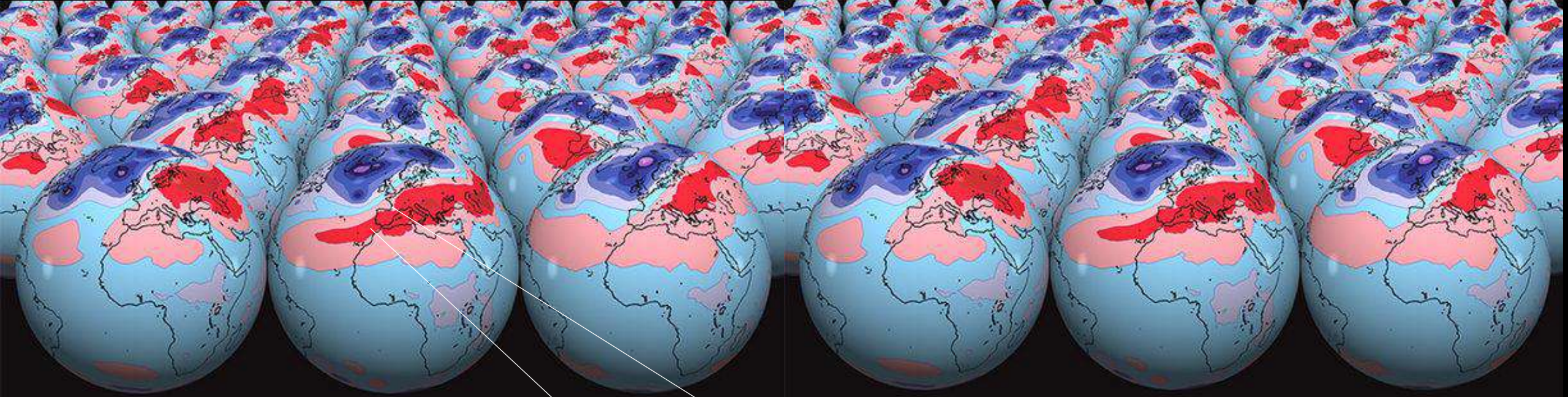


ERA-Interim | Climate Reanalyzer

January 15 1979-2000 Average

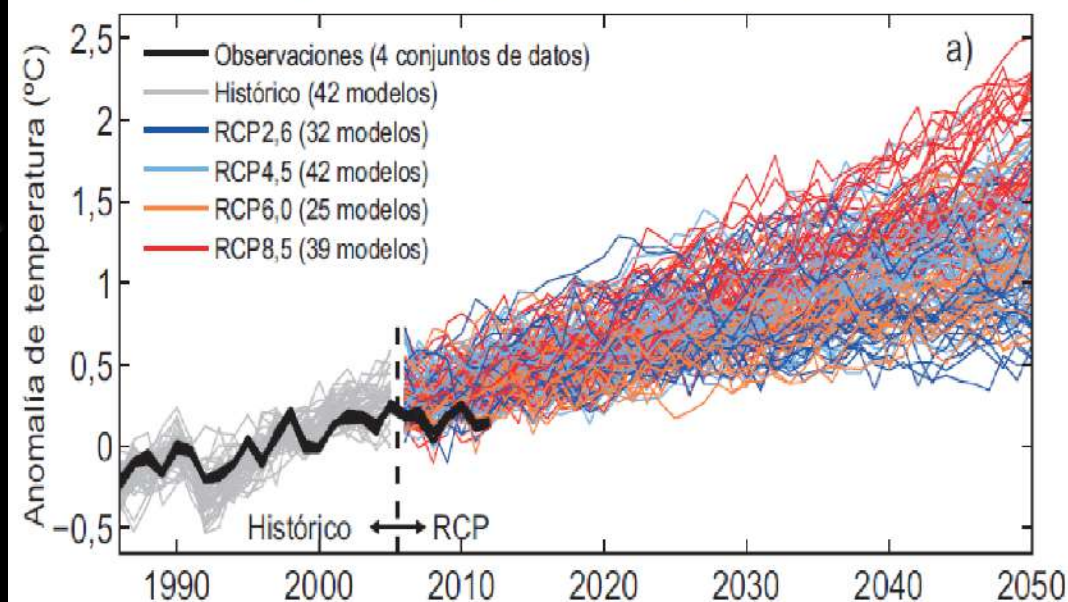


Edward Norton
Lorenz (1963)

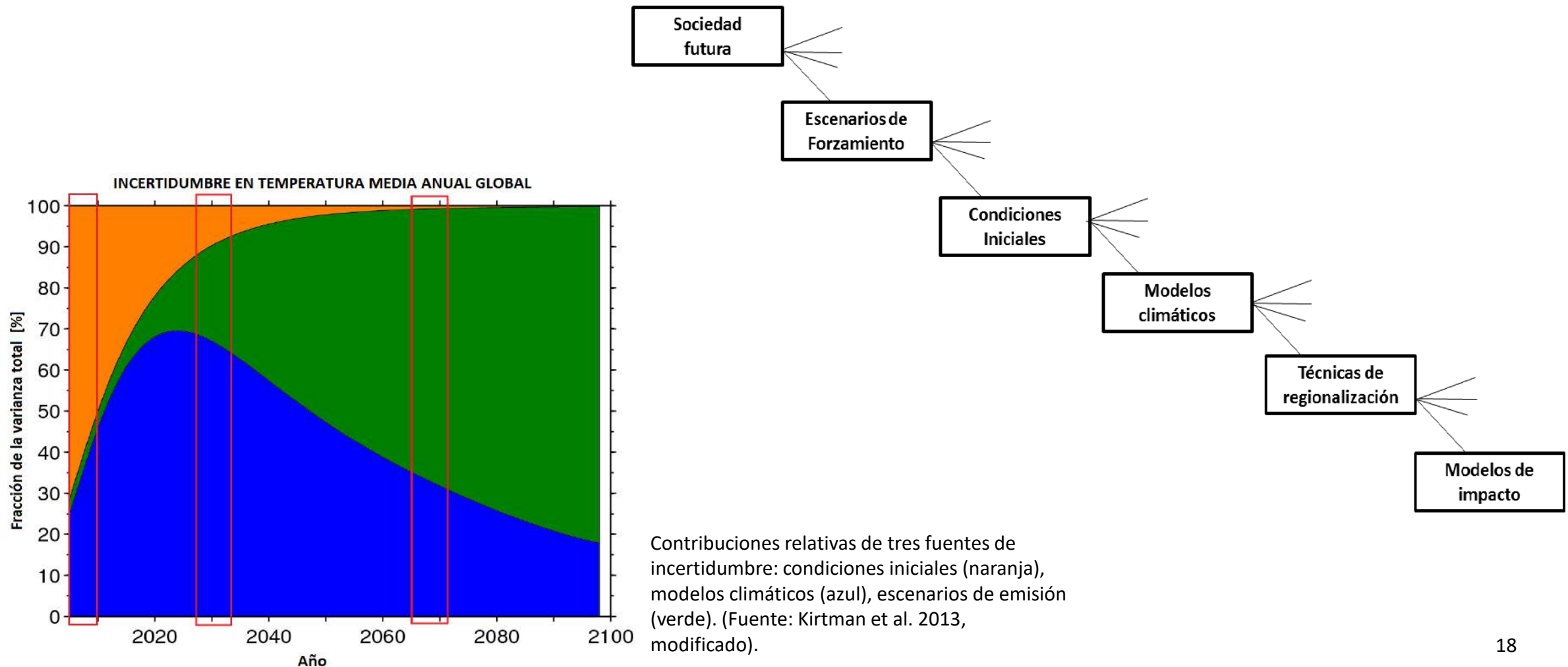


Regionalización de muchos modelos globales con diferentes técnicas (dinámicas y estadísticas) para estimar las incertidumbres asociadas

Proyecciones a corto plazo de la temperatura media global en relación con 1986-2005

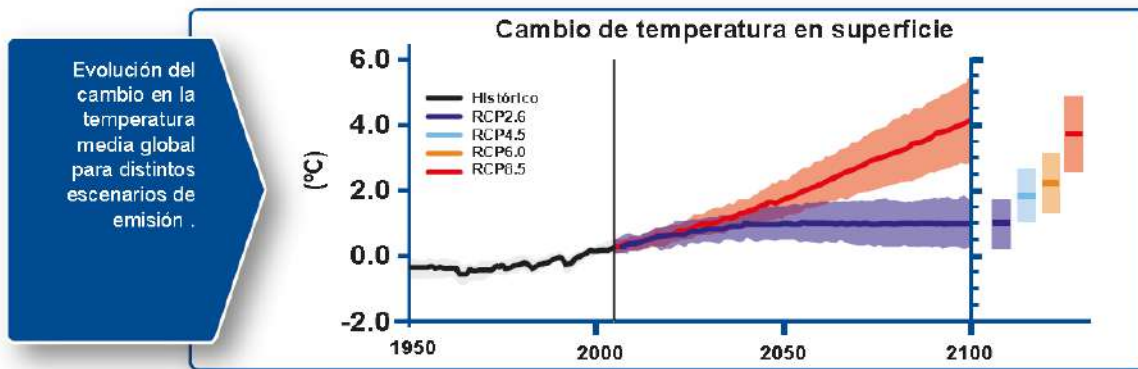


Incertidumbres que afectan a las proyecciones de cambio climático en forma jerárquica



Atmósfera

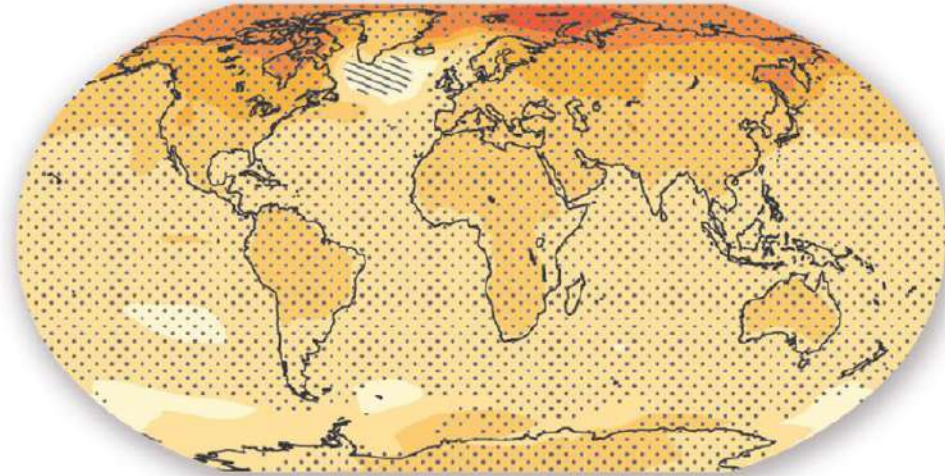
- El cambio de la temperatura superficial no será regionalmente uniforme. El calentamiento será mayor sobre tierra que sobre los océanos. La región Ártica se calentará más rápidamente.
- En un clima más cálido, el contraste en la precipitación estacional media entre las regiones secas y húmedas aumentará en la mayor parte del globo. Las regiones situadas en latitudes altas y en el océano Pacífico ecuatorial verán incrementarse sus precipitaciones.



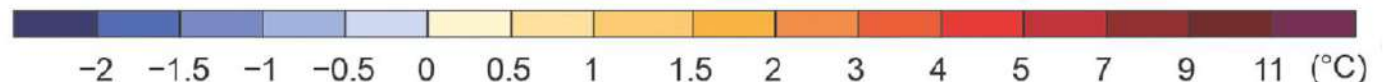
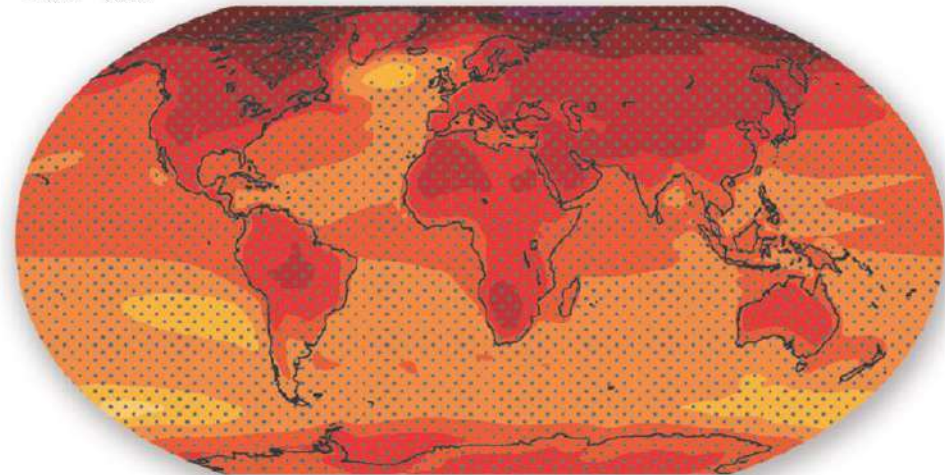
(IPCC-AR5)

Cambio de temperatura media en superficie (entre 1986-2005 y 2081-2100)

RCP 2.6

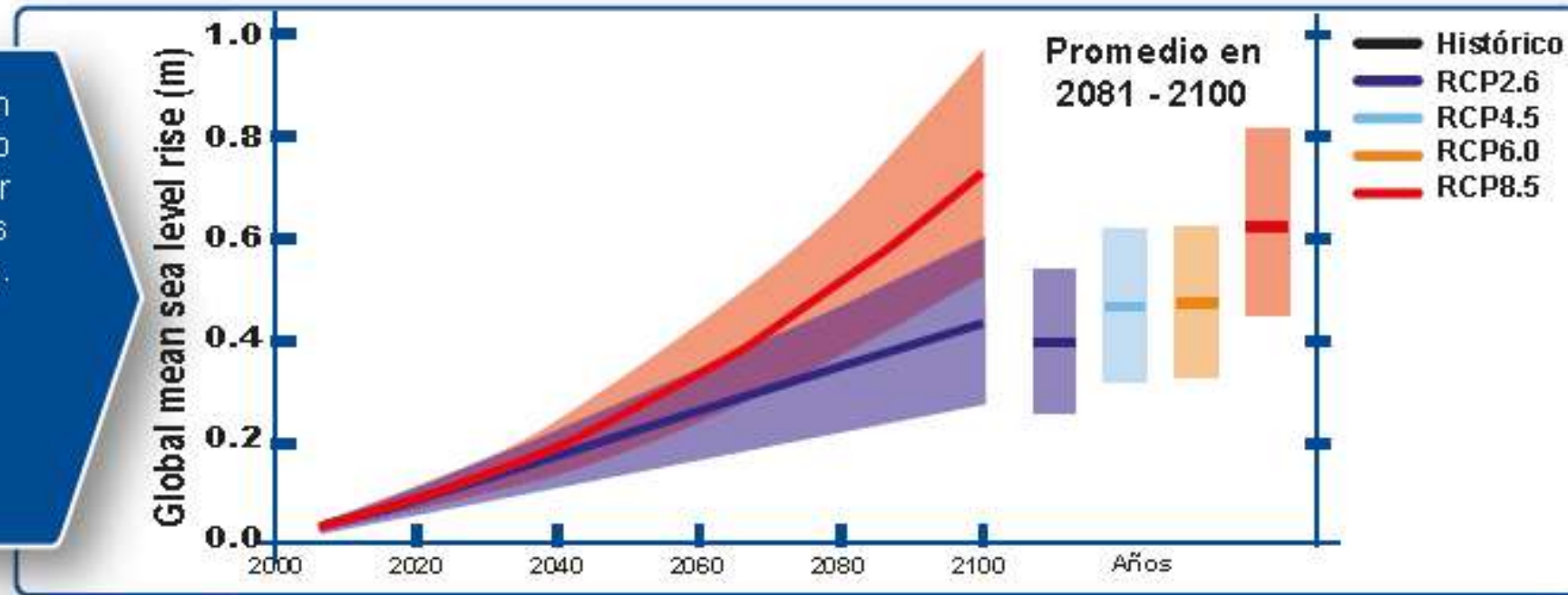


RCP 8.5



Nivel del mar

Cambios en el nivel medio global del mar para distintos escenarios.



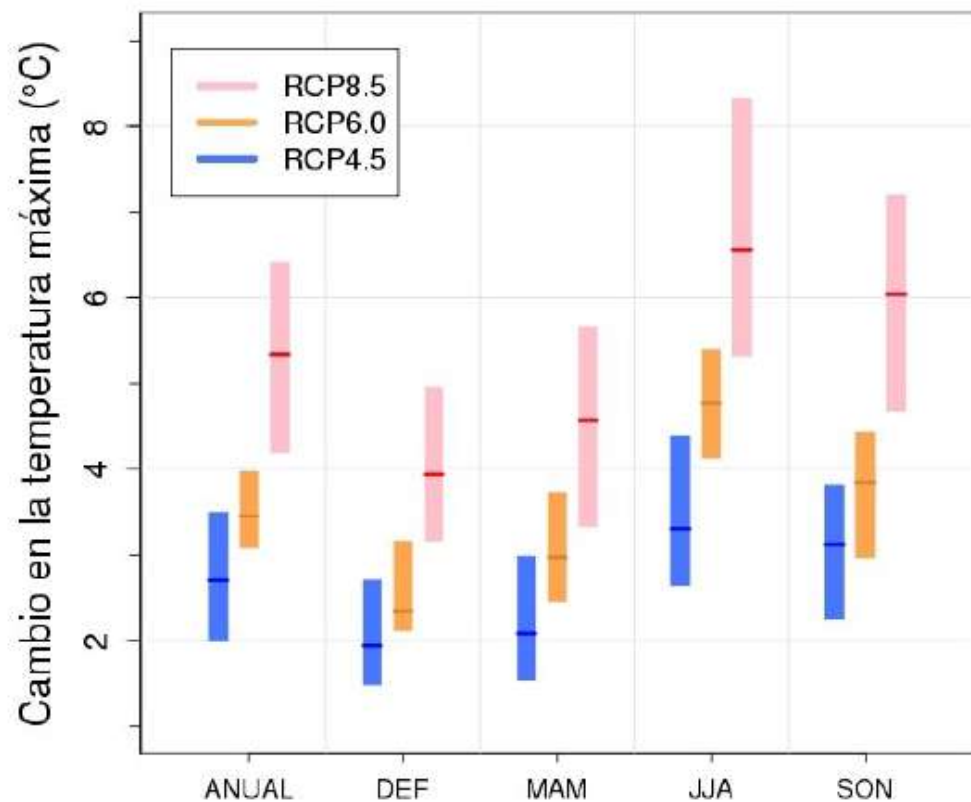
(IPCC-AR5)

Variable	Escenario	2046-2065		2081-2100	
		Media	Rango Probable	Media	Rango Probable
Cambios en el nivel medio global del mar (m)	RCP2.6	0,24	0,17– 0,31	0,40	0,26-0,54
	RCP4.5	0,26	0,19-0,33	0,47	0,32-0,62
	RCP6.0	0,25	0,18-0,32	0,47	0,33-0,62
	RCP8.5	0,29	0,22-0,37	0,62	0,45-0,81

- El nivel medio global del mar se incrementará durante el siglo XXI por el calentamiento de los océanos y las pérdidas de masa de glaciares y mantos de hielo con un aumento en la confianza de las proyecciones respecto al AR4.

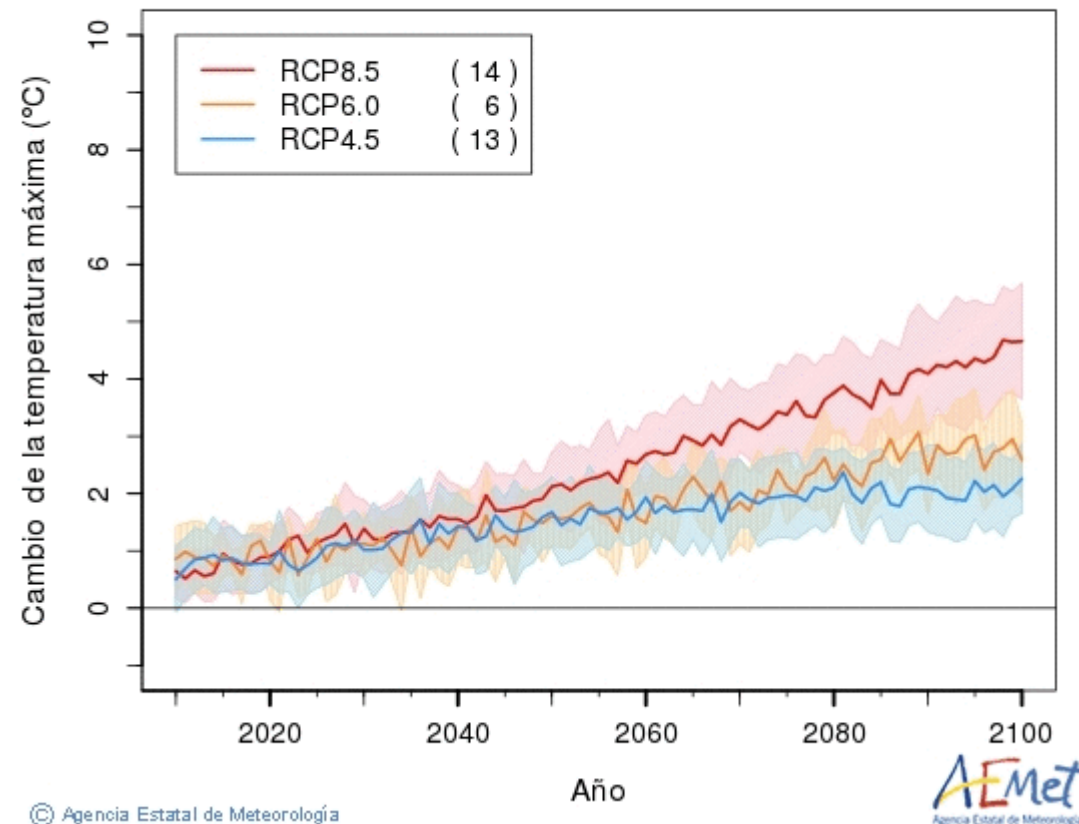
Cambio en la temperatura máxima

España peninsular



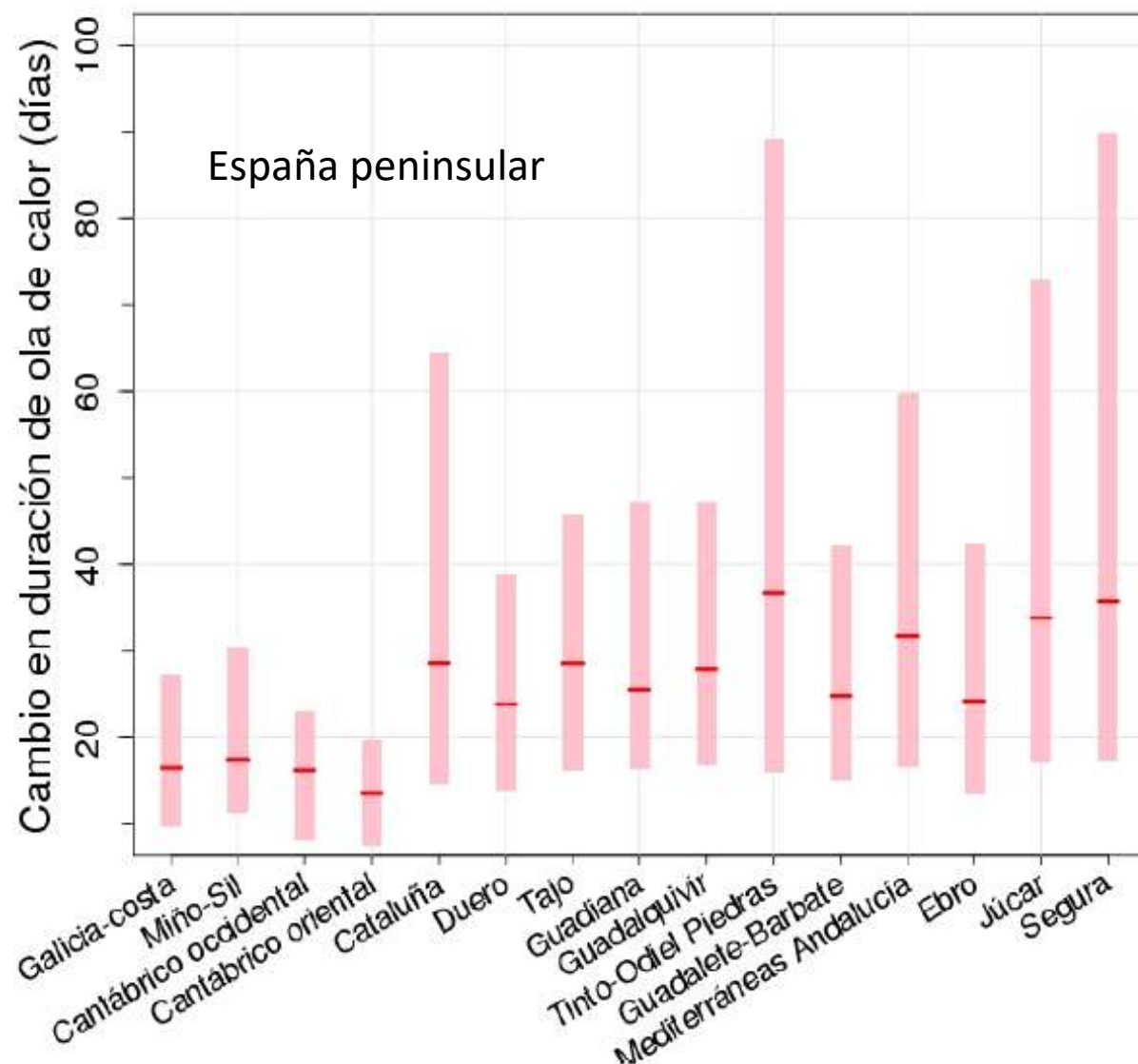
(Agregación de todas las regionalizaciones estadísticas y dinámicas)

CANTÁBRICO ORIENTAL
ANUAL



(Regionalización estadística basada en análogos)

Cambio en la duración de olas de calor



- La duración máxima de las olas de calor va **aumentando a lo largo del siglo XXI**, existiendo una concordancia entre todas las proyecciones generadas en que las olas de calor serán más largas, siendo este **incremento más acusado en el escenario más emisoro (RCP8.5)** y a finales del siglo XXI, pero con algunas **diferencias en la magnitud del mismo de unos modelos a otros y de una técnica de regionalización a otra.**

(Agregación de todas las regionalizaciones estadísticas y dinámicas)

AEMET tiene el mandato por parte del PNACC de generar y coordinar el esfuerzo en la producción de escenarios regionalizados de cambio climático



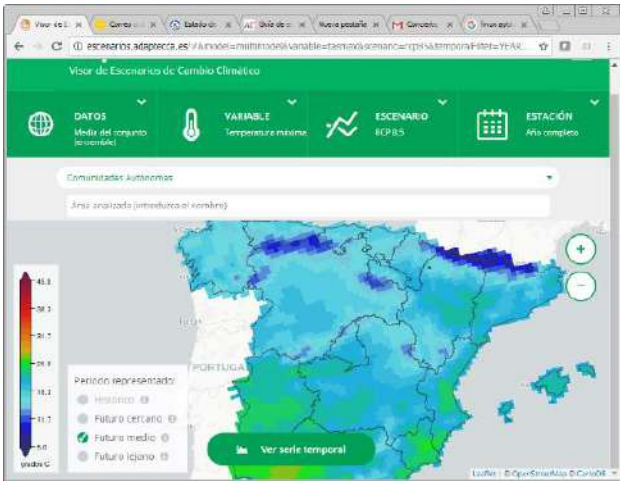
Portal de datos

<http://www.aemet.es>

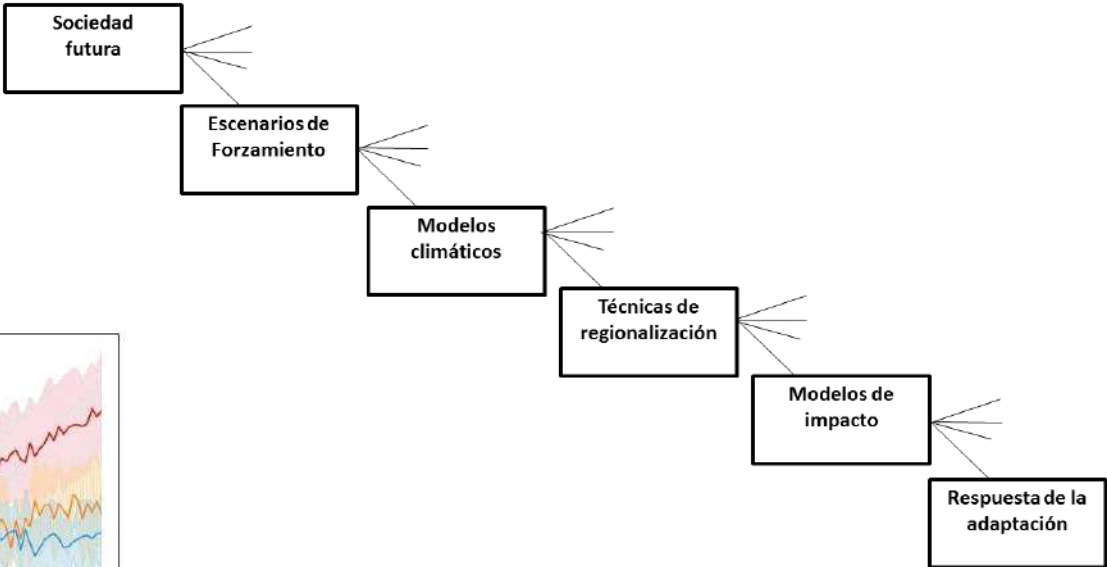
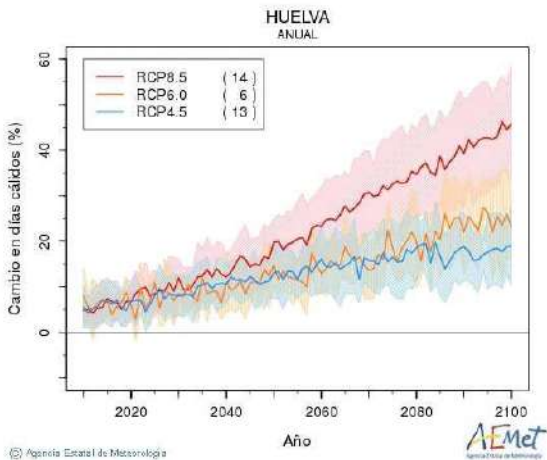


Visor

<http://escenarios.adaptecca.es>



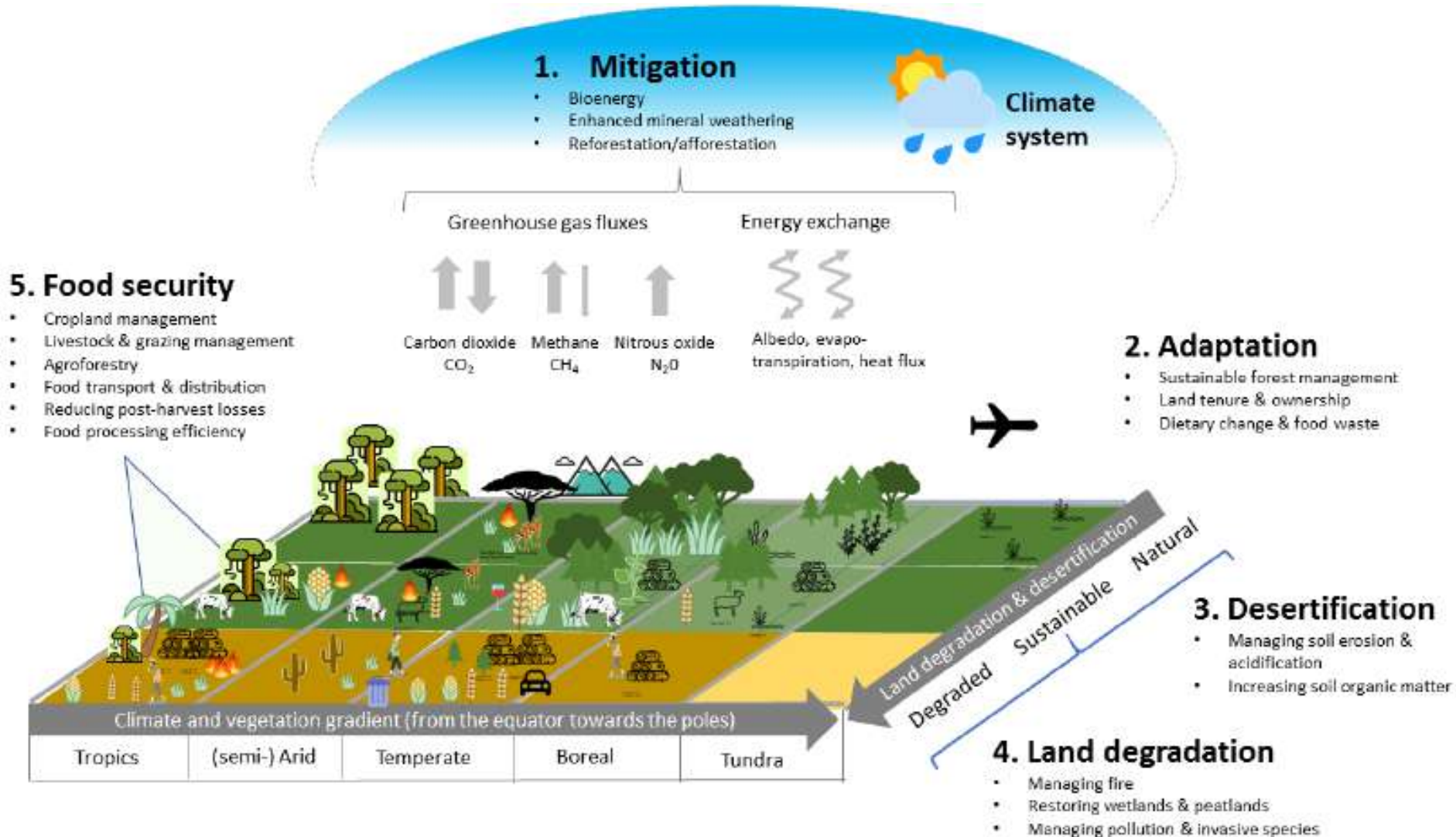
Especial énfasis en la cuantificación de las incertidumbres asociadas a las diferentes fuentes: escenarios de emisión, modelos globales, técnicas de regionalización, etc.



Climate Change and Land

An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems

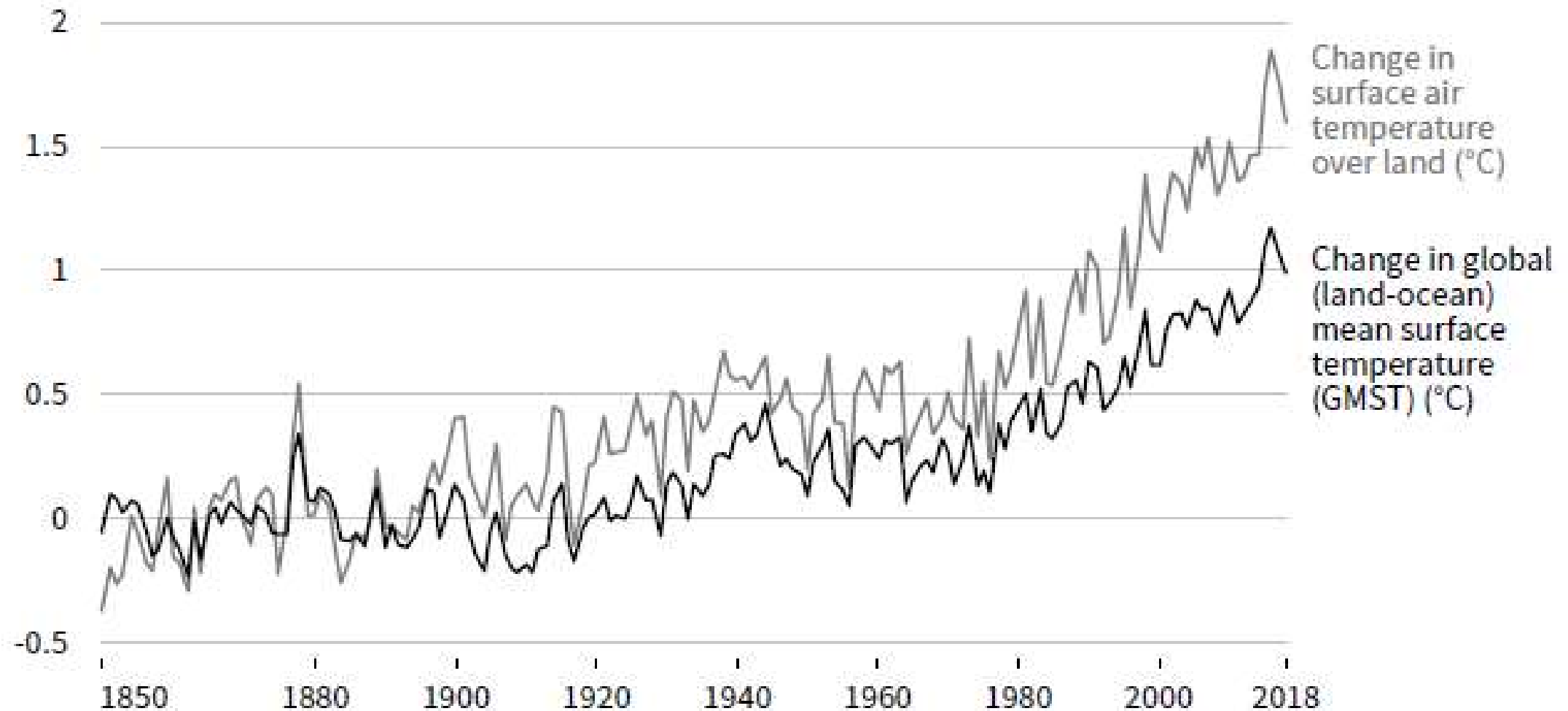
La superficie terrestre es un recurso crítico –dependemos de ella para la producción de alimentos, provision de agua, salud y bienestar– que se encuentra bajo una presión por la actividad humana. El cambio climático se suma a las presiones existentes



Impacts of climate change on **natural terrestrial ecosystems, permafrost degradation, desertification, land degradation and food security** have already been observed.

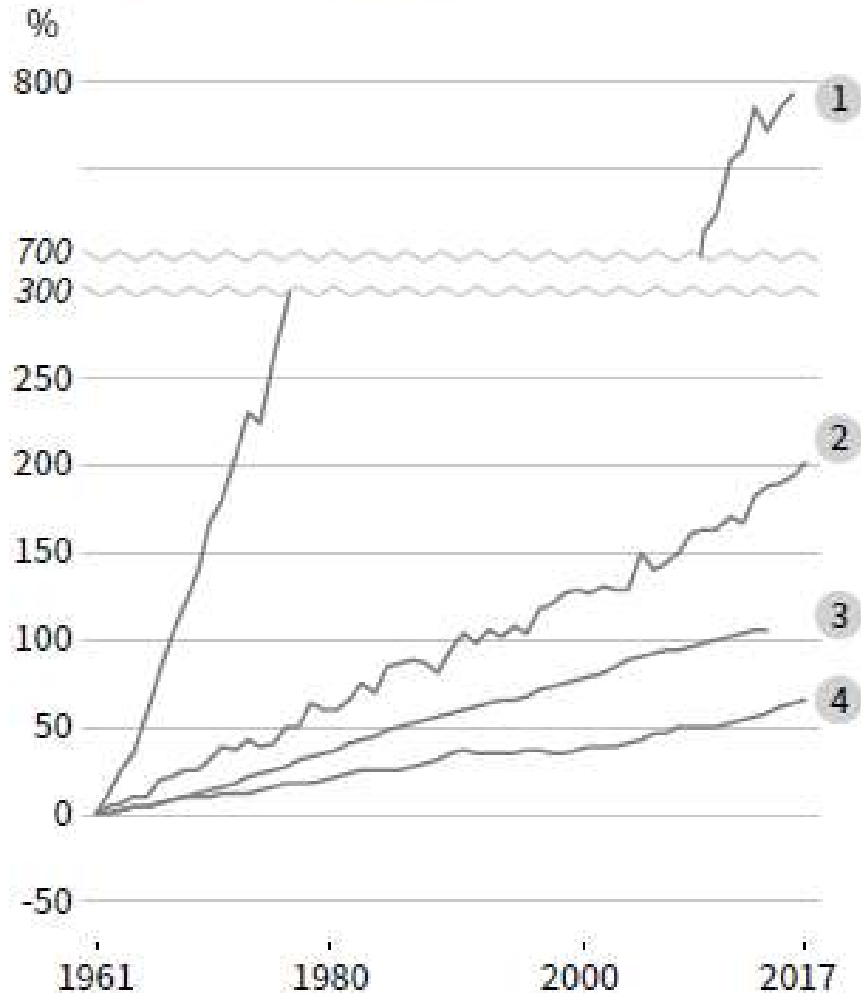
La temperatura media sobre tierra crece más deprisa que la media global

CHANGE in TEMPERATURE rel. to 1850-1900 (°C)



CHANGE in % rel. to 1961

- 1 Inorganic N fertiliser use
- 2 Cereal yields
- 3 Irrigation water volume
- 4 Total number of ruminant livestock



Crecimiento de la producción agrícola

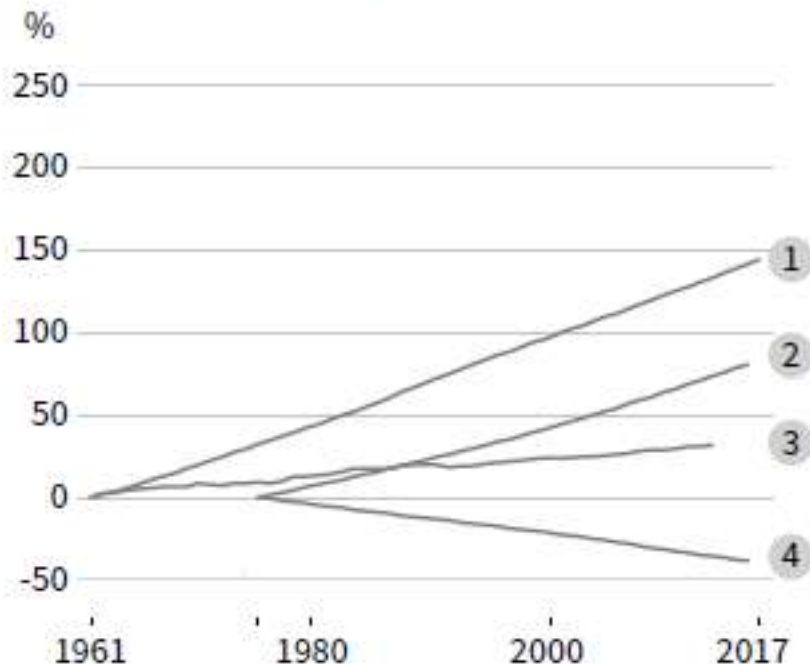
- Land use change and rapid land use intensification have supported the **increasing production of food, feed and fibre.**
- Since 1961, the total production of **food (cereal crops) has increased by 240%** (until 2017) because of land area expansion and increasing yields.
- **Fibre production (cotton) increased by 162%** (until 2013).

Food demand

Increases in production are linked to consumption changes.

CHANGE in % rel. to 1961 and 1975

- 1 Population
- 2 Prevalence of overweight + obese
- 3 Total calories per capita
- 4 Prevalence of underweight

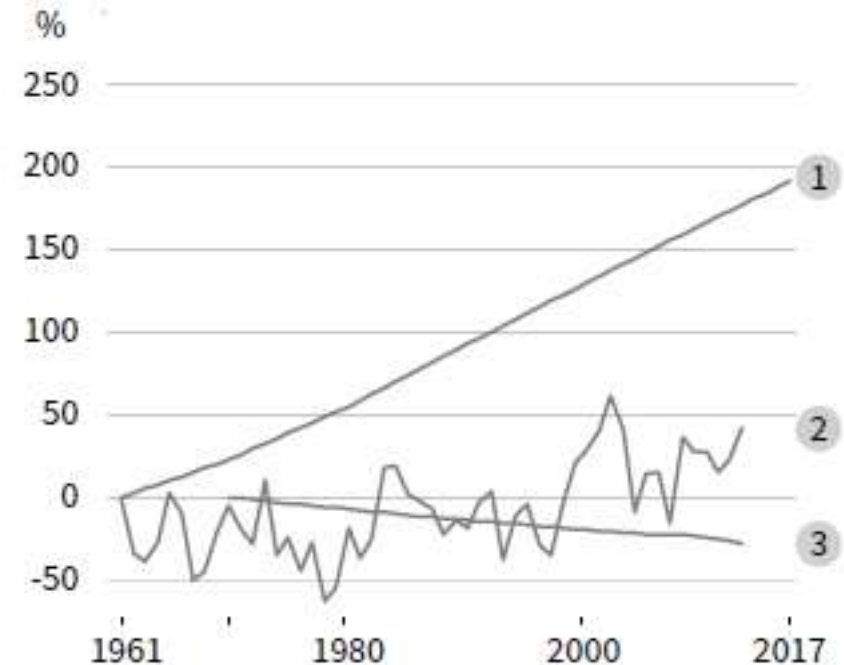


Desertification/land degrad.

Land-use change, land-use intensification and climate change have contributed to desertification and land degradation.

CHANGE in % rel. to 1961 and 1970

- 1 Population in areas experiencing desertification
- 2 Dryland areas in drought annually
- 3 Inland wetland extent



Emisiones de GEI y uso de la tierra

- **23%** de las emisiones netas de GEI proceden de AFOLU.
 - Deforestación y degradación de turberas contribuyen con alrededor de 10-15% al total de emisiones antropogénicas de CO₂.
 - La agricultura es responsable de casi la **mitad de las emisiones antropogénicas de metano**, así con de las **tres cuartas de las emisiones de óxido nitroso**.
- **21-37%** es la contribución aprox. emisiones antropogénicas de GEI por parte del **sistema alimentario** global (emisiones desde la producción hasta el consumo, en parte solapadas con AFOLU)
- **30%** de las emisiones antropogénicas de CO₂ son actualmente absorbidas por vegetación y suelos → la **biosfera terrestre actúa como un sumidero neto de CO₂**. Sin embargo, este sumidero terrestre es vulnerable a los impactos del cambio climático así como a otras presiones humanas y medioambientales.

Se pueden aplicar estrategias de respuesta si competir por la tierra

- Prácticas de **intensificación agrícola sostenible** y **sistemas agroforestales**
- **Cambio en la dieta, reducción de desperdicios y pérdidas de alimentos** puede reducir la presión sobre la tierra a la vez que contribuye a la erradicación de la pobreza y mejora de la salud.



Impactos y riesgos del cc sobre superficie terrestre

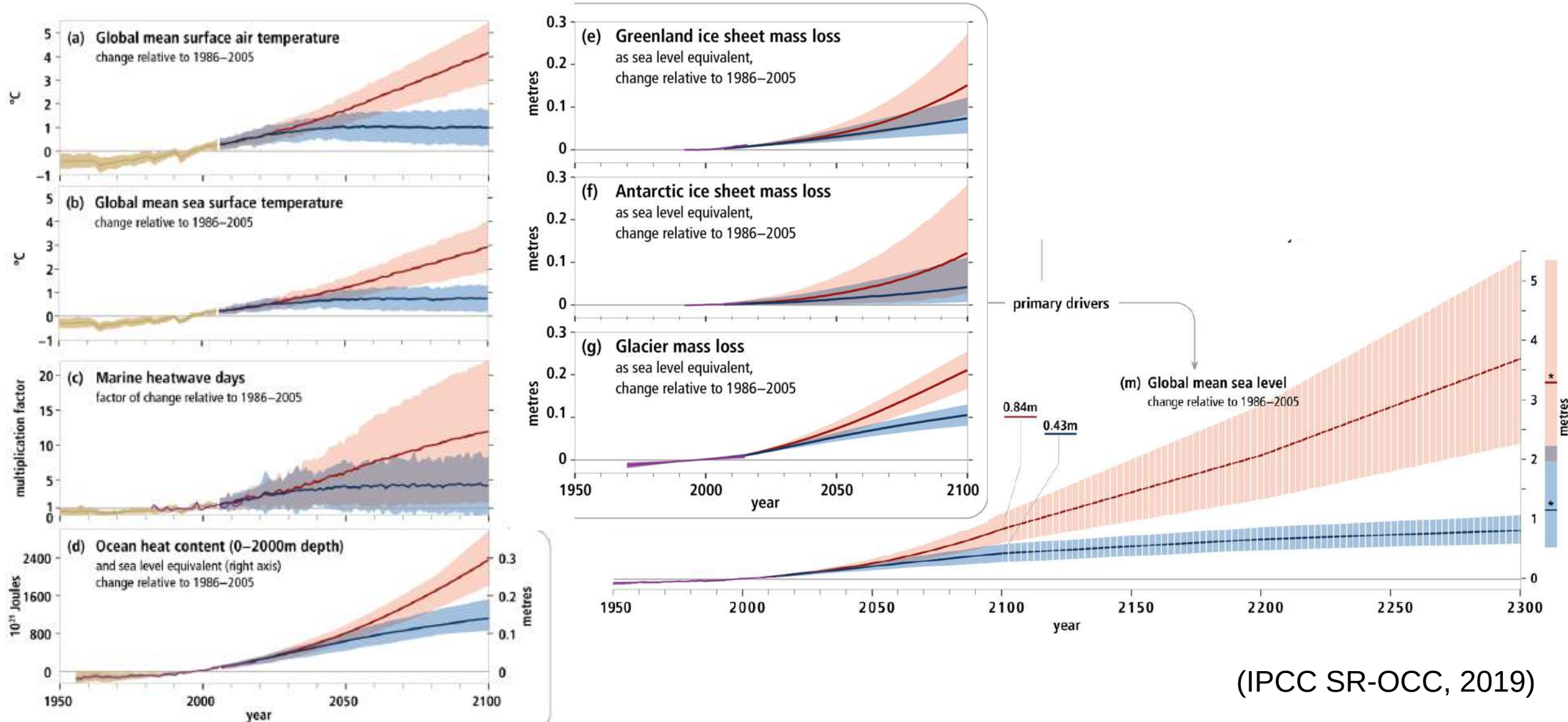
- **CC exacerba la presiones existentes sobre los recursos terrestres**, servicios ecosistemicos y biodiversidad por la explotación de los recursos terrestre y de agua dulce sin precedente en los decenios recientes..
- **El CC amplificará las presiones existentes** relacionadas con degradación de la tierra, pérdida de servicios ecosistémicos y seguridad alimenticia
- **Vegetación y pérdida de biodiversidad, incendios, degradación del permafrost y costera, erosión del suelo y escasez de agua serán más severas**, especialmente en las regiones secas..
- Incluso aunque los crecientes niveles de CO₂ (fertilización) pueden tener un impacto positivo en ciertos cultivos, **el riesgo de impactos adversos en la producción agrícola, calidad y suministro de los alimentos, así como su precio** aumentarán con un mayor CC.

The background of the slide is a photograph of a massive, blue, textured wall of ice or a large wave, sloping downwards from the top left towards the right. The sky above is a pale, clear blue. In the far distance on the right, a small, hazy coastline with some buildings is visible.

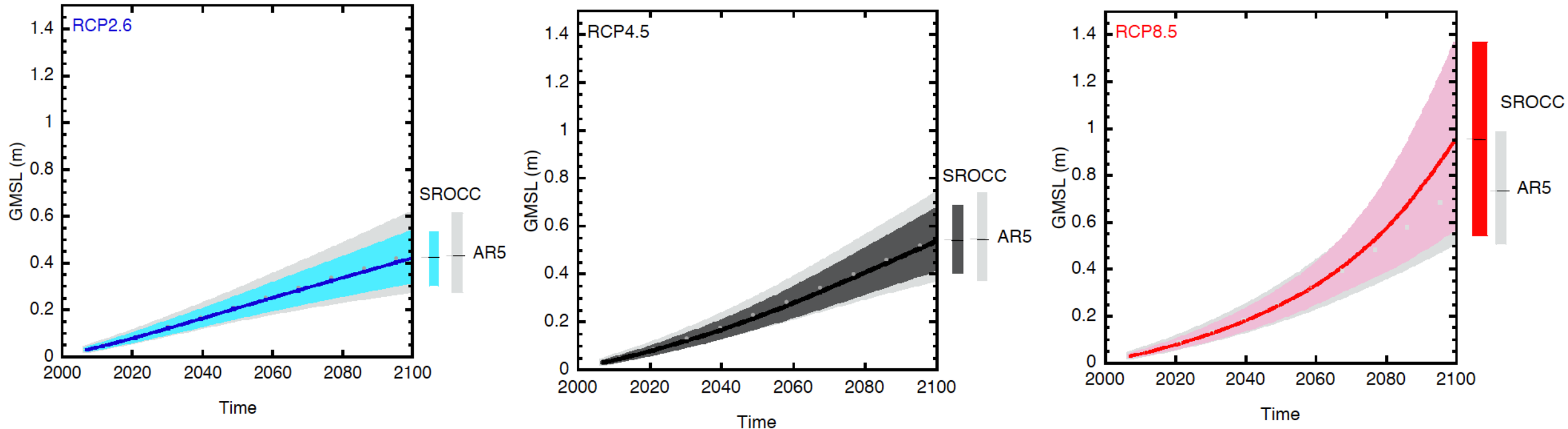
**IPCC Special Report on the
Ocean and Cryosphere in a Changing Climate
(SROCC)**

Observed and modelled changes in ocean & cryosphere (I)

Historical (observed) Historical (modelled) Projected (RCP2.6) Projected (RCP8.5)

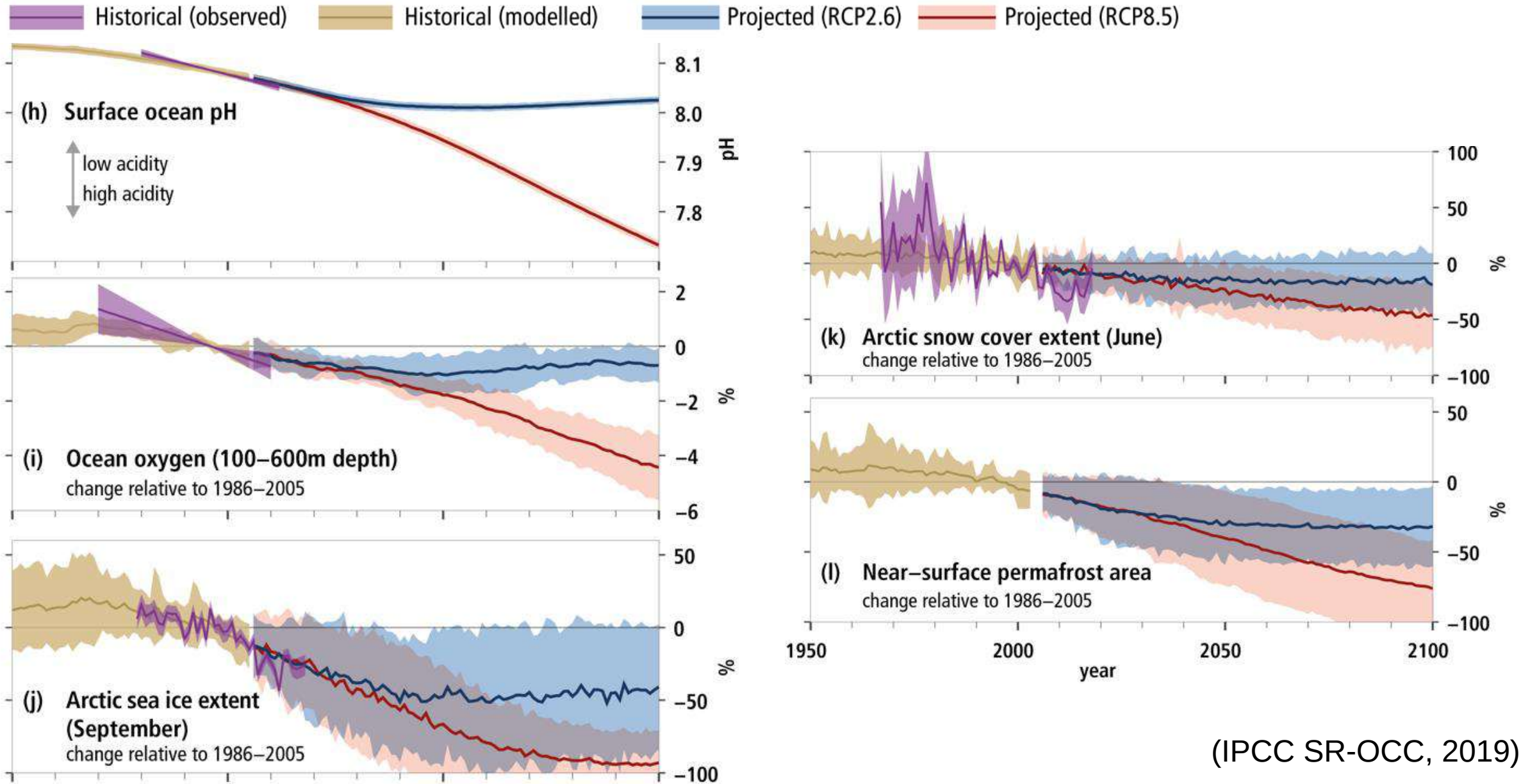


Aumento continuo del nivel medio del mar durante siglos a milenios en todos los escenarios de emisión



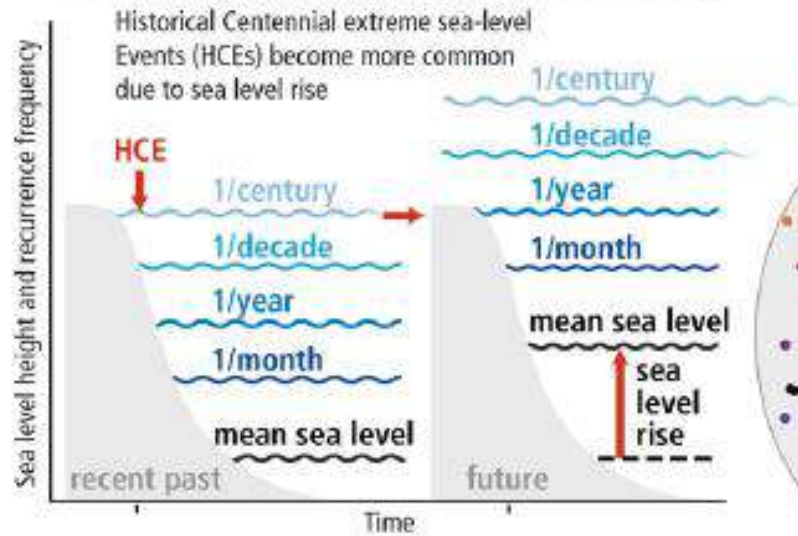
- Results are based on AR5 results for all components **except the Antarctic contribution**.
- These changes are projected to result in disruptive direct and indirect impacts on coastal ecosystems, and associated livelihoods and infrastructure (e.g., in towns and cities) that tens of millions of people in the low elevation coastal zone (elevation <10 m) depend upon, with consequences for all humankind, e.g., through displacement.

Observed and modelled changes in ocean & cryosphere (II)

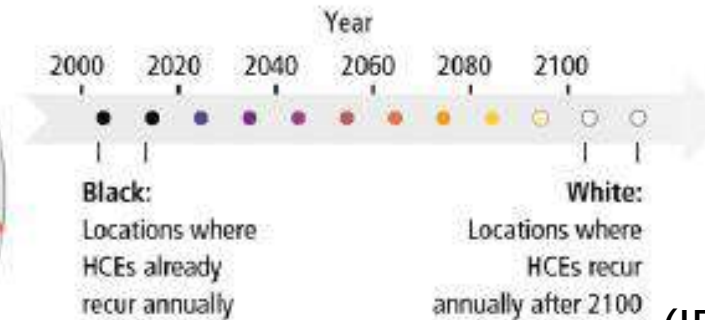
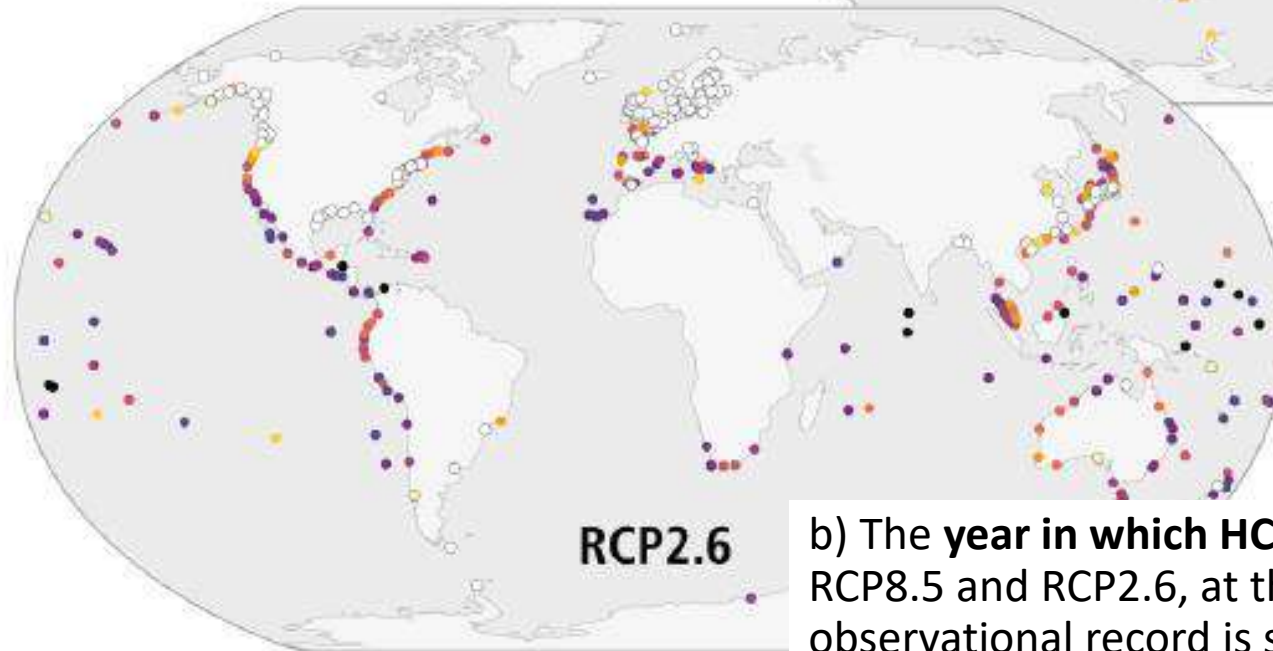
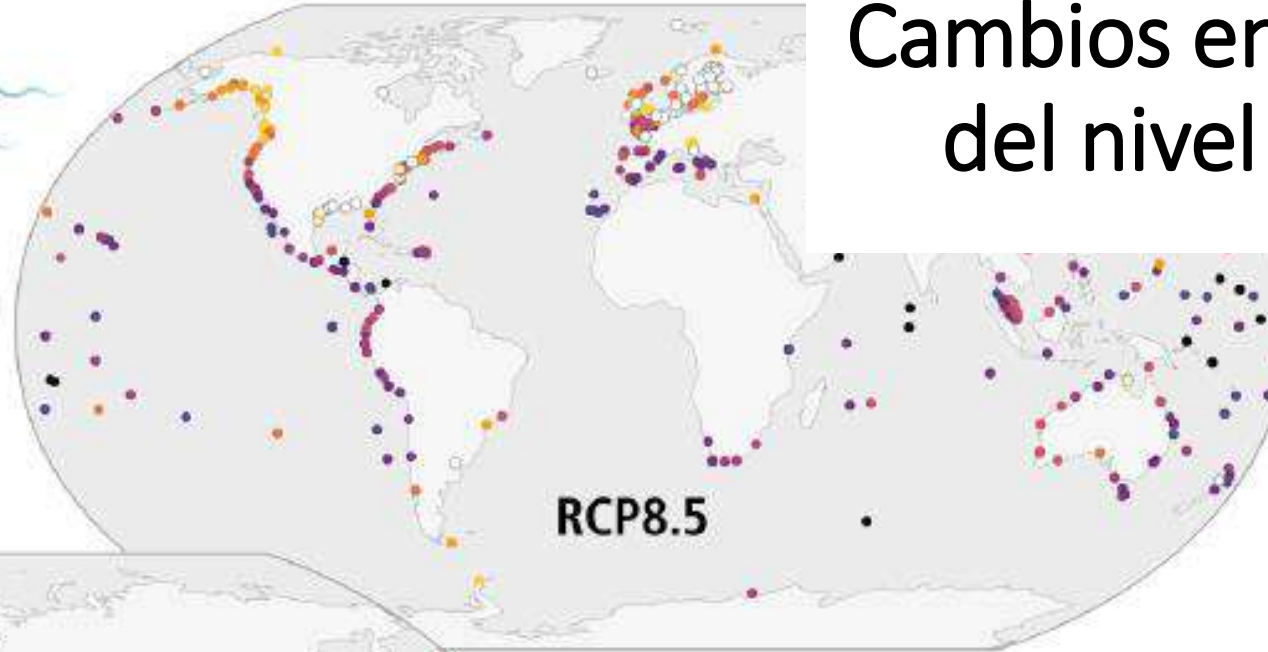


(IPCC SR-OCC, 2019)

(a) Schematic effect of regional sea level rise on projected extreme sea level events (not to scale)



(b) Year when HCEs are projected to recur **once per year** on average



Cambios en extremos del nivel del mar

(IPCC SR-OCC, 2019)

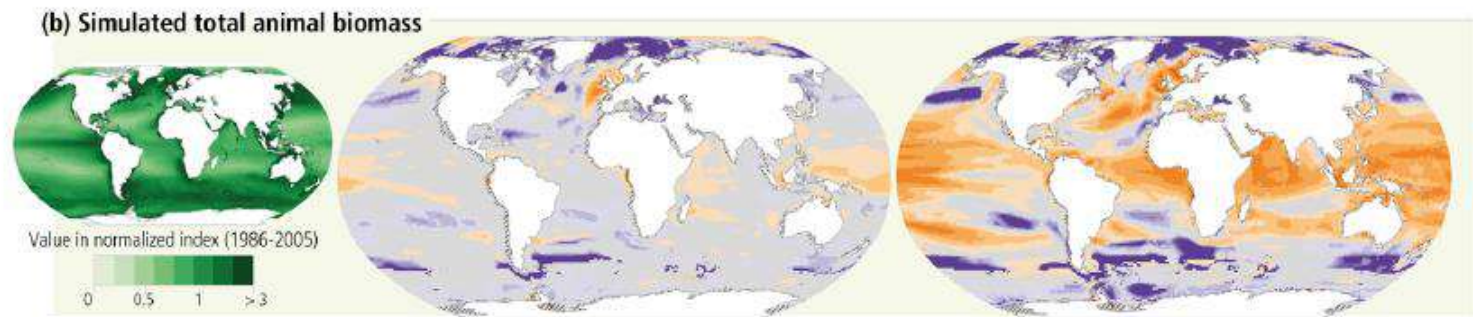
b) The **year in which HCEs are expected to recur once per year** on average under RCP8.5 and RCP2.6, at the 439 individual coastal locations where the observational record is sufficient. The **darker the circle, the earlier this transition** is expected. White circles (33% of locations under RCP2.6 and 10% under RCP8.5) indicate that HCEs are not expected to recur once per year before 2100.

Projected changes, impacts and risks for ocean regions and ecosystems

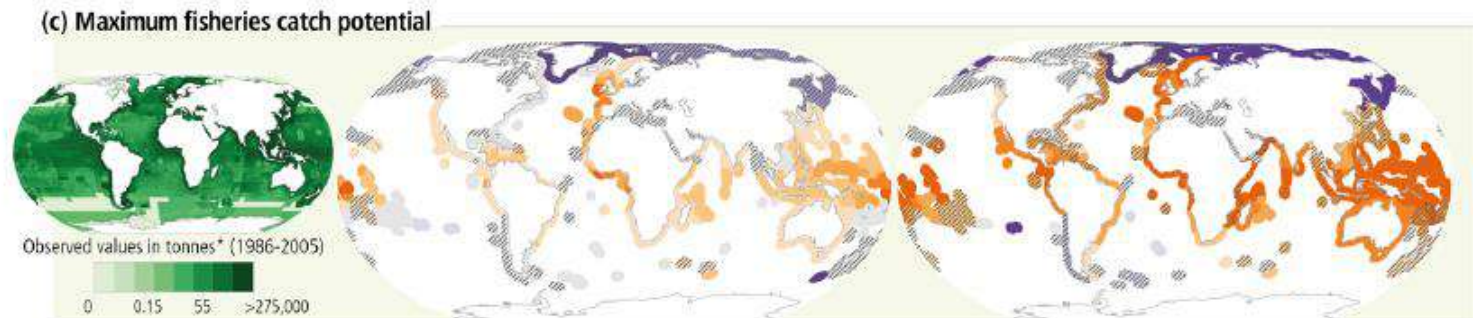
a) depth integrated net primary production,



b) total animal biomass,

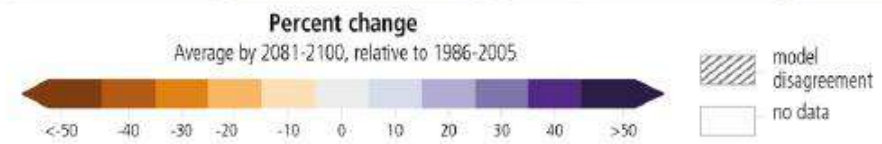


c) maximum fisheries catch potential

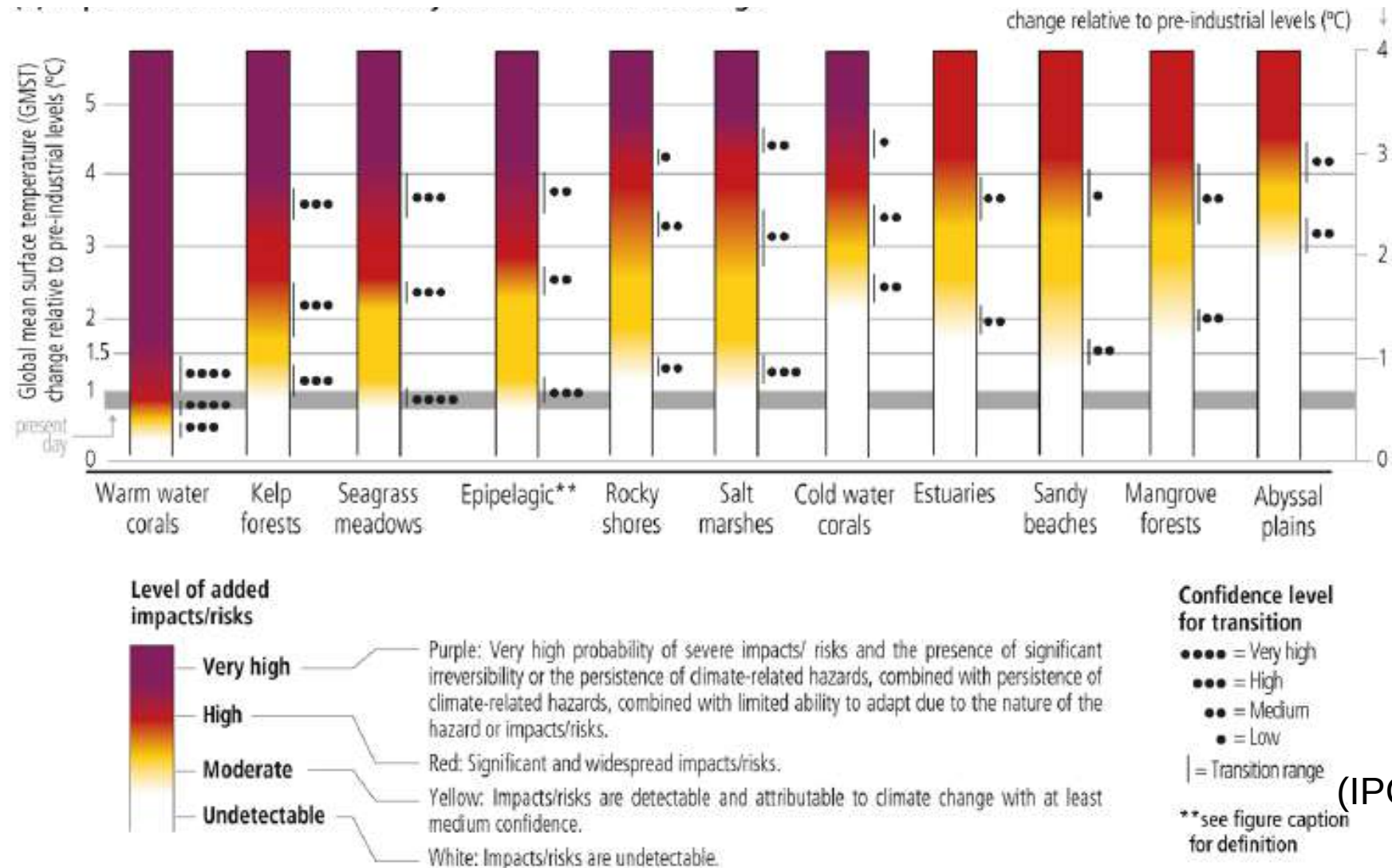


* See figure caption for details

(IPCC SR-OCC, 2019)

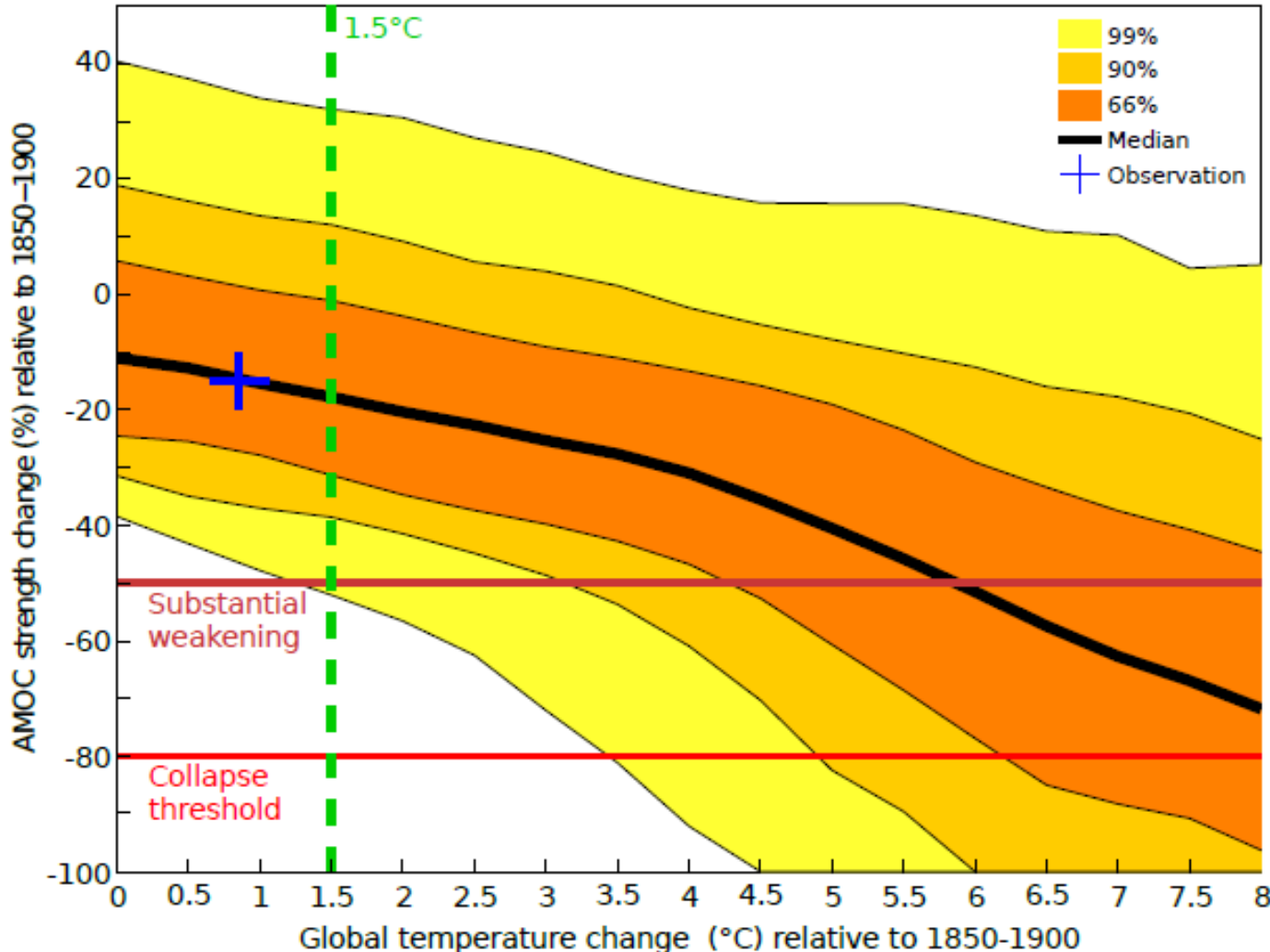


Impactos y riesgos en ecosistemas oceánicos por cambio climático



(IPCC SR-OCC, 2019)

Cambios en intensidad de AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation) en función del cambio en la temperatura global



- La AMOC se debilitará muy probablemente en el siglo XXI en todos los RCPs.
- Una **transición abrupta de AMOC durante el siglo XXI es muy improbable** si bien es un escenario plausible de alto impacto.

(IPCC SR-OCC, 2019)

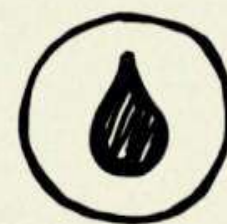
Principales conclusiones referentes a las bases físicas del SR-OCC

- Los impactos **claramente detectables y crecientes** siendo particularmente afectados el **Ártico**, los arrecifes de coral, las costas bajas y las islas, los ecosistemas de montaña, el permafrost, los glaciares y las capas de hielo polar.
- **Nivel global del mar** aumentando a una velocidad acelerada y creciente absorción de CO₂ en el océano que ha llevado a una **acidificación progresiva**.
- Deterioro de las **pesquerías y daños en infraestructuras**.
- Consecuencias a largo plazo más allá de 2100 debido a la **inercia del sistema**
- Riesgo de alcanzar ***tipping points*** con consecuencias catastróficas en el océano y la criosfera aumenta con el aumento del calentamiento, en algunos casos incluso a temperaturas inferiores a 2 ° C.

¿Qué podemos hacer? (I)

- Calentamiento por GEI → **actuación sobre las causas** → **MITIGACION**
cambio modelo energético, usos de suelo (deforestación), demografía, desarrollo sostenible, ...)

"Well below 2°C"



2.0°



COP 21

195
Countries
PARIS CLIMATE
Conference



015



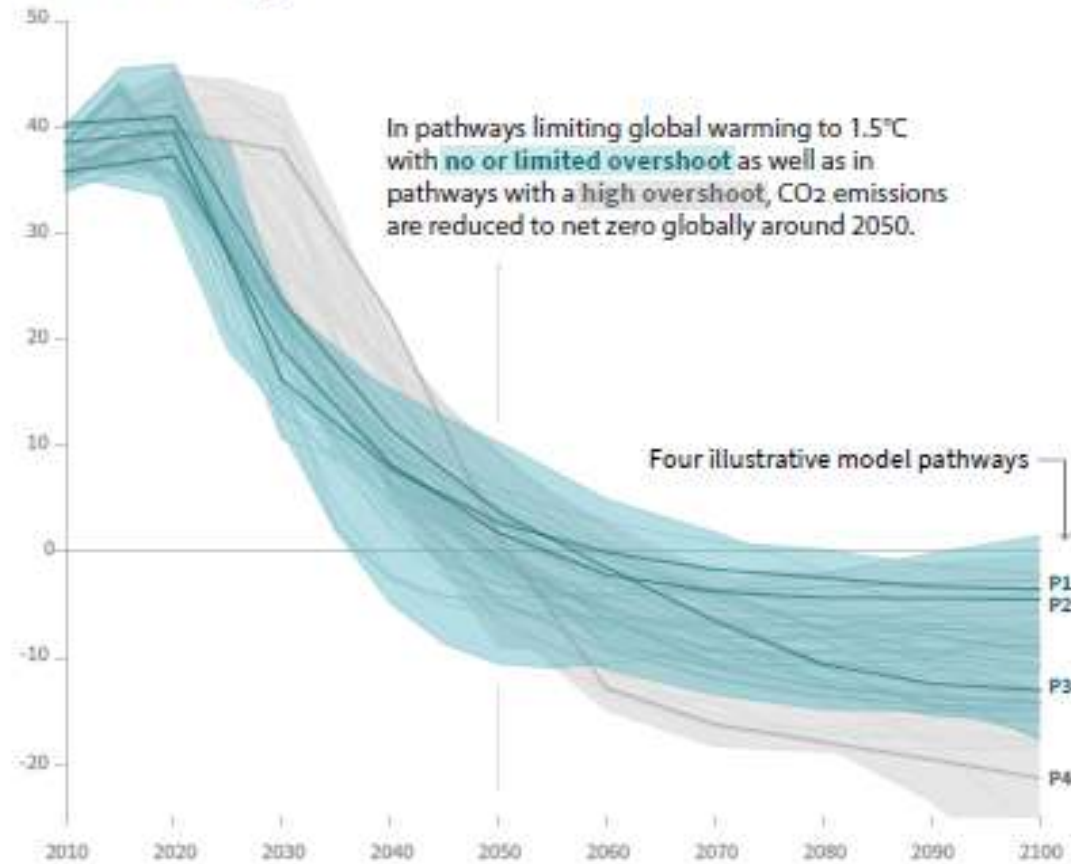
Sendas de emisión consistentes con un calentamiento 1.5°C

Evolución de las emisiones netas de CO₂, metano, hollín y óxido de nitrógeno, en simulaciones con modelos para limitar el calentamiento a 1.5°C

(SR1.5 IPCC, 2018)

Global total net CO₂ emissions

Billion tonnes of CO₂/yr



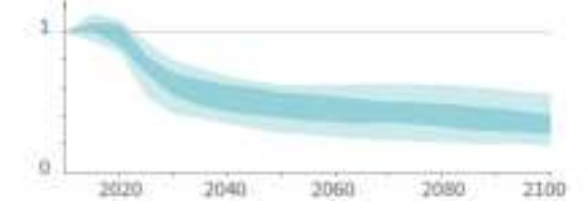
Timing of net zero CO₂
Line widths depict the 5-95th percentile and the 25-75th percentile of scenarios

Pathways limiting global warming to 1.5°C with no or low overshoot
Pathways with high overshoot
Pathways limiting global warming below 2°C (Not shown above)

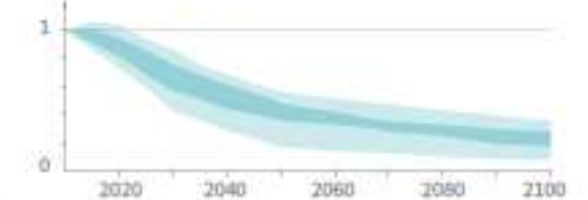
Non-CO₂ emissions relative to 2010

Emissions of non-CO₂ forcers are also reduced or limited in pathways limiting global warming to 1.5°C with no or limited overshoot, but they do not reach zero globally.

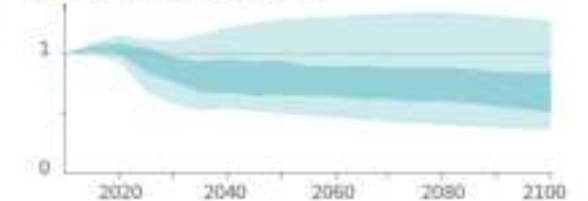
Methane emissions



Black carbon emissions

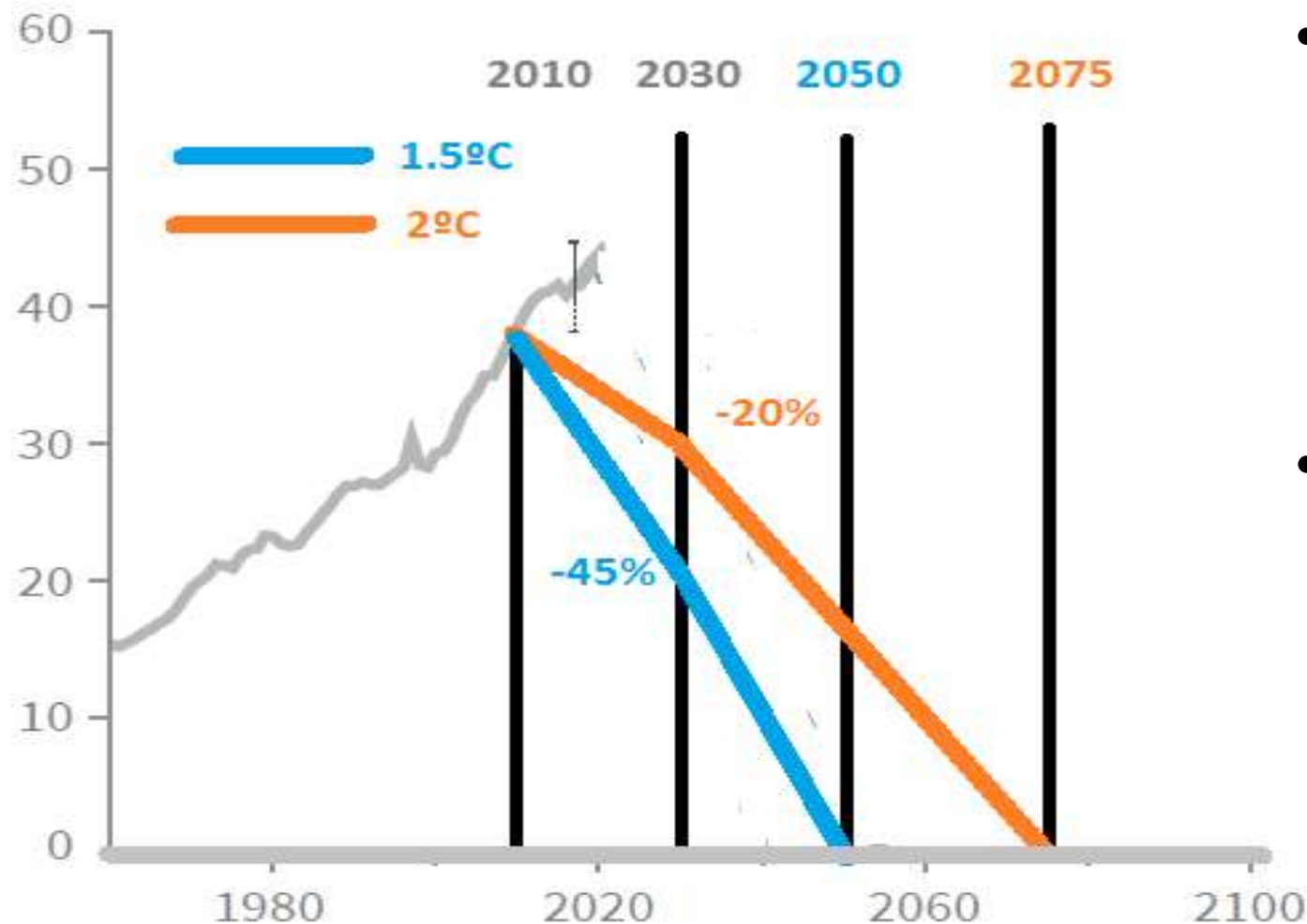


Nitrous oxide emissions



Sendas de reducción de emisiones para no sobrepasar 1.5 °C y 2 °C

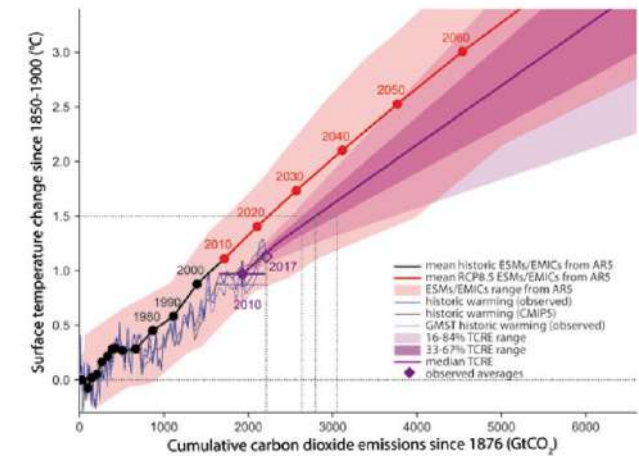
Gt CO₂/año



- Reducción de las emisiones de CO₂ desde 2010 hasta que se alcanzan cero emisiones netas en sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1.5 °C y 2 °C
- La cantidad de carbono remanente compatible con un calentamiento 1.5 °C es de 770 (570) Gt CO₂ con probabilidad 50% (66%).

(SR1.5 IPCC, 2018)

Cuánto carbono adicional es compatible con un calentamiento 1.5 °C?

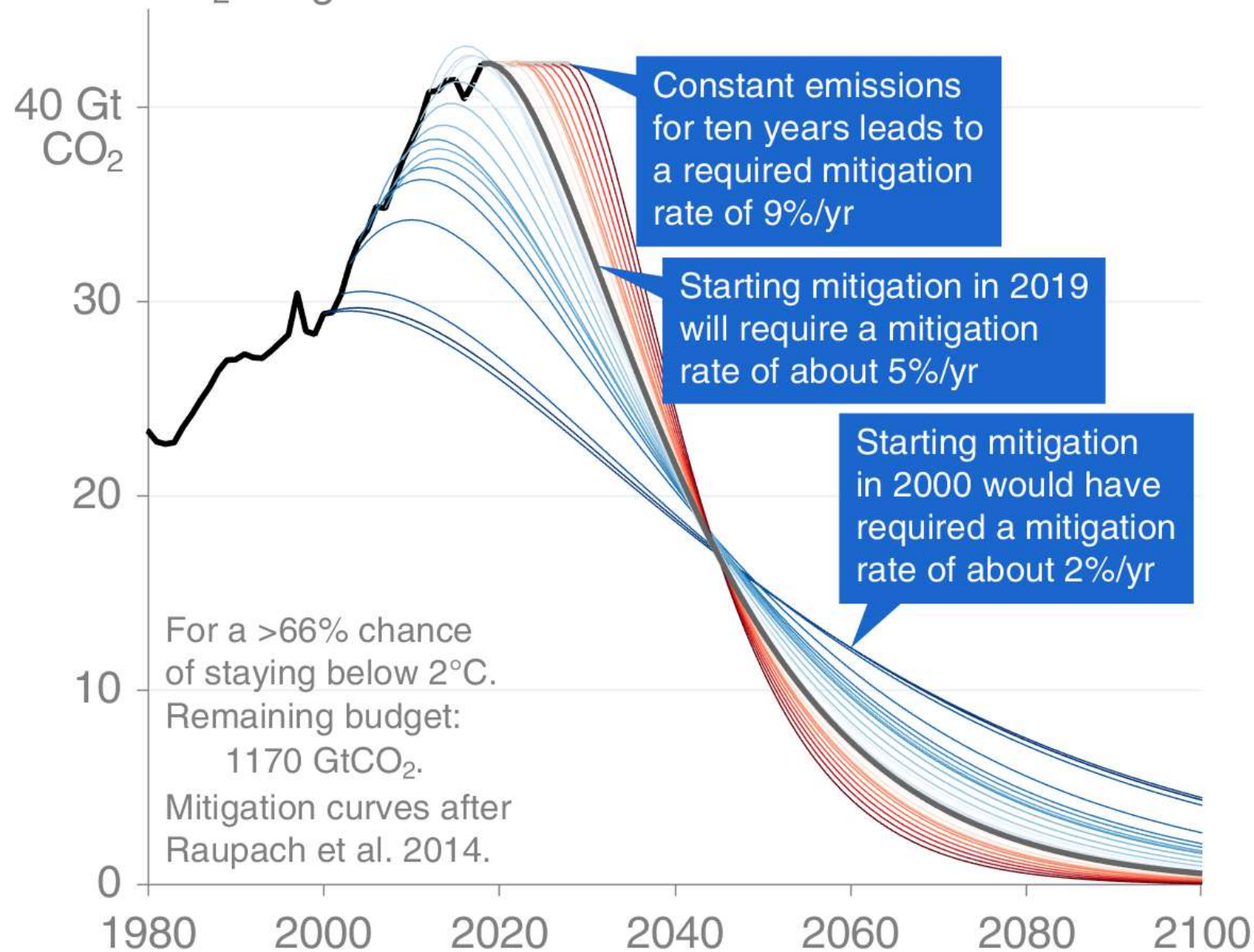


- Hasta finales de 2017, las emisiones antropogénicas de CO₂ desde el periodo preindustrial han sido 2200 ± 320 GtCO₂
- Emitimos aproximadamente 42 ± 3 GtCO₂ por año
- Quedan 580 GtCO₂ para limitar el calentamiento a 1.5 °C con probabilidad de 50% (420 GtCO₂ con probabilidad de 66%) [utilizando la temperatura global media del aire en superficie como métrica (como en AR5)]
- Quedan 770 GtCO₂ para limitar el calentamiento a 1.5 °C con probabilidad de 50% (570 GtCO₂ con probabilidad de 66%) [utilizando GMST(*) como métrica (como en AR5)]

(*) Global mean surface temperature (GMST): Estimated global average of near-surface air temperatures over land and sea-ice, and sea surface temperatures over ice-free ocean regions, with changes normally expressed as departures from a value over a specified reference period.

(SR1.5 IPCC, 2018)

CO₂ mitigation curves: 2°C



Informa x SR1.5 ip x Stefan F x Stefan F x +

https://twitter.com/rahmst...



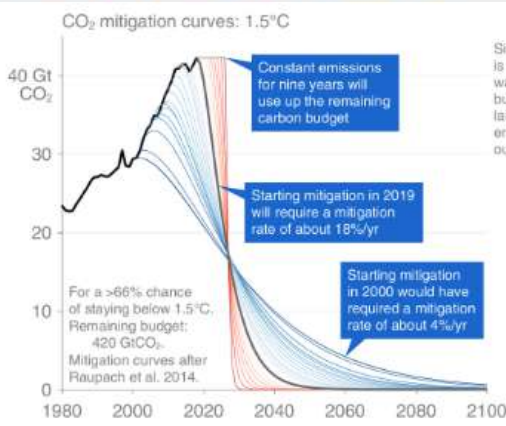
Stefan Rahmstorf

@rahmstorf

Seguir

See how easily we could have solved the climate crisis if we had started in 2000! Only 4% reduction per year. Now we need 18% per year. You can thank climate deniers, lobby groups and cowardly politicians for this delay. From Global Carbon Project, folk.uio.no/roberan/GCB201...

CO₂ mitigation curves: 1.5°C



Constant emissions for nine years will use up the remaining carbon budget

Starting mitigation in 2019 will require a mitigation rate of about 18%/yr

Starting mitigation in 2000 would have required a mitigation rate of about 4%/yr

For a >66% chance of staying below 1.5°C, Remaining budget: 420 GtCO₂.

Mitigation curves after Raupach et al. 2014.

Since 18%/yr mitigation is impossible, the only way to achieve this budget is with very large "negative" emissions: pulling CO₂ out of the atmosphere.

CO₂ mitigation curves: 1.5°C

40 Gt CO₂

30

20

10

0

1980 2000 2020 2040 2060 2080 2100

Constant emissions for nine years will use up the remaining carbon budget

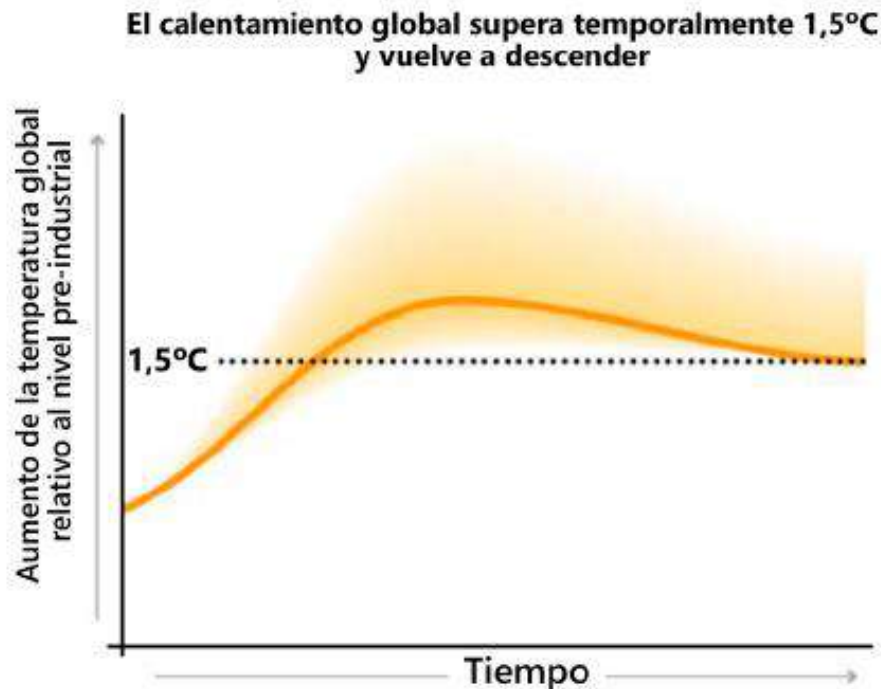
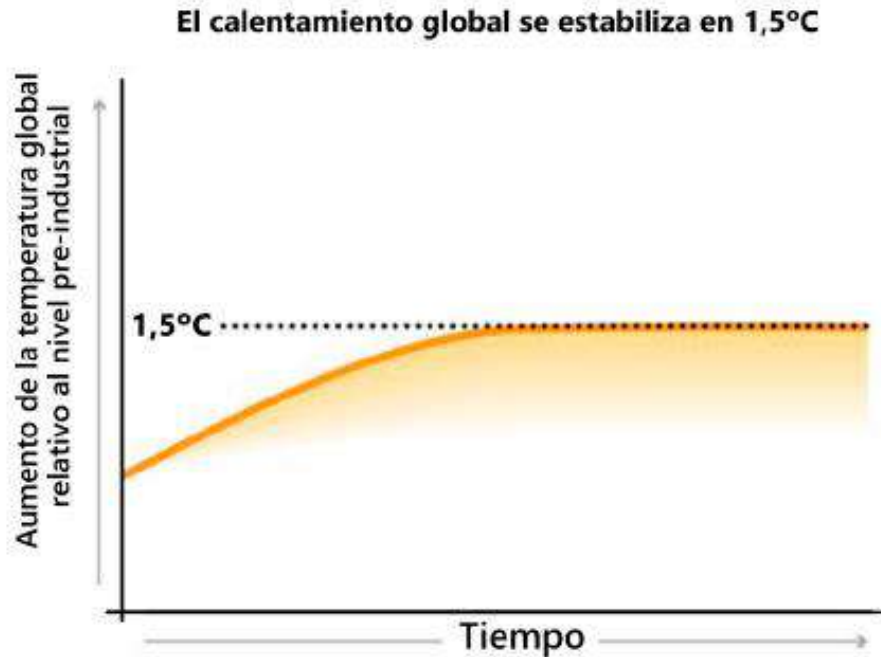
Starting mitigation in 2019 will require monumental mitigation rates

Starting mitigation in 2000 would have required a mitigation rate of about 4%/yr

For a >66% chance of staying below 1.5°C. Remaining budget: 420 GtCO₂. Mitigation curves after Raupach et al. 2014.

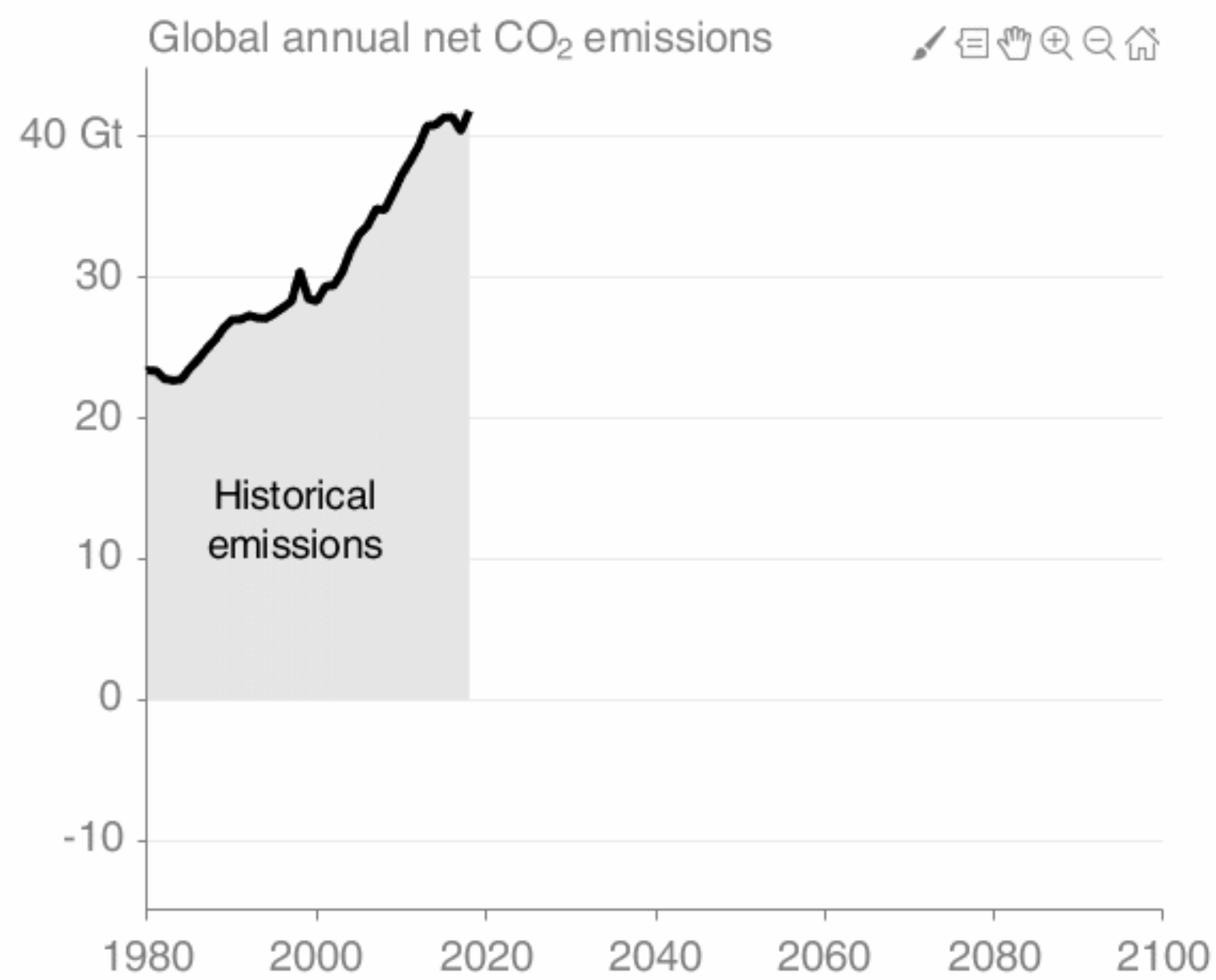
CC BY @robbie_andrew • Data: GCP • Emissions budget from IPCC SR1.5

Calentamiento global con y sin overshooting

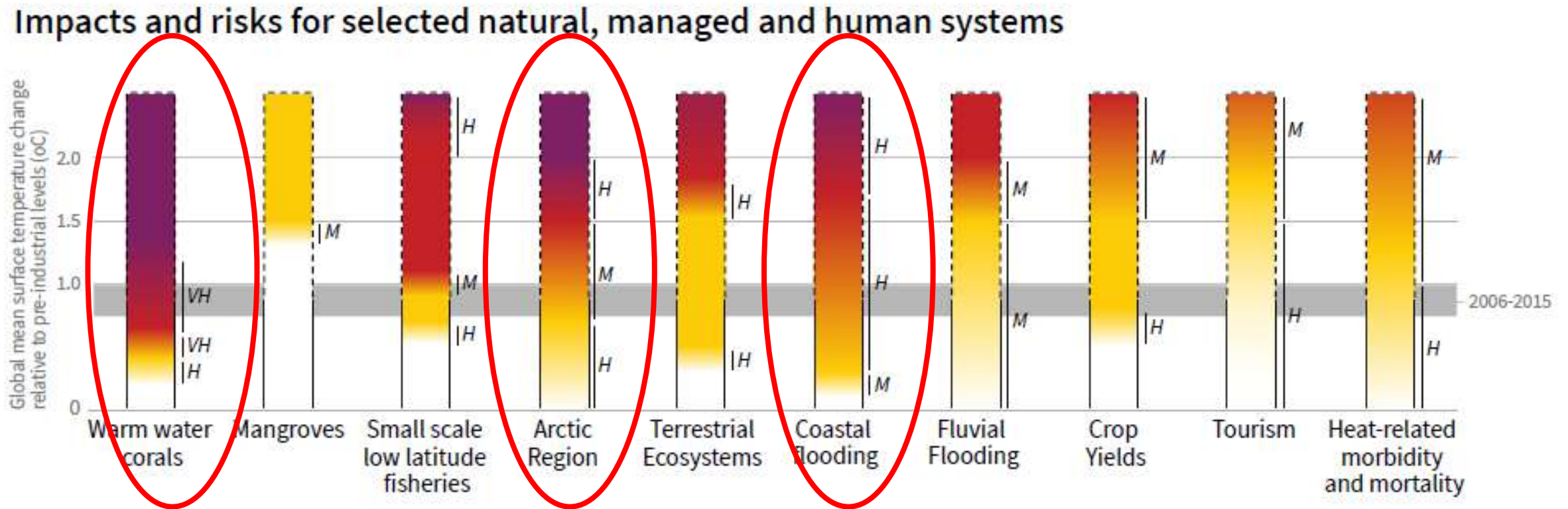


Existen dos tipos de sendas para limitar la subida de temperatura global a 1,5 °C respecto al nivel pre-industrial:

- las que estabilizan la temperatura a 1,5 °C
- las que sobrepasan temporalmente (overshooting) el límite de 1,5 °C para alcanzar esta temperatura a final de siglo.

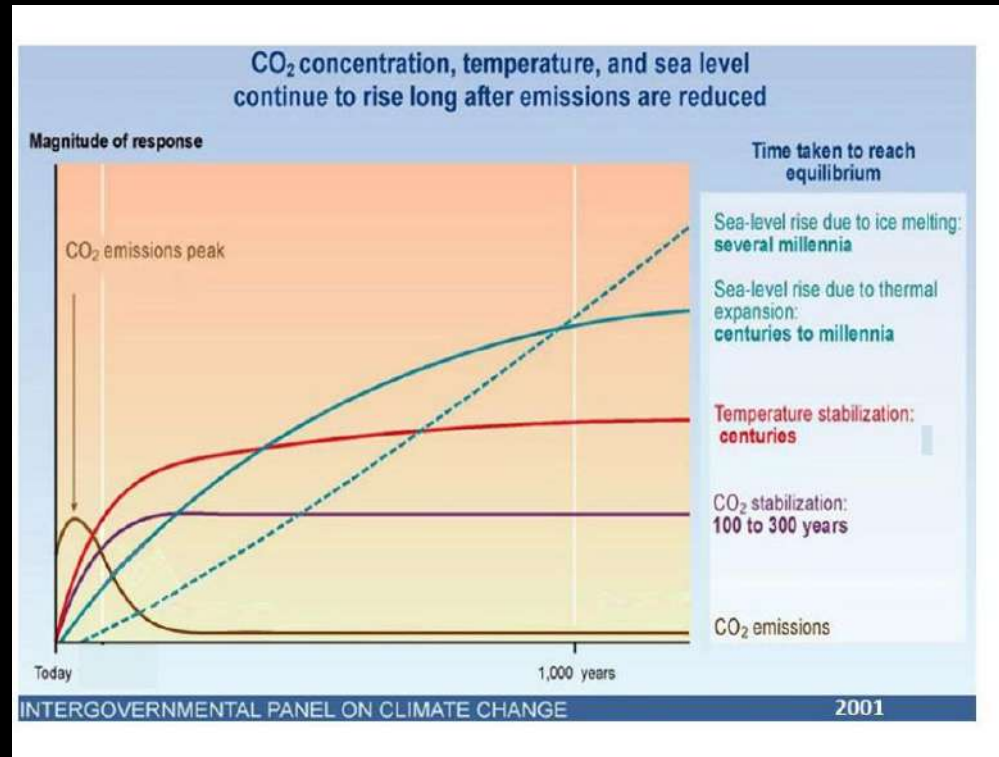


Cambio climático proyectado, impactos potenciales y riesgos asociados con un calentamiento de 1.5°C



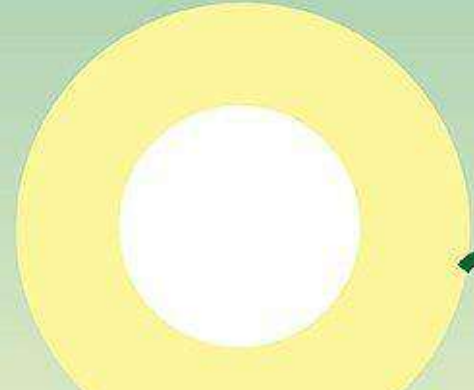
¿Qué podemos hacer? (II)

- Calentamiento por GEI → **actuación sobre las causas → MITIGACION**
(cambio modelo energético, usos de suelo (deforestación), demografía, desarrollo sostenible, ...)
- Inercia del sistema climático → **actuación sobre efectos → ADAPTACION**





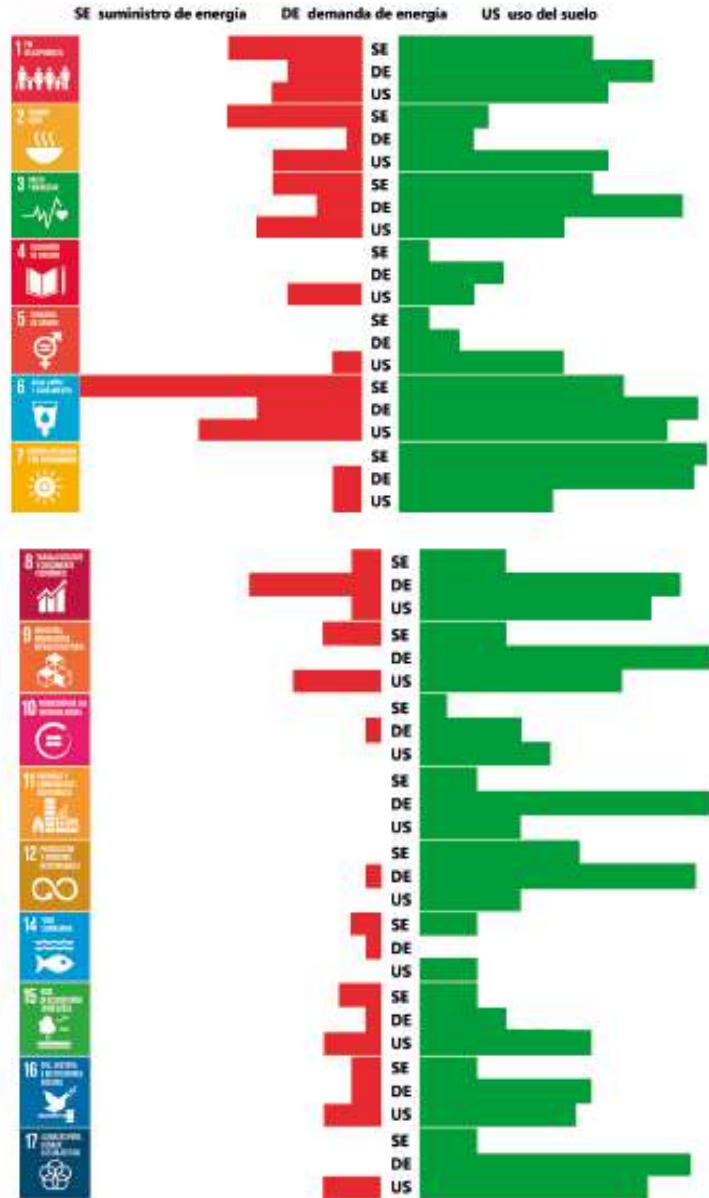
Adaptation is already
taking place



¿Qué podemos hacer? (II)

- Calentamiento por GEI → **actuación sobre las causas → MITIGACION**
(cambio modelo energético, usos de suelo (deforestación), demografía, desarrollo sostenible, ...)
- Inercia del sistema climático → **actuación sobre efectos → ADAPTACION**
- Mejorar el conocimiento del sistema climático → **INVESTIGACION**
- **Actuación a diferentes niveles** gobiernos, ciudades, individuos, etc.
- Aumentar el nivel de **concienciación del problema**
(Influencia en la acción de individuos, ciudades, gobiernos, etc)
- El problema del cambio climático está íntimamente **ligado a otros problemas** de la humanidad en su conjunto (ODS):
 - pobreza (demografía),
 - desarrollo sostenible,
 - modelo energético,
 - patrones de producción y consumo,
 - comercio
 - etc





Efectos potencialmente positivos y negativos de las medidas de mitigación del cambio climático sobre los ODS

- Las sendas compatibles con 1.5°C muestran **sinergias** particularmente robustas con los ODS relativos a la **salud (3)**, **energía limpia (7)**, **ciudades y comunidades (11)**, **producción y consumo responsables (12)** y **océanos (14)**.
- También muestran algunos efectos negativos, sobre todo para los ODS relativos a la **pobreza (1)**, **hambre (2)**, **agua (6)**, **energía (7)**.

Conclusiones (I)

Además de las principales conclusiones del AR5 (cambio climático inequívoco de origen principalmente antropogénico, necesidad de reducción de emisiones de GEI sustanciales y sostenidas), los recientes informes destacan:

- Limitar el calentamiento a 1.5 °C (y a 2 °C) requerirá durante las próximas dos décadas una **transición rápida y de largo alcance en los sistemas de energía, uso de la tierra, urbano e industrial.**
- Las sendas que sobrepasan temporalmente (*overshooting*) el límite de 1.5 °C (y 2 °C) para alcanzar esta temperatura a final de siglo implican una **gran contribución de emisiones negativas traspasadas a las siguiente(s) generación(es).**
- Las opciones de mitigación consistentes con sendas compatibles con 1.5°C presentan múltiples **sinergias con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).**

Conclusiones (II)

- **Vegetación y pérdida de biodiversidad, incendios, degradación del permafrost y costera, erosión del suelo y escasez de agua serán más severas, especialmente en las regiones secas..**
- Incluso aunque los crecientes niveles de CO₂ (fertilización) pueden tener un impacto positivo en ciertos cultivos, **el riesgo de impactos adversos en la producción agrícola, calidad y suministro de los alimentos, así como su precio aumentarán con un mayor CC.**
- **Nivel global del mar** aumentando a una velocidad acelerada y creciente absorción de CO₂ en el océano que ha llevado a una **acidificación progresiva.**
- Deterioro de las **pesquerías y daños a infraestructuras.**
- Consecuencias a largo plazo más allá de 2100 debido a la **inercia del sistema**

The urgency of the situation crystallized only in the past few years. We now have clear evidence of the crisis, provided by increasingly detailed information about how Earth responded to perturbing forces during its history and by observations of changes that are beginning to occur around the globe in response to ongoing climate change.

James Hansen (2010)



Muchas gracias por su atención!