

# MODELOS CLIMÁTICOS

Juan Carlos Sánchez Perrino

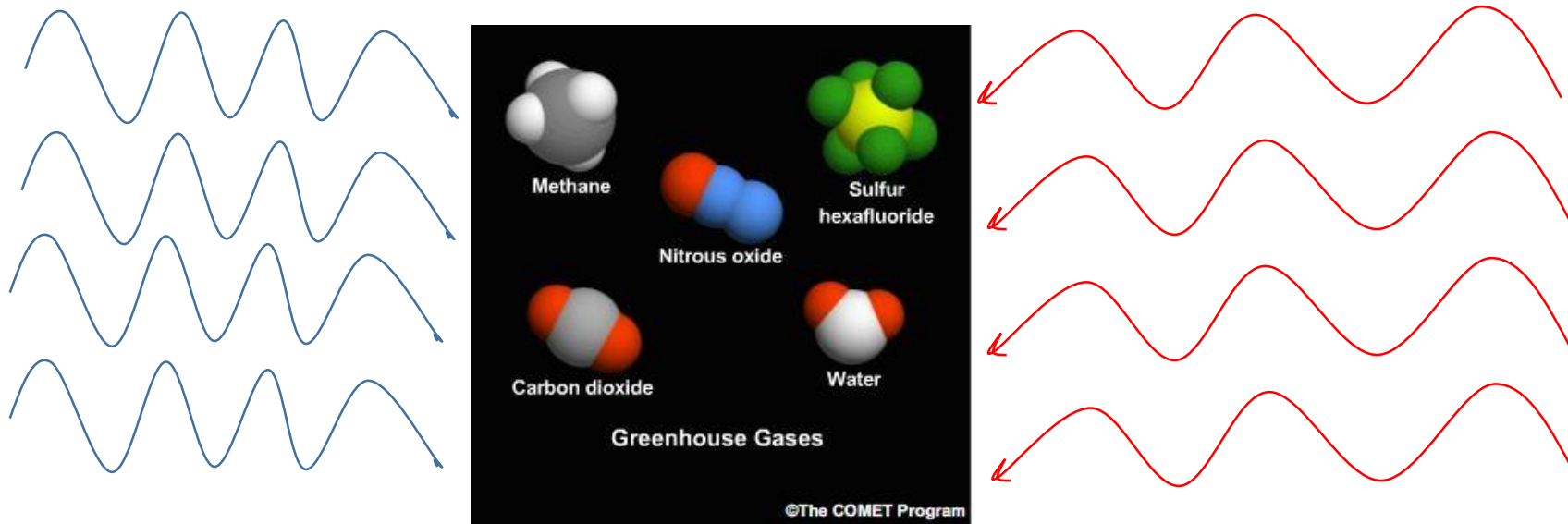
Area de Evaluación y Modelización del Clima

# Modelos Climáticos

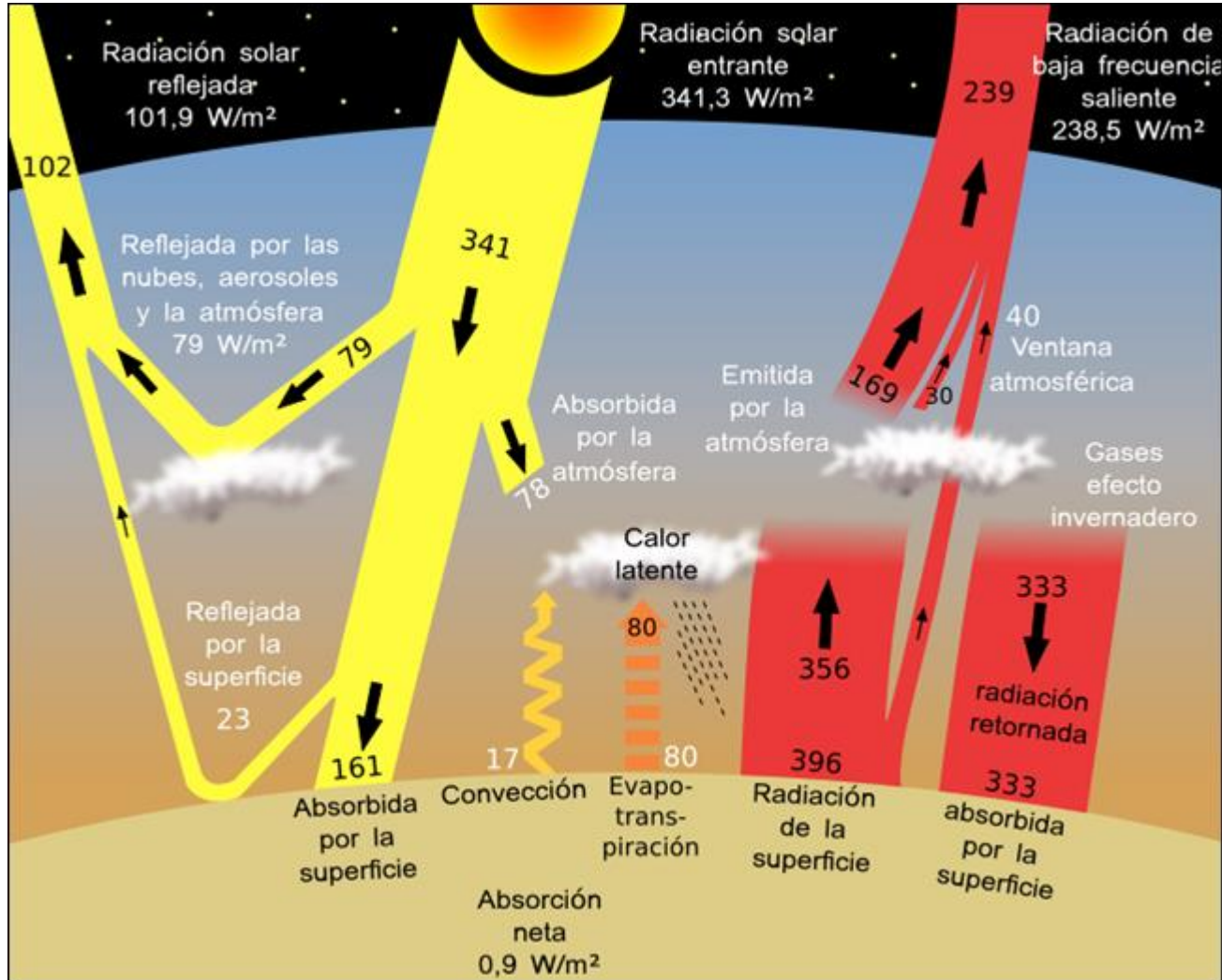
- El clima condiciona la vida en la Tierra y da forma a la naturaleza
- Necesitamos conocer el clima futuro para asegurar nuestra supervivencia como especie
- Para conocer el clima tenemos que entender todos los procesos interconectados que lo configuran
- Los modelos climáticos recogen todos estos procesos y son la mejor herramienta de que disponemos para estudiar y predecir el clima del planeta

# Modelos Climáticos

- **Tyndall (1861)** : Las moléculas de vapor de agua, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, presentes en la atmósfera presentan propiedades diferentes a la absorción de radiación solar de onda **corta** y de radiación **infrarroja**. Los cambios en el clima que los geólogos encontraron se podrían haber producido por cambios en la cantidad de cualquiera de estos elementos.



# Modelos Climáticos

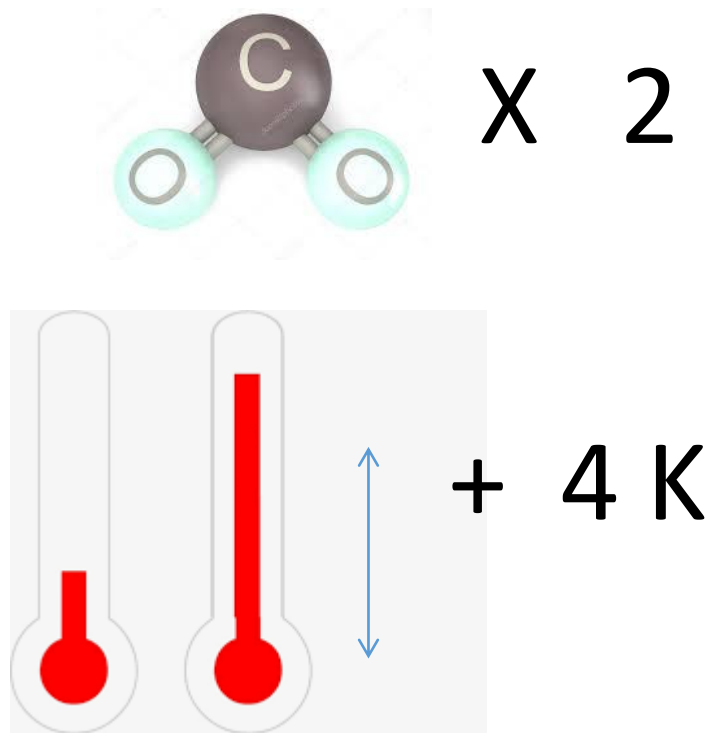


## Balance radiativo.

La radiación infrarroja emitida por la superficie es absorbida por los gases de efecto invernadero y reemitida hacia la superficie manteniendo el calor y evitando que escape al espacio.

# Modelos Climáticos

- **Arrhenius (1896)** : Si la concentración de CO<sub>2</sub> se duplicase, se produciría un aumento en la temperatura media global en superficie de entre 4 y 5 °C.



¿Primer modelo climático?

# Modelos Climáticos

- **Callendar (1938)** : Señalo las emisiones antropogénicas de combustibles fósiles como las responsables de los cambios observados en el clima.



# Modelos Climáticos

- Video interesante sobre el cambio climático:
- <https://www.youtube.com/watch?v=3X-Z0kMfh4M>

# Modelos Climáticos

- **Qué es un Modelo Climático?**

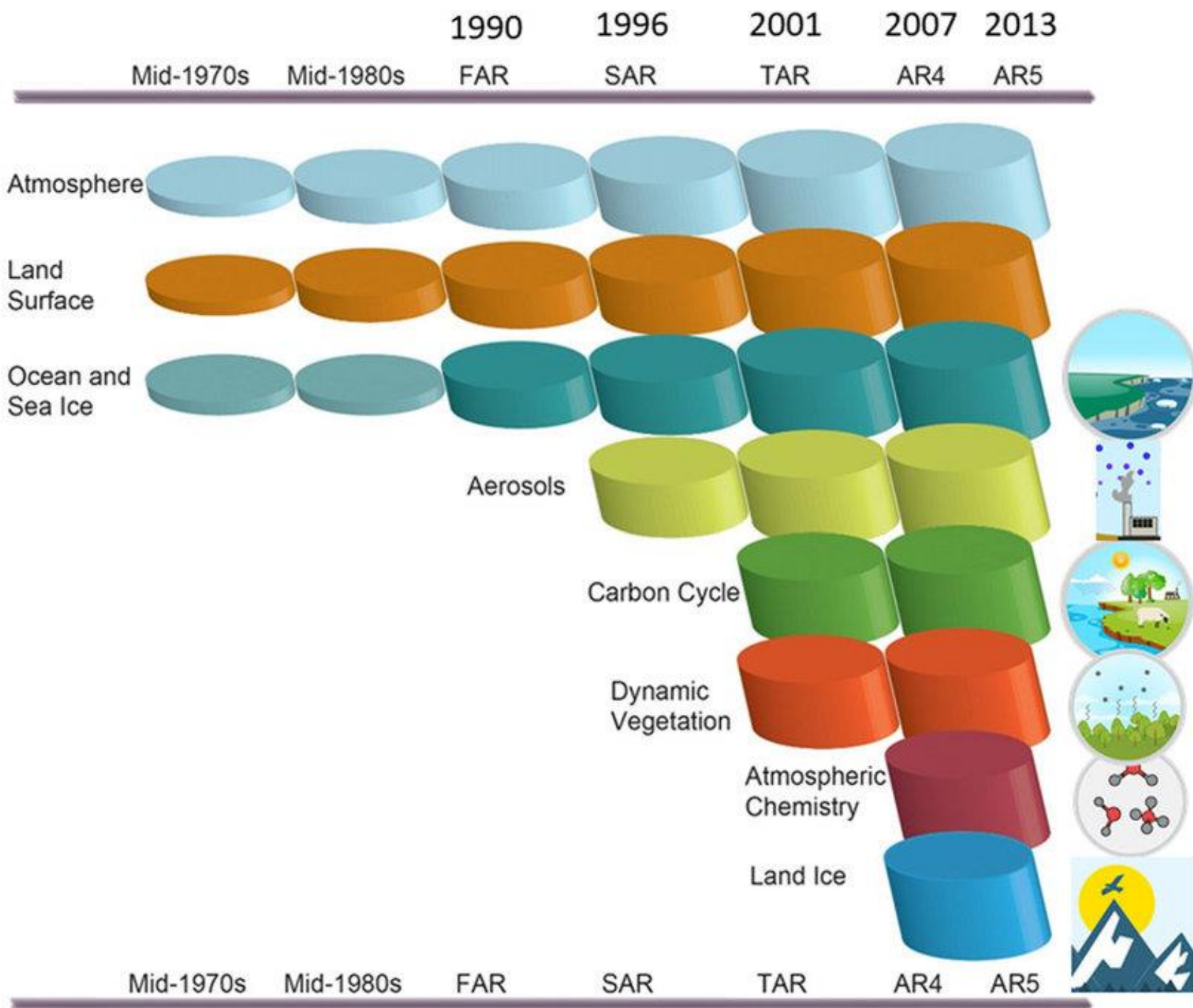
Un modelo climático global (GCM) es una compleja representación matemática de los principales componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, superficie, criosfera, biosfera), y sus interacciones. Los componentes principales del sistema climático tratados en un modelo climático son:

- La **Atmósfera**, que incluye la simulación de nubes y aerosoles, y juega un papel clave en el transporte de calor y humedad alrededor del globo.
- La **superficie**, que simula las características de esta tales como la vegetación, tipos de suelos, aguas superficiales, relieve, depósitos de carbono y los flujos de calor sensible y latente con la atmósfera.
- El **océano**, que simula las corrientes, la mezcla turbulenta, la biogeoquímica marina. El océano es el mayor depósito de calor y carbono en el sistema climático
- La **criosfera**, que modula la absorción de la radiación solar y los intercambios de calor y humedad entre la atmósfera y el océano.





COUPLED CLIMATE MODEL



# Predicción numérica del tiempo: atmósfera, superficie terrestre, hielos marinos

$$\frac{du}{dt} = -\frac{1}{\rho a \cos \phi} \frac{\partial p}{\partial \lambda} + fv + uv \frac{\tan \phi}{a} + F_\lambda$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\rho a} \frac{\partial p}{\partial \phi} - fu - u^2 \frac{\tan \phi}{a} + F_\phi$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

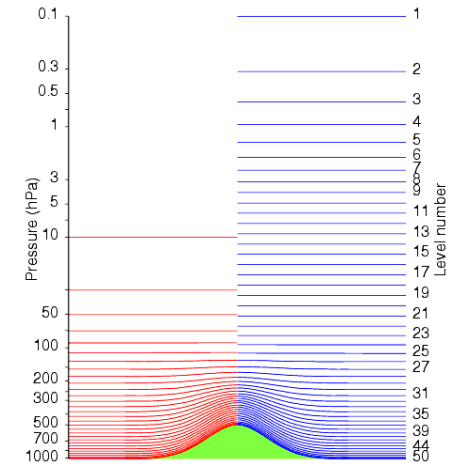
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\nabla \cdot \rho \mathbf{V}$$

$$p = R \rho T$$

$$C_p \frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta}{T} Q$$

Ecuaciones primitivas

$u, v, w, p, \rho, T$

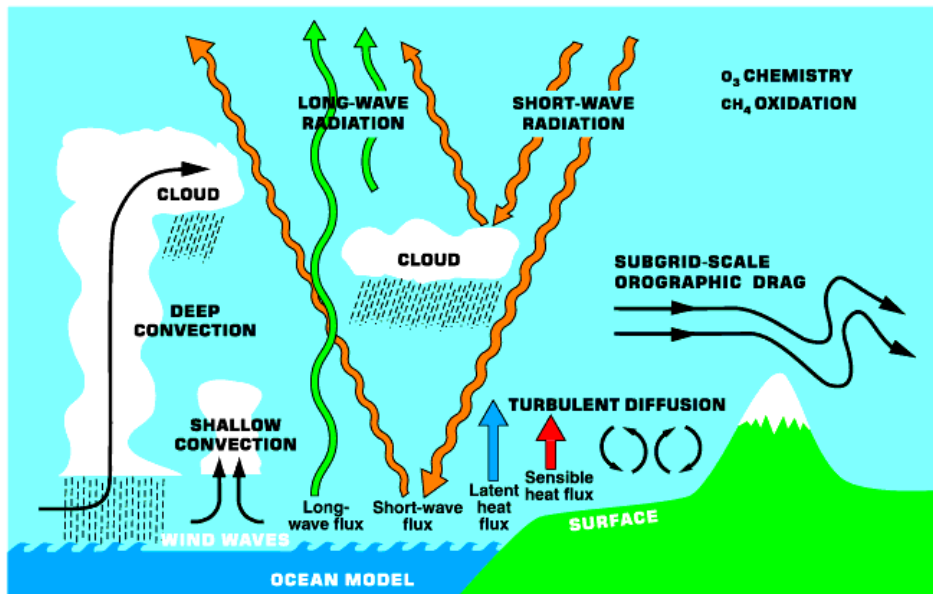


(18)

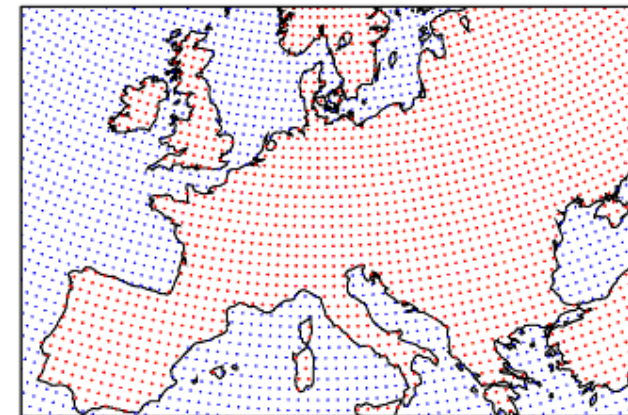
(19)

(7)

Discretización



Parametrizaciones



Los modelos climáticos dividen el globo en una **rejilla tridimensional de celdas** representando las localizaciones geográficas y elevaciones.

Cada uno de los componentes (atmósfera, superficie, océano, hielo) calcula sus **ecuaciones en el grid global para un conjunto de variables climáticas** tales como la temperatura, presión, humedad, viento, etc...

Además de modelar cada componente y cómo cambian con el tiempo, también se simulan los intercambios (flujos de energía, humedad y momento) **Todos los subsistemas interactúan entre sí como un sistema fuertemente acoplado.**

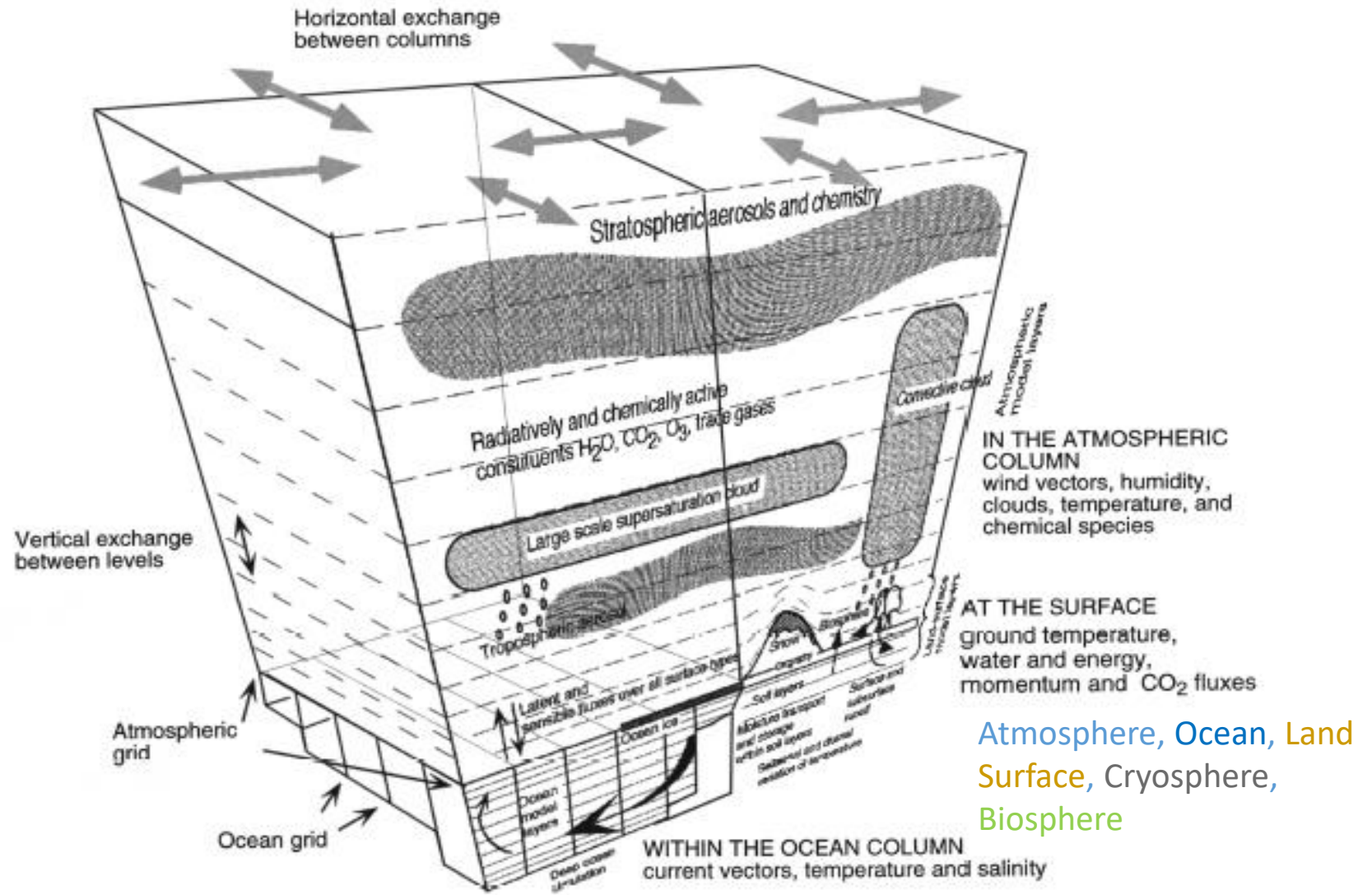


Figure 8. Illustration of the basic characteristics and processes within a GCM, showing the manner in which the atmosphere and ocean are split into columns. Both atmosphere and ocean are modelled as a set of interacting columns distributed across the Earth's surface. The resolutions of the atmosphere and ocean models are often different because the processes differ and have different time-scales and equilibration times. Typically, many types of cloud and land surface are treated. In this example, soil moisture is modelled in a number of layers and tropospheric and stratospheric aerosols are included (redrawn from *A Climate Modelling Primer*, by K. McGuffie and A. Henderson-Sellers, 1997, reproduced by permission of John Wiley & Sons, Ltd)

# Modelos Climáticos. Resolución

- En 2001, la resolución de la parte atmosférica de un modelo típico era sobre 250 km en la horizontal y sobre 1 km en la vertical sobre la capa límite. La resolución de un modelo oceánico típico era sobre 200 a 400 m en la vertical, con una resolución horizontal de aprox. 125 to 250 km.
- In 2020, la resolución horizontal de un modelo climático global es de 80-100 Km aprox.
- Los modelos climáticos regionales (RCM) anidados en un modelo global alcanzan una resolución  $< 2.5$  Km en modo no-hidrostático!!! Esto permite el estudio de eventos de precipitación extrema asociados con tormentas convectivas. Estos fenómenos de mesoescala y menores escalas afectan también el clima local.
- Actualmente se aspira a poder hacer simulaciones a una resolución  $< 1$  Km (incluso hectométrica) en determinados dominios a demanda para estudios en sectores estratégicos y estudios de impactos (Destiny-Earth)

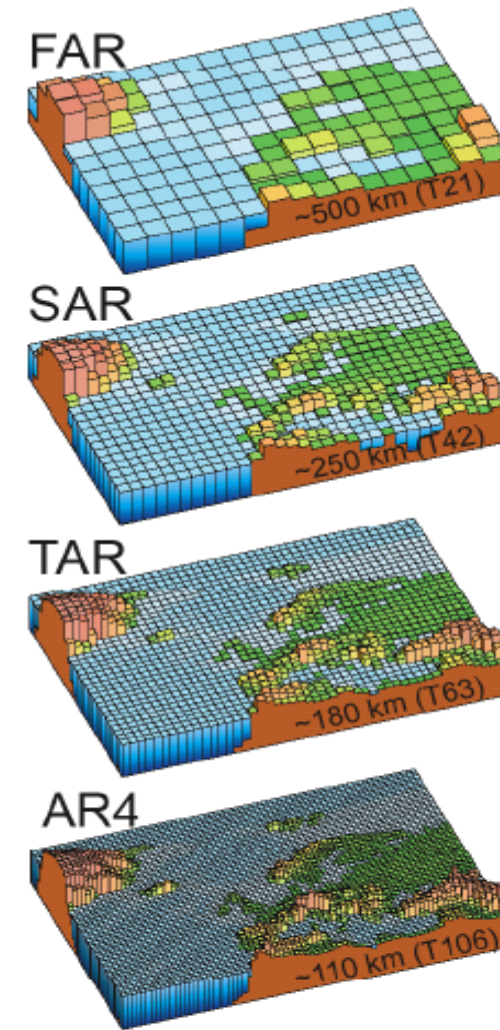
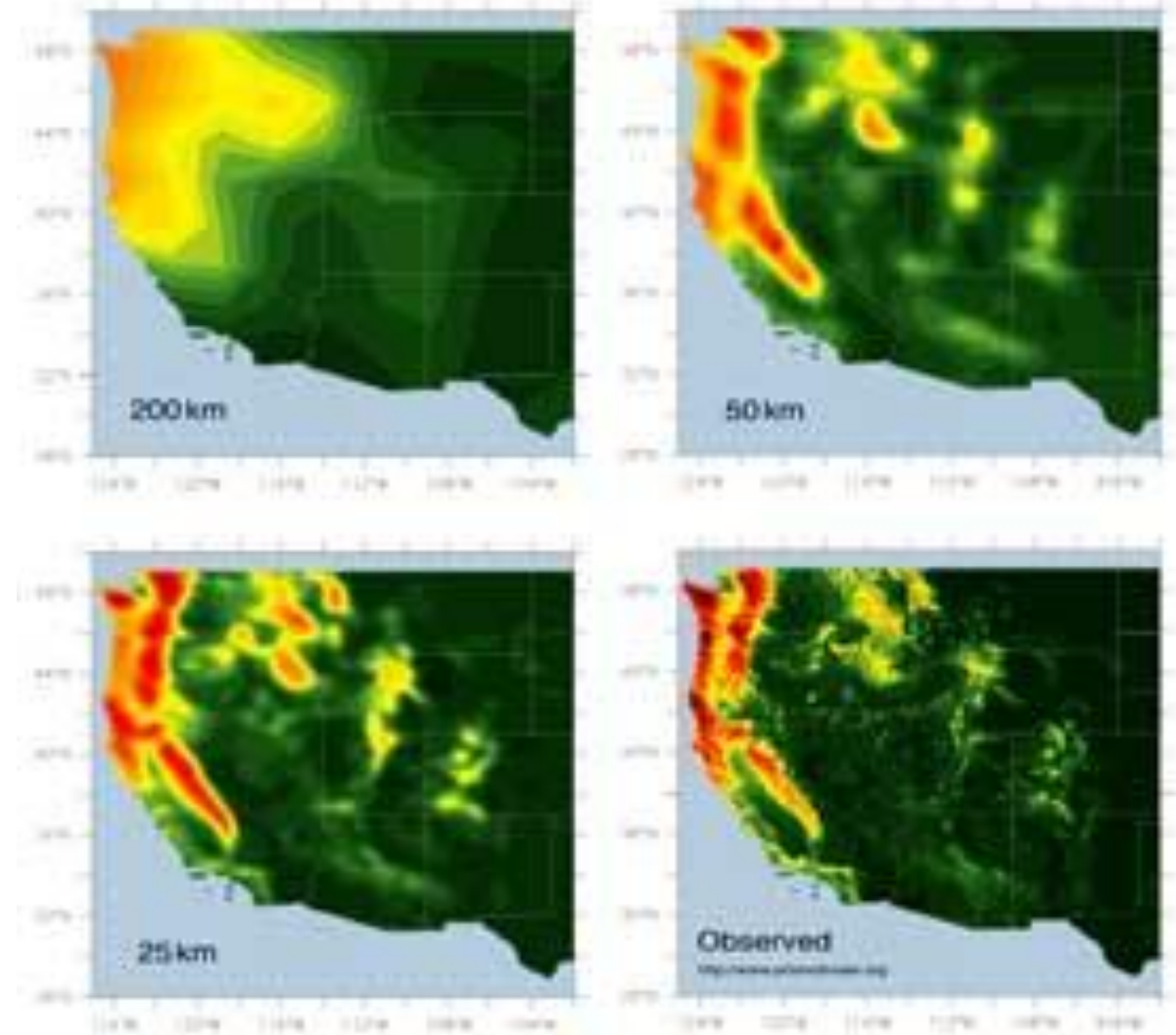
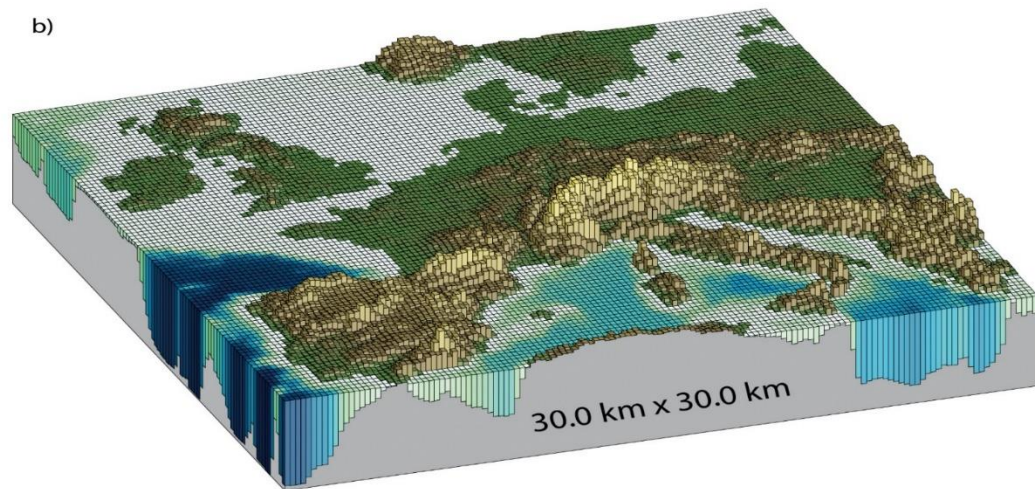
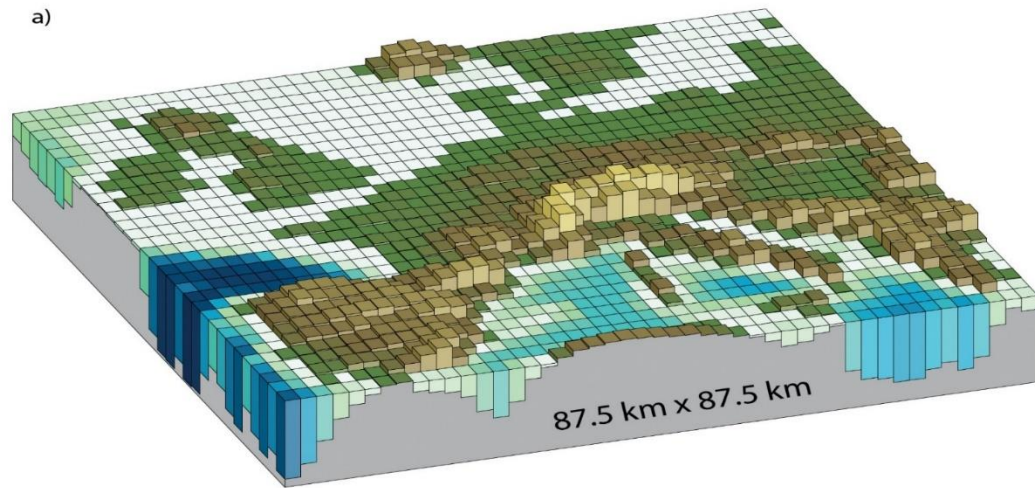


Figure 1.4. Geographic resolution characteristic of the generations of climate models used in the IPCC Assessment Reports: FAR (1990), SAR (1996), TAR (2001), and AR4 (2007). The figures above show how successive generations of these global models increasingly resolved northern Europe. These illustrations are representative of the most detailed horizontal resolution used for short-term climate simulations. The century-long simulations cited in IPCC Assessment Reports after the FAR were typically run with the previous generation's resolution. Vertical resolution in both atmosphere and ocean models is not shown, but it has increased comparably with the horizontal resolution, beginning typically with a single-layer slab ocean and ten atmospheric layers in the FAR and progressing to about thirty levels in both atmosphere and ocean.



Current model resolution (200km) compared to high-resolution models (50 km and 25 km) and observed data.

Figure 1.14 | Horizontal resolutions considered in today's higher resolution models and in the very high resolution models now being tested: (a) Illustration of the European topography at a resolution of  $87.5 \times 87.5$  km; (b) same as (a) but for a resolution of  $30.0 \times 30.0$  km.

# Modelos Climáticos

- Tipos de Modelos

Los Modelos de Balance de Energía **EBMs** (Energy Balance Model) representan el flujo de energía dentro y hacia fuera del sistema climático global en su conjunto pero no representan los distintos componentes del sistema climático de la Tierra. Se basan en promedios vertical y horizontal de las ecuaciones de la atmósfera. Si el promedio es longitudinal, pero no latitudinal, se obtiene el equilibrio radiativo mediante el transporte vertical y latitudinal de calor.

**Modelos radiativo-convectivos** tienen en cuenta las propiedades radiativas de la atmósfera y simulan el perfil vertical de temperatura bajo la suposición de equilibrio radiativo – convectivo. Se basan en un promedio horizontal de las ecuaciones, pero no vertical.

Según el proceso que queramos estudiar promediamos en diferentes dimensiones y da lugar a diferentes modelos.

**EMICs** (Earth Model of Intermediate Complexity) representan el sistema climático y la geografía terrestre pero a menudo en una manera simplificada y con baja resolución.

**GCMs (AGCMs, AOGCMs)** se caracterizan por su mayor resolución y la representación explícita de una amplia variedad de procesos atmosféricos y oceánicos. La última generación de GCMs incluyen los modelos del sistema tierra (**ESMs**), que representan también los procesos biogeoquímicos.

Otra clase importante de modelos climáticos son los modelos regionales (**RCM**). Tienen mayor resolución que los GCMs que cubren solo dominios determinados del globo y representan con más detalle muchos procesos.

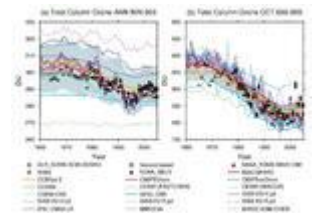
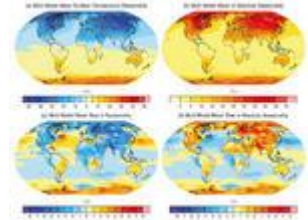
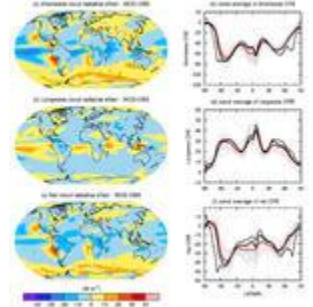
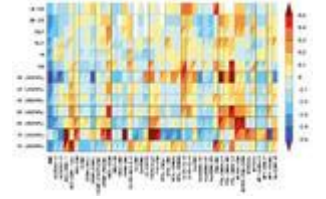
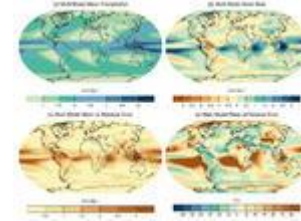
# Modelos Climáticos

- **Qué usos tienen?**

Los GCMs son herramientas que nos permiten **mejorar nuestro entendimiento y predicción del sistema climático**: atmósfera, océano, etc... y el comportamiento general del sistema

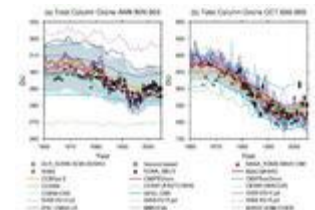
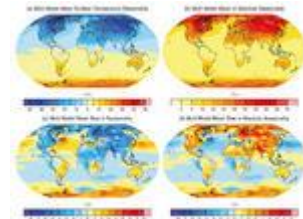
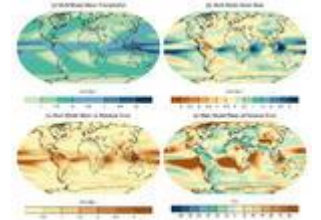
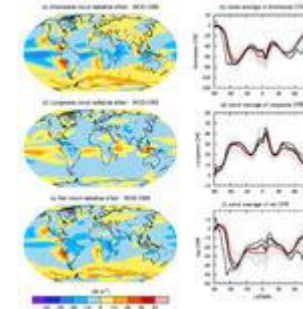
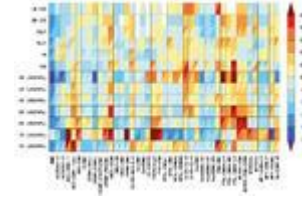
- Los modelos nos permiten determinar la **distinta influencia de las diferentes partes del sistema climático** proporcionando una manera de **explorar las sensibilidades a distintos factores con** experimentos que no pueden realizarse sobre la Tierra real.
- Se pueden cambiar determinados factores como calentar o enfriar las temperaturas de la superficie del océano y **estudiar** los impactos en respuesta a dichos cambios.
- Otros usos incluyen el diagnóstico y el pronóstico. Un ejemplo de diagnóstico es la **detección y atribución** del cambio climático. La detección requiere la demostración de que un **cambio es estadísticamente significativo** y la atribución consiste en determinar la **causa del cambio** (en este caso las emisiones antropogénicas en el siglo XX).
- El **pronóstico** incluye **tendencias de calentamiento global**, usando datos actuales o históricos como base. Hay varias escalas temporales de interés. Las **proyecciones** de cambio climático van de decadales a seculares y también se hacen **predicciones** estacionales o anuales.

Nota: **El clima y el sistema climático global posee gran variabilidad y hay más procesos que entender además del cambio climático.**



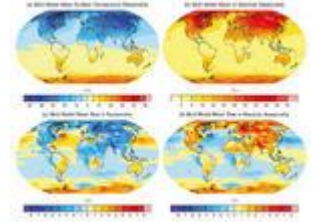
# Modelos Climáticos

- **Qué usos tienen?**
- **Predicciones a corto plazo usando modelos climáticos**
- **Predicción del tiempo:** Desde el tercer informe (TAR) del IPCC, se ha demostrado que los modelos climáticos pueden usarse como modelos de predicción a corto plazo si se inicializan adecuadamente debido a mejoras en los análisis y a incrementos en la resolución. Algunos procesos físicos de escala sub-rejilla parametrizados en los modelos (nubes, convección,...) se pueden evaluar en escalas de tiempo características de dichos procesos sin la complicación de feedbacks que alteran el estado subyacente de la atmósfera. Algunos de los sesgos encontrados en las simulaciones climáticas son también evidentes en los análisis de sus predicciones a corto plazo. Las mejoras en los modelos de predicción a corto plazo pueden conducir también a mejorar las predicciones climáticas.
- **Predicción estacional:** en este tipo de uso obtenemos una prueba directa de la capacidad del modelo para representar los procesos físicos y dinámicos que controlan fluctuaciones no forzadas en el Sistema climático.
- La predicción de variaciones en señales clave tales como el ENSO y sus teleconexiones globales proporciona evidencia de que tales características están representadas de forma realista en simulaciones climáticas forzadas a largo plazo.





# Modelos Climáticos. Cómo usarlos

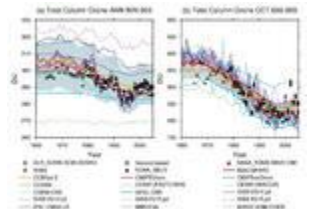


- **Qué usos tienen?**
- **Predicciones a largo plazo**
- **Proyecciones de Cambio Climático:** Este es el principal uso de los modelos climáticos. Sus predicciones para períodos de entre 30 y 100 años o más sirven para anticiparnos al clima futuro, estudiar su respuesta, y los impactos en las sociedades humanas y en los ecosistemas naturales.
- Nos permiten diseñar estrategias energéticas compatibles con nuestra supervivencia y la de muchas especies. Los modelos climáticos no son perfectos y presentan ciertos sesgos. Se ha diseñado una estrategia que elimina muchos de los efectos de algunos de los errores de los modelos en sus resultados. Primero se hace una simulación de "control". Luego, se hace el **experimento de cambio climático**, por ejemplo, con incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Finalmente, se toma la **diferencia** para dar una estimación del cambio producido por esa perturbación. Así se eliminan la mayoría de los efectos de cualquier ajuste artificial en el modelo así como los errores sistemáticos y sesgos al ser comunes a ambas simulaciones. Sin embargo, la naturaleza de algunos errores aún afecta a las salidas.

# Modelos Climáticos. Cómo usarlos

- **Qué usos tienen?**
- **Predicciones a largo plazo**
- **Ensembles:** Se utilizan para barrer la incertidumbre asociada a los defectos de los modelos y a la propia variabilidad natural del clima. Muchos aspectos del Sistema climático son caóticos. Su evolución es sensible a pequeñas perturbaciones en la condiciones iniciales. Esta sensibilidad limita la predecibilidad de la evolución detallada del tiempo a una semanas (problema de condiciones iniciales). Sin embargo, la predecibilidad del clima no está tan limitada porque los componentes del Sistema climático que afectan sistemáticamente y continuamente a la atmósfera varían más lentamente (ciclo anual, forzamiento radiativo, estado orbital, composición de la atmósfera) (problema de condiciones de contorno).

De cualquier forma, para obtener predicciones fiables en presencia de incertidumbres debidas tanto a las condiciones iniciales como a las inherentes a los modelos, es deseable repetir las simulaciones muchas veces a partir de diferentes modelos y condiciones iniciales. Estos ensembles son la base de las predicciones probabilistas del estado climático. Nos permiten acotar el rango de posibles valores que esperamos para las variables meteorológicas en el future y barrer la incertidumbre.



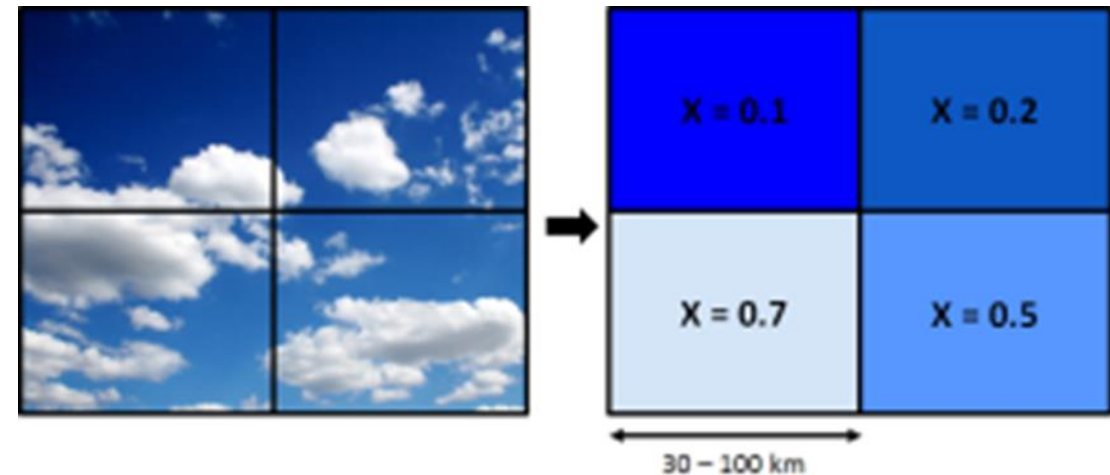
# Modelos Climáticos

- **Procesos Simulados y Parametrizados :**

Existen dos tipos de procesos dentro de los modelos climáticos usados hoy en día: los **simulados** (que son representados mediante ecuaciones resueltas en los puntos de rejilla) y los **parametrizados** (que son representados mediante cálculos semiempíricos de manera aproximada).

Los **procesos simulados** se dan en **una escala mayor que la de la rejilla** y se basan en sólidos principios físicos (conservación de la energía, masa, y momento). Ejemplos de procesos simulados son la representación de ciclones tropicales y las borrascas de latitudes medias.

Los **procesos parametrizados** representan procesos complejos que ocurren **en escalas menores que el tamaño de la rejilla** (y por tanto, no pueden resolverse mediante ecuaciones). Sus formulaciones se hacen a partir de leyes físicas también, pero también usan datos observacionales y típicamente predicen variables a partir de gradientes de las variables resueltas en los procesos simulados. Ejemplos son la representación de las nubes y la composición de aerosols atmosféricos.



Representación de las nubes como una fracción de cada celda

# Modelos Climáticos

## TUNNING

- Las parametrizaciones implican usar parámetros numéricos (de aquí el nombre) que se deben especificar como entrada. Algunos de estos parámetros se pueden medir, al menos en principio, aunque otros no. Es común tener que ajustar los valores de dichos parámetros. (posiblemente elegidos de alguna distribución a priori) para optimizar los valores de las variables meteorológicas de las simulaciones de los modelos, o para que se alcancen los balances de energía, humedad, masa, ... Este proceso de ajuste se conoce como 'tuning'.
- Si el modelo ha sido ajustado para dar una buena representación de una variable observada en particular, entonces el acuerdo con dicha observación no debe usarse para mostrar confianza en los resultados del modelo.
- Modelos computacionalmente baratos como los EMICs permiten una exploración del espacio de parámetros más exhaustiva, y son más simples de analizar para obtener conclusiones sobre respuestas del modelo en aspectos particulares
- El 'Tuning' se justifica mientras que se cumplan estas condiciones al menos:
  - El rango de los valores de los parámetros observados no es excedido. Nótese que en algunos casos esto puede ser que no proporcione una restricción suficientemente estrecha de los parámetros.
  - El número de grados de libertad en los parámetros ajustables es menor que el número de grados de libertad de las restricciones observacionales usadas en la evaluación del modelo.

# Modelos Climáticos

- Preparación de las simulaciones ....

## GCMs

- 1) **Forzamientos externos** : Flujo de radiación incidente (rad solar.), volcanes, aerosoles, evolución de GHG.
- 2) Condiciones iniciales de los campos atmosféricos (P,T,q,u,v, [gases, aerosoles]) y campos de superficie (T,w,SST).
- 3) Campos fisiográficos (orografía, vegetación, tipos de suelo, lagos, ríos,...).
- 3) Parámetros (tunning) y constantes (k,g,...).

**ESMs** También incluye campos iniciales relacionados con procesos biogeoquímicos (carbono, nitrógeno, otros gases, vegetación dinámica,...).

## RCMs

- 1) Forzamientos atmosféricos de un GCM (**Condiciones de contorno**, BC): P,T,q,u,v, [gases, aerosoles] en niveles verticales.
- 2) Condiciones iniciales para la atmósfera y la superficie en más detalle.
- 3) Fisiografía. Puede incluir **más campos** como la profundidad de las aguas subterráneas (water table depth), ... otros campos iniciales relacionados con procesos incluidos en los RCMs y no incluidos en los GCMs.
- 3) Parámetros and Constantes

# Modelos Climáticos

- ¿Está cambiando el clima?
- ¿Qué dicen los modelos climáticos?

Gráficos cambio climático:

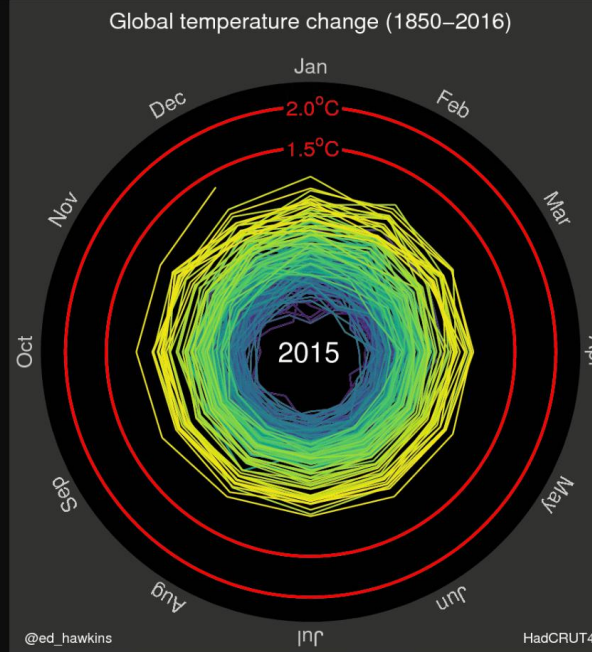
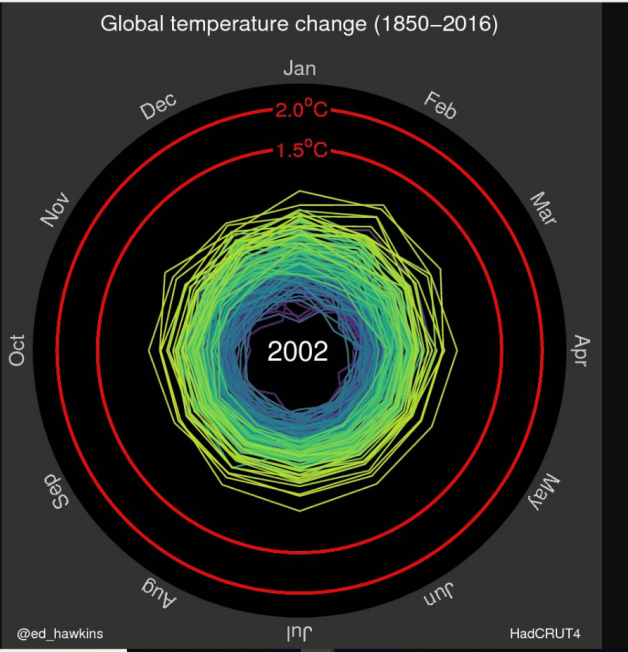
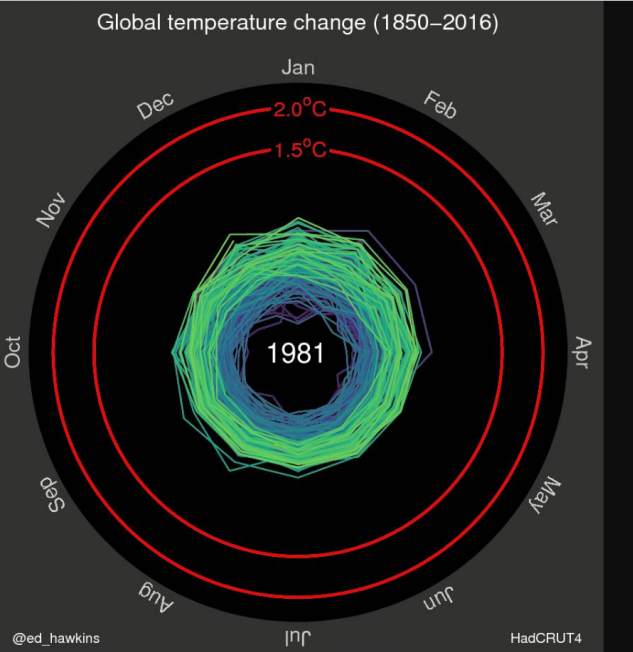
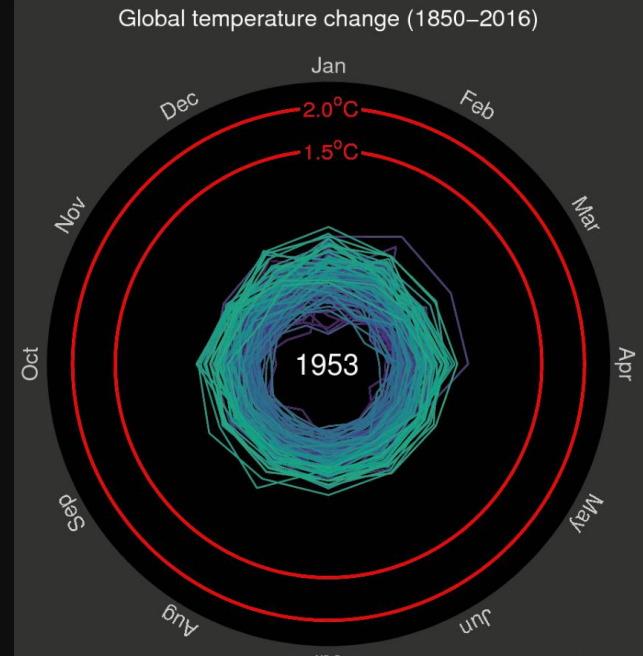
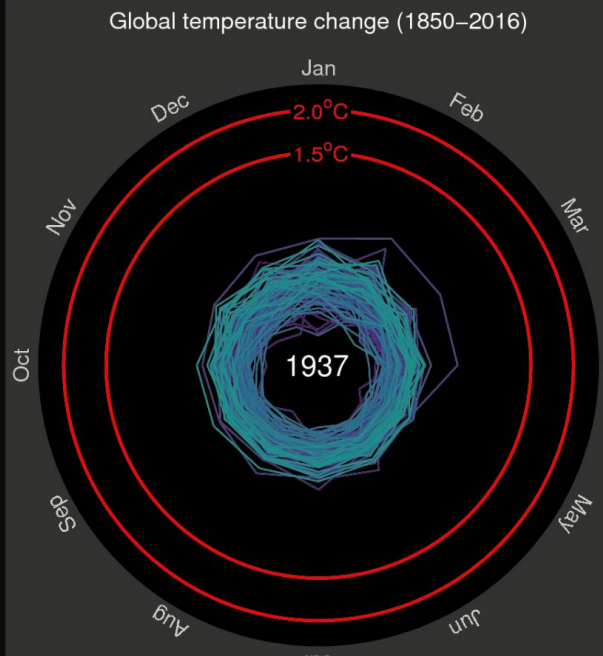
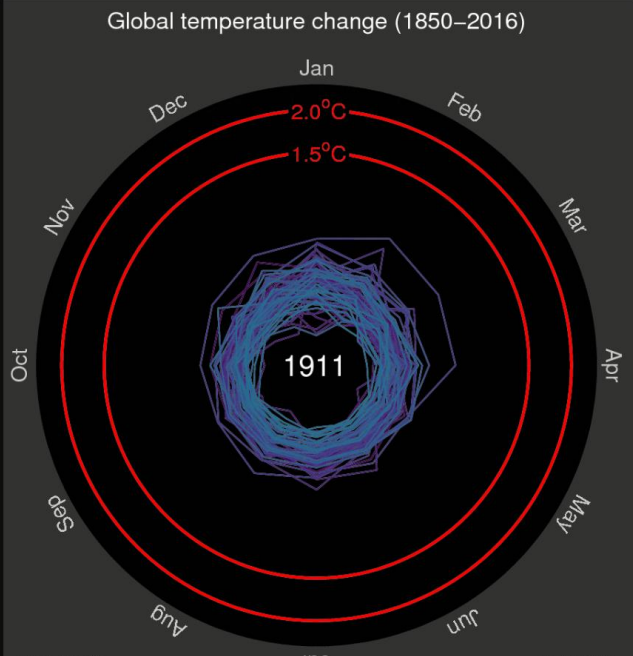
[http://www.climate-lab-book.ac.uk/files/2016/05/spiral\\_optimized.gif](http://www.climate-lab-book.ac.uk/files/2016/05/spiral_optimized.gif)

<http://www.bloomberg.com/graphics/2015-whats-warming-the-world/>

<http://ctxt.es/es/20170816/Politica/14463/cambio-climatico-temperatura-extrema-calentamiento-global.htm>

Simulación con modelo de evolución de CO2 en la atmósfera en 1 año:

<https://www.youtube.com/watch?v=x1SgmFa0r04>





Bloomberg the Company & Its Products | Bloomberg Anywhere Remote Login | Bloomberg Terminal Demo Request

Menu Search **Bloomberg Businessweek** Sign In Subscribe

## What's Really Warming the World?

By Eric Roston and Blacki Miglozzi | June 24, 2015

Skeptics of manmade climate change offer various natural causes to explain why the Earth has warmed 1.4 degrees Fahrenheit since 1880. But can these account for the planet's rising temperature? Scroll down to see how much different factors, both natural and industrial, contribute to global warming, based on findings from NASA's Goddard Institute for Space Studies.

1880-2015

95% Confidence

## Is it All Three of These Things Combined?

If it were, then the response to natural factors should match the observed temperature. Adding the natural factors together just doesn't add up.

1880-2005

Natural factors

Orbital Changes Solar Volcanic

95% Confidence

## No, It Really Is Greenhouse Gases.

Atmospheric CO<sub>2</sub> levels are 40 percent higher than they were in 1750. The green line shows the influence of greenhouse gas emissions. It's no contest.

1880-2005

95% Confidence

## See for Yourself

Greenhouse gases warm the atmosphere. Aerosols cool it a little bit. Ozone and land-use changes add and subtract a little. Together they match the observed temperature, particularly since 1950.

1880-2005

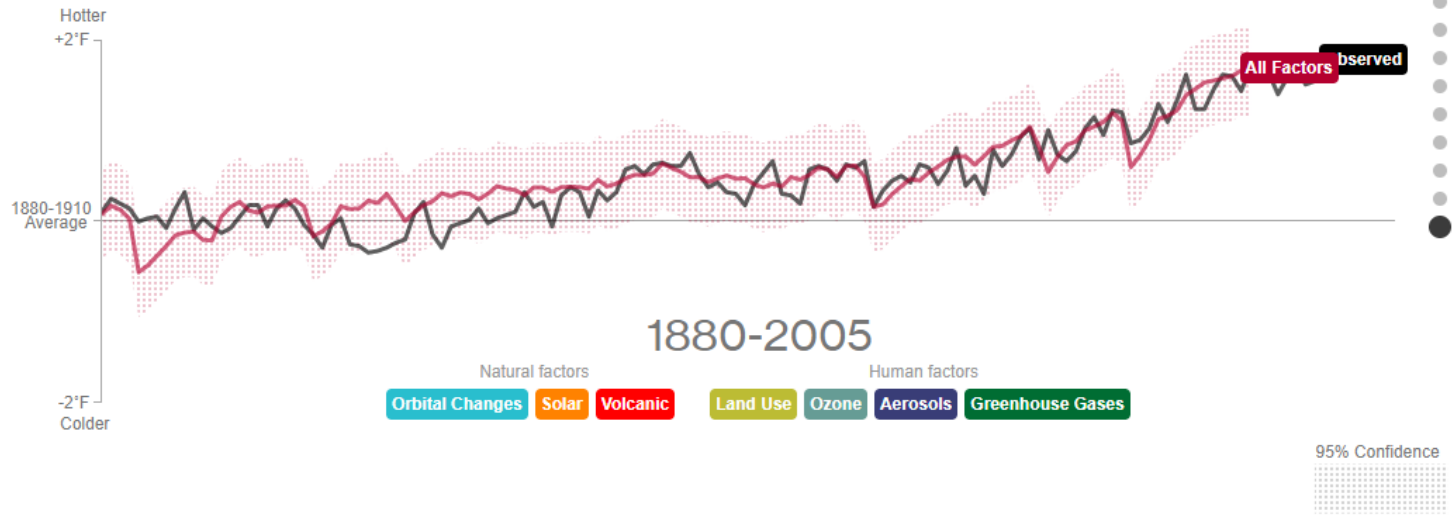
Human factors

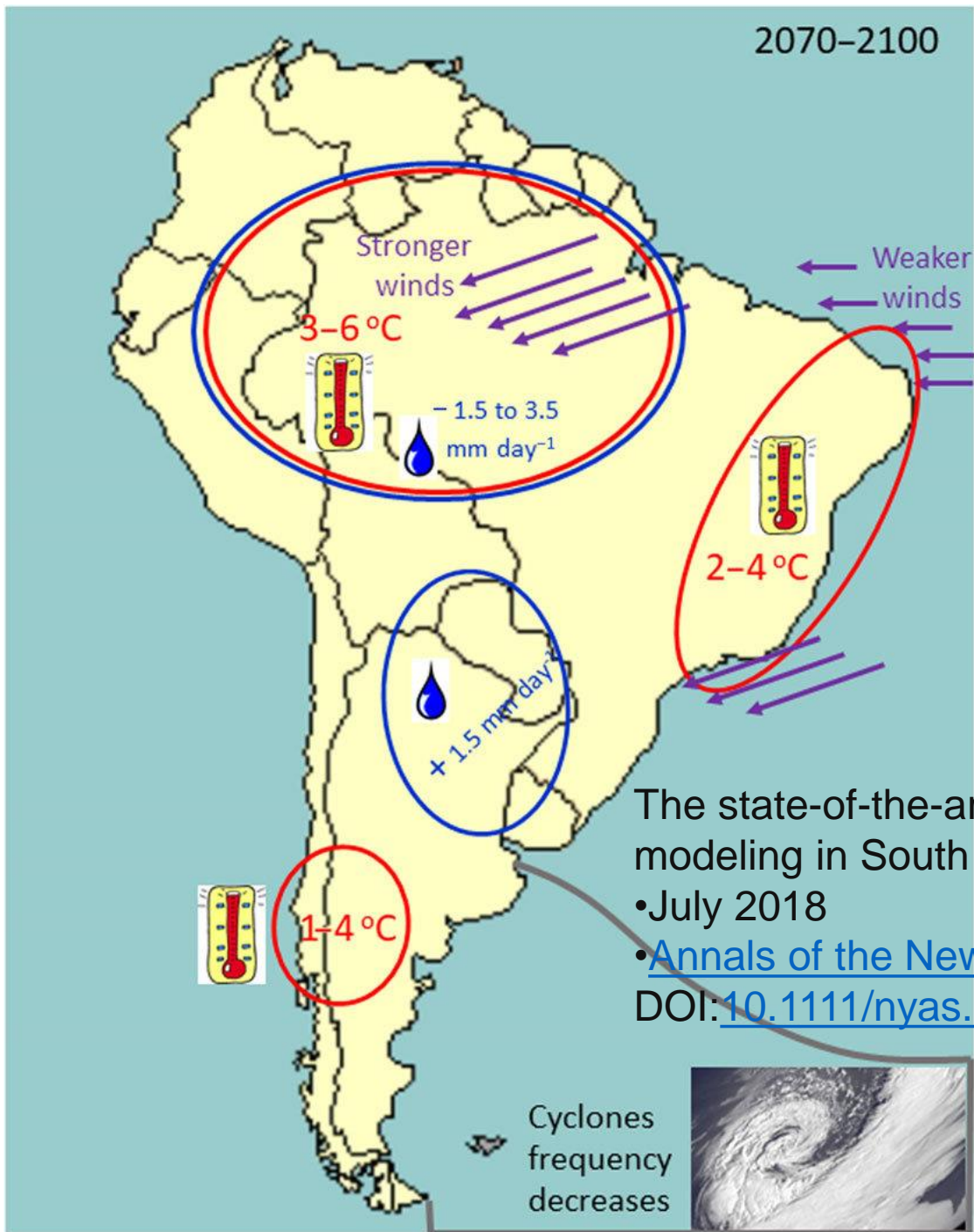
Land Use Ozone Aerosols Greenhouse Gases

95% Confidence

## Compare and Contrast

Putting the possible natural and human causes of climate change alongside one another makes the dominant role of greenhouse gases even more plainly visible. The only real question is: What are we going to do about it?





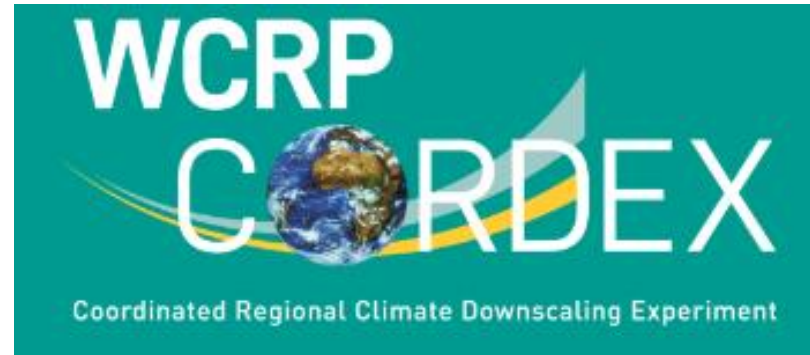
Summary of the climate change projections for SA at the end of the 21st century (2070-2100). The values in the figure are based on the studies of Table 2 considering different RCMs and IPCC scenarios.

RCM study kind	Reference	Grid size	Duration	RCM used	Observation
	Urrutia and Vuille <sup>128</sup>	50 km	1961-1990 2071-2100	PRECIS	SRES scenarios
	Marengo <i>et al.</i> <sup>46</sup>	50 km	1961-1990 2071-2100	HadRM3P, RegCM3, Eta	SRES scenarios
	Sörensson <i>et al.</i> <sup>129</sup>	50 km	1980-1999 2080-2099	RCA3-E	SRES scenarios
	Marengo <i>et al.</i> <sup>85</sup>	40 km	1961-1990 2011-2040 2041-2070 2071-2100	Eta	SRES scenarios
	Krüger <i>et al.</i> <sup>78</sup>	60 km	1975-2085	RegCM3	SRES scenarios Extratropical cyclones
	Reboita <i>et al.</i> <sup>11</sup>	50 km	1960-2100	RegCM3	SRES scenarios SA monsoon
	Llopart <i>et al.</i> <sup>24</sup>	50 km	1970-2100	RegCM4	RCP scenarios
	da Rocha <i>et al.</i> <sup>12</sup>	50 km	1970-2100	RegCM4	RCP scenarios El Niño-Southern Oscillation
	Chou <i>et al.</i> <sup>130</sup>	20 km	2011-2040 2041-2070 2071-2100	Eta	RCP scenarios Climate indices
	Sánchez <i>et al.</i> <sup>44</sup>	50 km	2071-2100	REMO, RegCM3, RCA, PROMES, LMDZ, Eta	SRES scenarios
	Reboita <i>et al.</i> <sup>25</sup>	50 km	1961-1990 2080-2099	RegCM4	SRES scenarios RCP scenarios Diurnal cycle of precipitation
	Batista <i>et al.</i> <sup>132</sup>	50 km	1975-2099	RegCM4	RCP scenarios Thermal comfort index
	Mourão <i>et al.</i> <sup>133</sup>	10 km	1961-1990 2011-2040 2041-2070 2071-2099	Eta	SRES scenarios
	Reboita <i>et al.</i> <sup>26</sup>	50 km	1979-2098	RegCM4	Wind energy
	Fernandez <i>et al.</i> <sup>134</sup>	50 km	1970-2100	RegCM4	RCPs scenarios Koppen-Trewartha climate classification
	Lyra <i>et al.</i> <sup>59</sup>	5 km	1981-2100	Eta	RCPs scenarios Only Southeast Brazil
	Lyra <i>et al.</i> <sup>60</sup>	20 km	1961-1990 2070-2100	Eta	RCPs scenarios Tropical forest
	Tavares <i>et al.</i> <sup>86</sup>	5 km	1961-1990	Eta	Impacts on coffee in the

The state-of-the-art and fundamental aspects of regional climate modeling in South America

- July 2018
- [Annals of the New York Academy of Sciences 1436\(1\)](https://doi.org/10.1111/nyas.13932)  
DOI: [10.1111/nyas.13932](https://doi.org/10.1111/nyas.13932)

# Modelos Climáticos. CORDEX



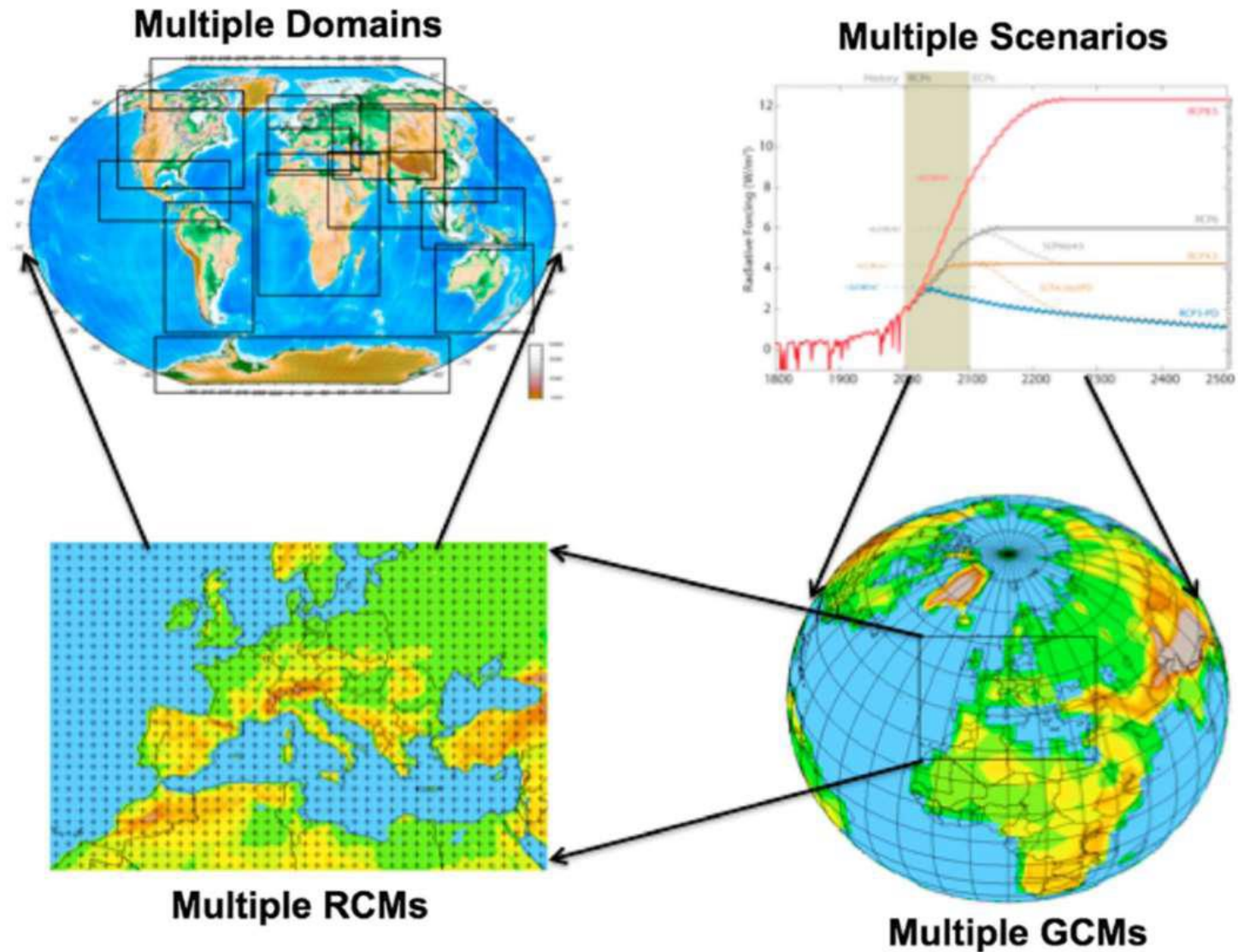
World Climate Research Program: Impulsar un “espacio de trabajo común” a nivel mundial para la comunidad de modelización climática regional

## OBJETIVOS

- Obtener un mejor conocimiento de los fenómenos relevantes a nivel de clima local/regional, su variabilidad y cambios, mediante técnicas de downscaling.
- Evaluar y mejorar los modelos y técnicas de downscaling regional.
- Producir coordinadamente un conjunto de proyecciones regionales para todo el globo.
- Propiciar la comunicación y el intercambio de conocimiento con usuarios de información climática regional.

Además del downscaling dinámico, CORDEX incluye muchos otros componentes. Por ejemplo, los Flagship Pilot Studies (FPS) que son estudios piloto y workshops regionales sobre clima y VIA communities. CORDEX es una actividad continua que no está dividida en fases y no necesariamente está relacionada ciclos CMIP

# CORDEX. Marco de trabajo



# CORDEX DOMAINS

	DOMAINS	
1	South America	SAM
2	Central America	CAM
3	North America	NAM
4	Europe	EUR
5	Africa	AFR
6	South Asia	WAS
7	East Asia	EAS
8	Central Asia	CAS
9	Australasia	AUS
10	Antarctica	ANT
11	Arctic	ARC
12	Mediterranean	MED
13	Middle East North Africa	MNA
14	South East Asia	SEA

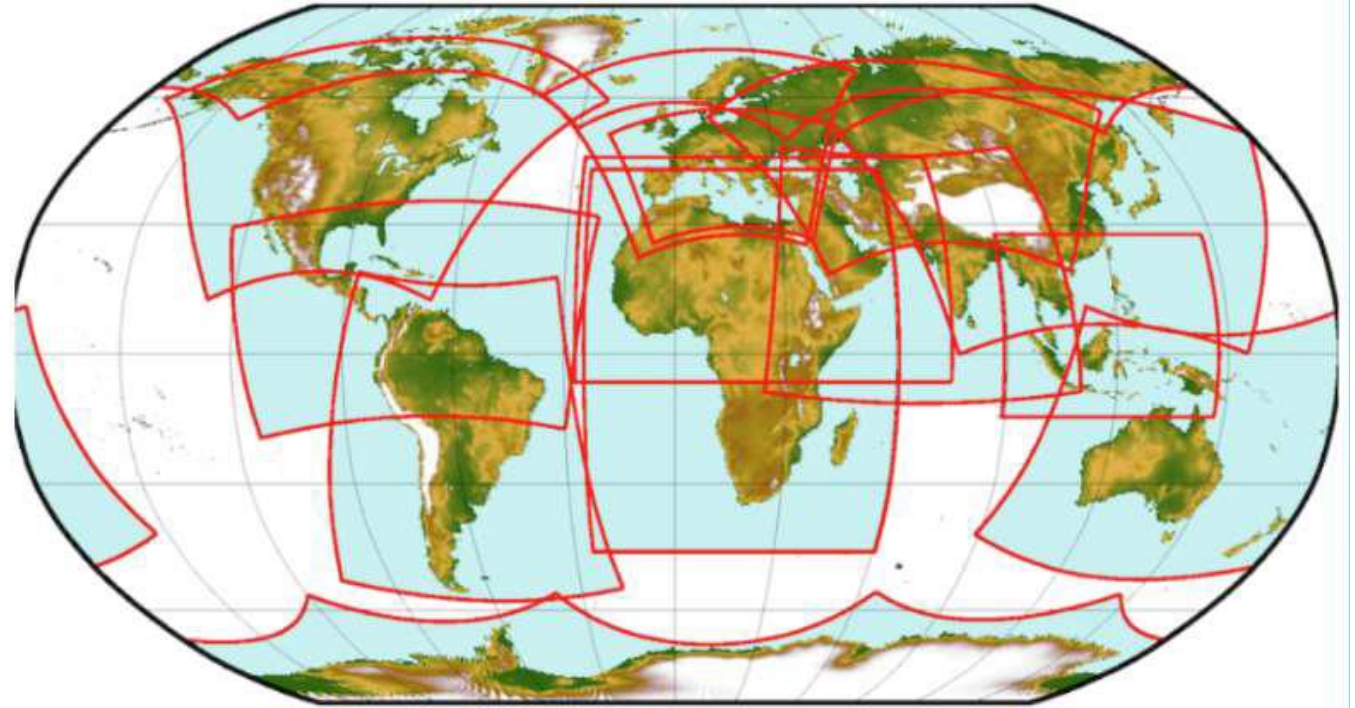
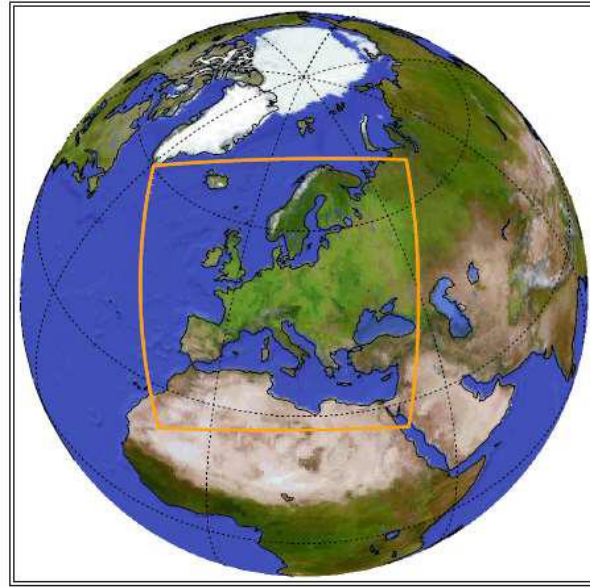


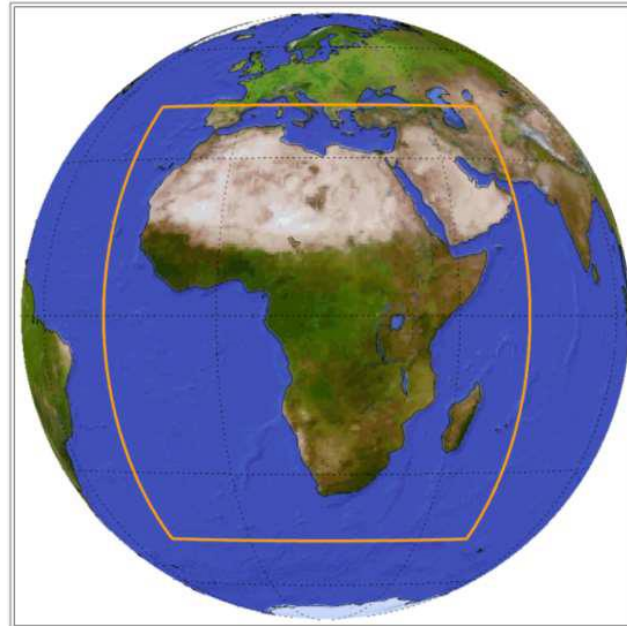
Fig: <https://cordex.org/data-access/regionalclimate-change-simulations-for-cordex-domains/>

# CORDEX DOMAINS

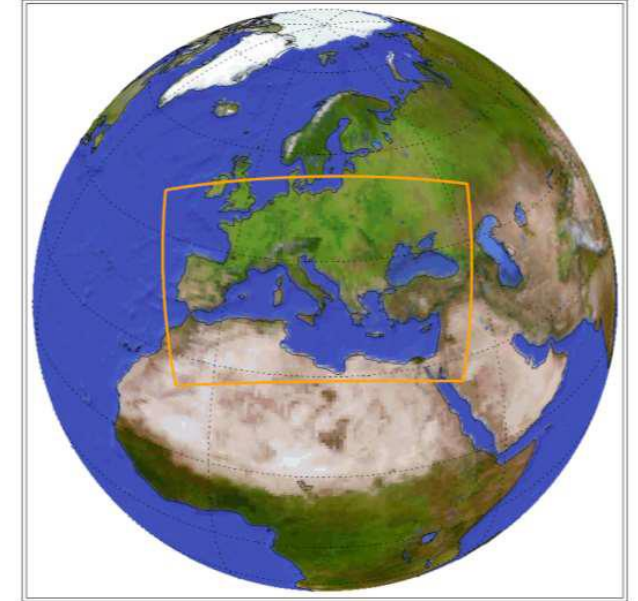
Region 4: Europe (EURO)



Region 5: Africa

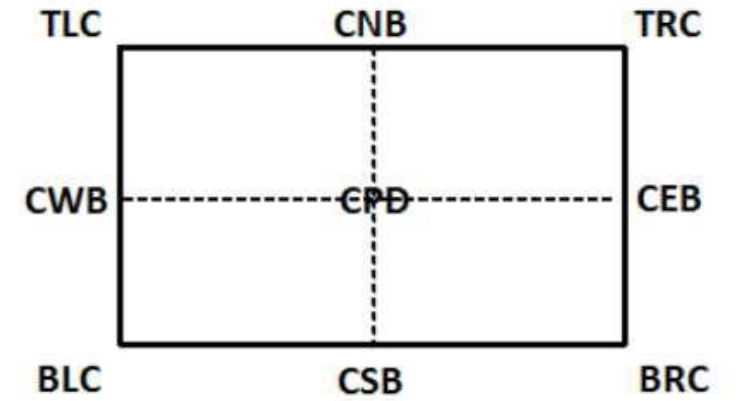
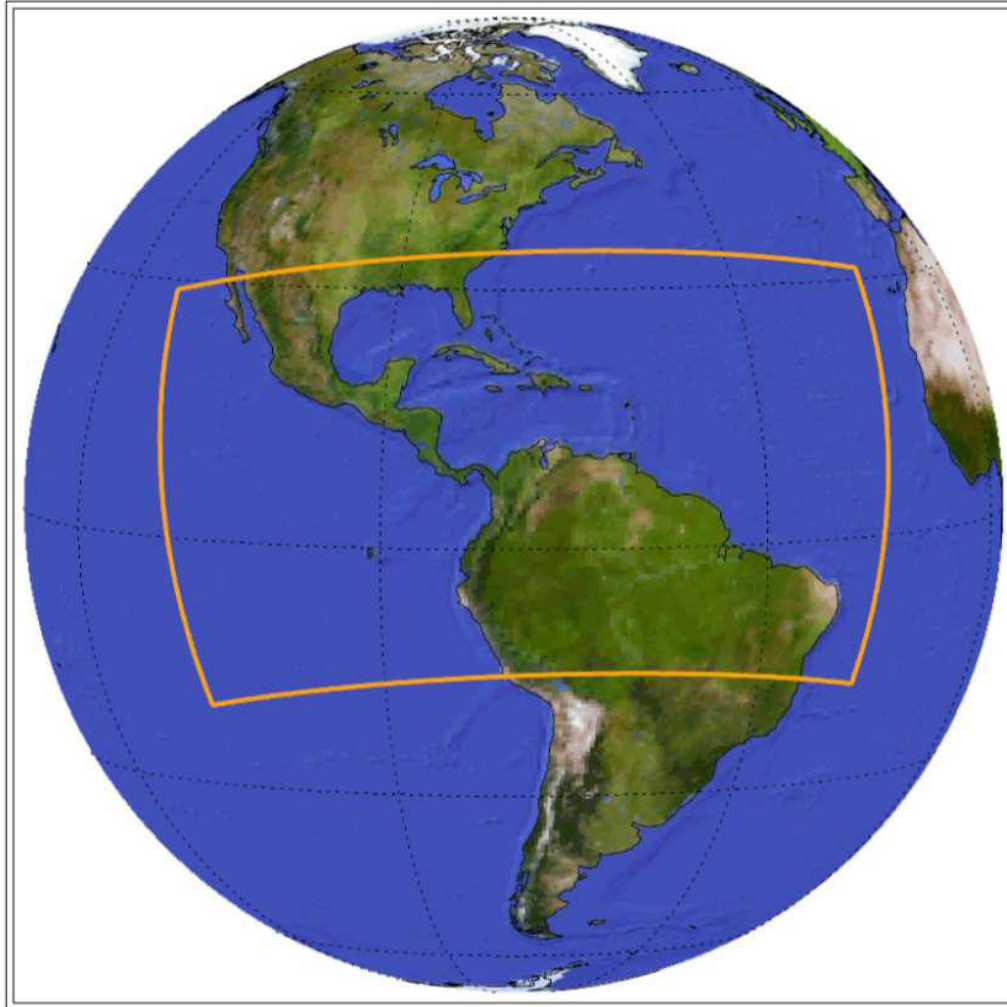


Region 12: Mediterranean (MED)



# CORDEX DOMAINS

## Region 2: Central America



TLC (235.74; 28.79)

CNB (286.45; 34.83)

TRC (337.78; 31.40)

CWB (241.11; 4.68)

CPD (287.29; 10.20)

CEB (333.40; 7.10)

BLC (246.10; -19.46)

CSB (288.0; -14.42)

BRC (329.46; -17.23)



# CORDEX EXPERIMENTS

[https://cordex.org/wp-content/uploads/2021/05/CORDEX-CMIP6\\_exp\\_design\\_RCM.pdf](https://cordex.org/wp-content/uploads/2021/05/CORDEX-CMIP6_exp_design_RCM.pdf)

Resoluciones objetivo: 25 km y 12.5km

- RCM deben ser Atmósfera + Superficie; deseable más componentes RESM (Regional Earth System Models), por ejemplo océano, hielo marino, nieve, ciudades, lagos, vegetación/agricultura, hidrología, glaciares, aerosoles y química atmosférica.

Tres tipos de experimentos:

- **Evaluación:** reanálisis ERA5 [1979-2020](#). 1 año spin-up recomendado para ATM-LAND, si se incluyen más procesos se puede necesitar un período de spin-up más amplio. Se recomienda que la SST y la fracción de hielo también se obtenga de los reanálisis. La frecuencia de los campos debe ser 3 horas y a su resolución nativa si es posible.
- **Histórico:** [1950–2014](#) con las salidas CMIP6 históricas. 1 año de spin-up recomendado o más si se incluyen más procesos. El forzamiento de GHG debe ser el mismo que para los GCM CMIP6 en los que se anida
- **Escenarios:** [2015–2100](#)

SSP3-7.0 SSP1-2.6 obligatorios para un miembro del ensemble  
SSP2-4.5 SSP5-8.5 recomendados

# CORDEX EXPERIMENTS

## MATRIZ DE SIMULACIONES

<https://wcrp-cordex.github.io/simulation-status/>

EJEMPLO

domain	rcm_name	driving_model	experiment
CAS-11	COSMO-CLM	MPI-ESM1-2-HR	historical ssp126 ssp370 ssp585
CAS-11	COSMO-CLM	EC-Earth3-Veg	historical ssp126 ssp370 ssp585
EAS-22	HadGEM3-RA	UKESM	historical ssp126 ssp245 ssp370 ssp585
EAS-22	RegCM4-6	UKESM	“
EAS-22	COSMOCLM5-0-9	UKESM	“

# CORDEX VARIABLES

**Variables de salida:** CORE (obligatoria), Tier 1 (recomendada) y Tier 2 (opcional)

Ejemplo: Variables **CORE**

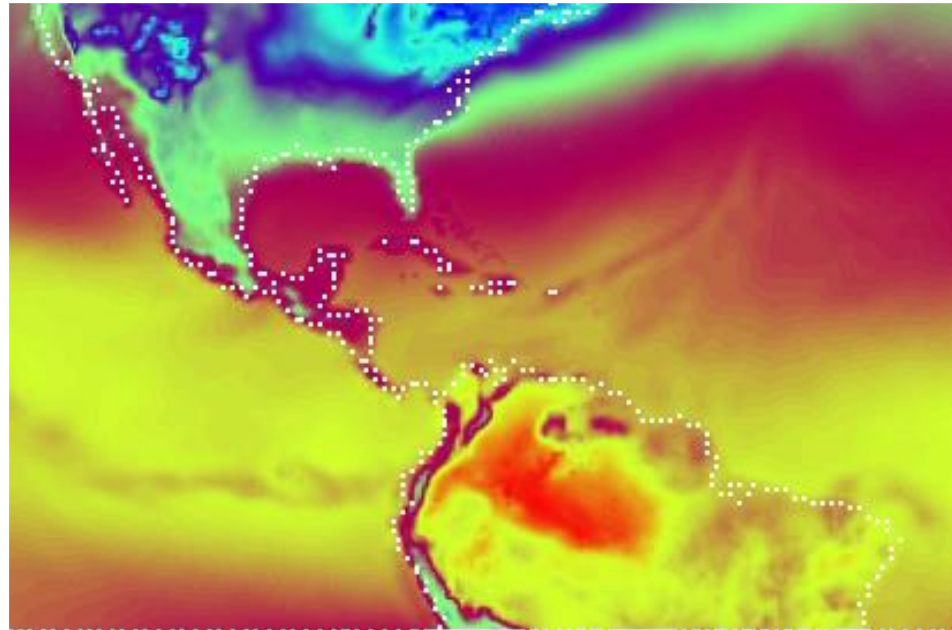
Output variable	units	ag	long name	mon	day	6hr	3hr	1hr
tas	K	i	Near-Surface Air Temperature	x	x			x
tasmax	K		Daily Maximum Near-Surface Air Temperature	x	x			
tasmin	K		Daily Minimum Near-Surface Air Temperature	x	x			
pr	kg m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	a	Precipitation	x	x			x
evspsbl	kg m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	a	Evaporation Including Sublimation and Transpiration	x	x			x
huss	1	i	Near-Surface Specific Humidity	x	x			x
hurs	%	i	Near-Surface Relative Humidity	x	x			x
ps	Pa	i	Surface Air Pressure	x	x			x
psl	Pa	i	Sea Level Pressure	x	x			x
sfcWind	m s <sup>-1</sup>	i	Near-Surface Wind Speed	x	x			x
uas	m s <sup>-1</sup>	i	Eastward Near-Surface Wind	x	x			x
vas	m s <sup>-1</sup>	i	Northward Near-Surface Wind	x	x			x
clt	%	a	Total Cloud Cover Percentage	x	x			x
rsds	W m <sup>-2</sup>	a	Surface Downwelling Shortwave Radiation	x	x			x
rlds	W m <sup>-2</sup>	a	Surface Downwelling Longwave Radiation	x	x			x
orog	m		Surface Altitude	fx				
sftlf	%		Percentage of the Grid Cell Occupied by Land	fx				

# CORDEX OUTPUTS

- Normalización de nomenclatura, estructura de directorios, control de calidad de los datos,...
- Ejemplo nomenclatura:

VariableName\_Domain\_GCModelName\_CMIP5ExperimentName\_CMIP5EnsembleMember\_  
RCModelName\_RCMVersionID\_Frequency[\_StartTime-EndTime].nc

tas\_CAM-44\_IPSL-IPSL-CM5A-MR\_rcp85\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v1\_day\_20060101-20101231.nc



# CORDEX ACCESO a los DATOS

## ESGF Node at DKRZ

You are at the ESGF-DATA.DKRZ.DE node

[Home](#) [About Us](#) [Contact Us](#)

[Technical Support](#)

Last Search |  My Data Cart (0) | [Clear Data Cart](#)

Project	+
Product	+
Institute	+
Model	
Experiment	+
Experiment Family	+
Time Frequency	+
Realm	
CMIP Table	
Ensemble	+
Variable	+
Variable Long Name	+
CF Standard Name	+
Driving Model	-
<input checked="" type="checkbox"/> ECMWF-ERAINT (52)	
Datanode	+

CORDEX	
Domain	-
<input checked="" type="checkbox"/> EUR-11 (52)	
RCM Model	-
<input checked="" type="checkbox"/> ALADIN53 (52)	
Downscaling realisation	+

obs4MIPs	
Instrument	

Enter Text:    Display  results per page [\[ More Search Options \]](#)

Show All Replicas  Show All Versions  Search Local Node Only (Including All Replicas)  
Search Constraints: ✖ CORDEX | ✖ EUR-11 | ✖ ALADIN53 | ✖ ECMWF-ERAINT

Total Number of Results: 52

-1- 2 3 4 5 6 Next >>

[Add all displayed results to Data Cart](#) [Remove all displayed results from Data Cart](#)  
Expert Users: you may display the search URL and return results as XML or return results as JSON

1. cordex.output.EUR-11.CNRM.ECMWF-ERAINT.evaluation.r1i1p1.ALADIN53.v1.fx.sftif  
Data Node: esg1.umr-cnrm.fr  
Version: 20150127  
Total Number of Files (for all variables): 1  
Full Dataset Services: [\[ Show Metadata \]](#) [\[ List Files \]](#) [\[ THREDDS Catalog \]](#) [\[ WGET Script \]](#) [\[ LAS Visualization \]](#)  
[Add to Data Cart](#)
2. cordex.output.EUR-11.CNRM.ECMWF-ERAINT.evaluation.r1i1p1.ALADIN53.v1.fx.org  
Data Node: esg1.umr-cnrm.fr  
Version: 20150127  
Total Number of Files (for all variables): 1  
Full Dataset Services: [\[ Show Metadata \]](#) [\[ List Files \]](#) [\[ THREDDS Catalog \]](#) [\[ WGET Script \]](#) [\[ LAS Visualization \]](#)  
[Add to Data Cart](#)
3. cordex.output.EUR-11.CNRM.ECMWF-ERAINT.evaluation.r1i1p1.ALADIN53.v1.day.tasmin  
Data Node: esg1.umr-cnrm.fr  
Version: 20150127  
Total Number of Files (for all variables): 7  
Full Dataset Services: [\[ Show Metadata \]](#) [\[ List Files \]](#) [\[ THREDDS Catalog \]](#) [\[ WGET Script \]](#) [\[ LAS Visualization \]](#)  
[Add to Data Cart](#)
4. cordex.output.EUR-11.CNRM.ECMWF-ERAINT.evaluation.r1i1p1.ALADIN53.v1.mon.tauv  
Data Node: esg1.umr-cnrm.fr  
Version: 20150127  
Total Number of Files (for all variables): 4  
Full Dataset Services: [\[ Show Metadata \]](#) [\[ List Files \]](#) [\[ THREDDS Catalog \]](#) [\[ WGET Script \]](#) [\[ LAS Visualization \]](#)  
[Add to Data Cart](#)
5. cordex.output.EUR-11.CNRM.ECMWF-ERAINT.evaluation.r1i1p1.ALADIN53.v1.mon.uas  
Data Node: esg1.umr-cnrm.fr  
Version: 20150127

<https://cordex.org/wp-content/uploads/2020/03/How-to-download-CORDEX-data-from-the-ESGF-instructions.pdf>

CORDEX CMIP5 available on ESGF

[https://wcrp-cordex.github.io/simulation-status/CORDEX\\_CMIP5\\_status\\_by\\_scenario.html](https://wcrp-cordex.github.io/simulation-status/CORDEX_CMIP5_status_by_scenario.html)

# CORDEX Scientific Challenges

Cities (effects of climate change, heat islands, LULC, bridging with urban parameterization community)

Wind energy (wind-farm feedbacks, sfc winds, PBL)

Inland waters (large lakes) and regional seas

Small Islands (island-generated climatology, storm surge)

Organized convective systems (coastal storm systems, tropical storms, mesoscale convective systems)

High mountain environments (glaciers, snow...)

Added Value (variability / as a function of scales, biases/uncertainties, ESD, user metrics)

Human factor / VIA issues

Convection-permitting Modelling

Coupled Models (ocean-ice-atm, lakes, carbon cycle, aerosols...)

Capacity building

## CORDEX-FPS “Flag Pilot Studies”

- Estudios específicos que pretenden profundizar en aspectos científicos clave en subdominios seleccionados. Escala subcontinental
- Ejemplos:
  - Africa: Rainfall responses to climate change in a convective-permitting model over Western Cape (HighResWC)
  - Europe: URBan environments and Regional Climate Change (URB-RCC)
  - North America: Dynamical downscaling experiments and hydrological modelling for Canada and Mexico
  - North America: Assessing the Use of Regional Models in a Storyline Framework for Understanding Climate Hazards

<https://cordex.org/experiment-guidelines/flagship-pilot-studies/endorsed-cordexflagship-pilote-studies/>

# CORDEX POINTS OF CONTACT (POCs)

<https://cordex.org/about/points-of-contact/>

## Points of Contact

### WCRP Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX)

In order to achieve the CORDEX vision Points of Contact (POC) in each of the domains play a significant role with responsibilities including what is listed below.

### Terms of reference for Points of Contact (POC)

- to serve as Point of Contact for all relevant CORDEX matters in the region
- to foster cooperation and communication on CORDEX and regional climate modeling matters in the region
- to coordinate CORDEX activities (workshops, training activities, etc) and associated public outreach (news, web page, social media, etc) in the region
- to support resource mobilization in the region with relevant stakeholders (development banks, funding agencies, donors, etc)
- to liaise between and within the various CORDEX regions, under the guidance of the CORDEX SAT and CORDEX Project Office.
- at the latest December 15 every year report to the SAT and CORDEX Project Office on activities carried out during the year.
- at the latest December 15 every year send a list to CORDEX Project Office on activities planned for the coming year.

•It is strongly recommended that individual CORDEX RCM groups should coordinate their simulations with CORDEX POCs for respective domains in order to avoid uncoordinated efforts leading to sparse and unbalanced RCM-GCM matrices.



¡ GRACIAS POR SU ATENCIÓN !