



TALLER SOBRE INUNDACIONES Y CAMBIO CLIMÁTICO
CONSTITUCIÓN DEL GRUPO DE I+D+i DE INUNDACIONES

Gran Vía de San Francisco.
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
21 de junio 2017



Modelos climáticos. Proyecciones de extremos de precipitación. Datos actualmente disponibles en AEMET.

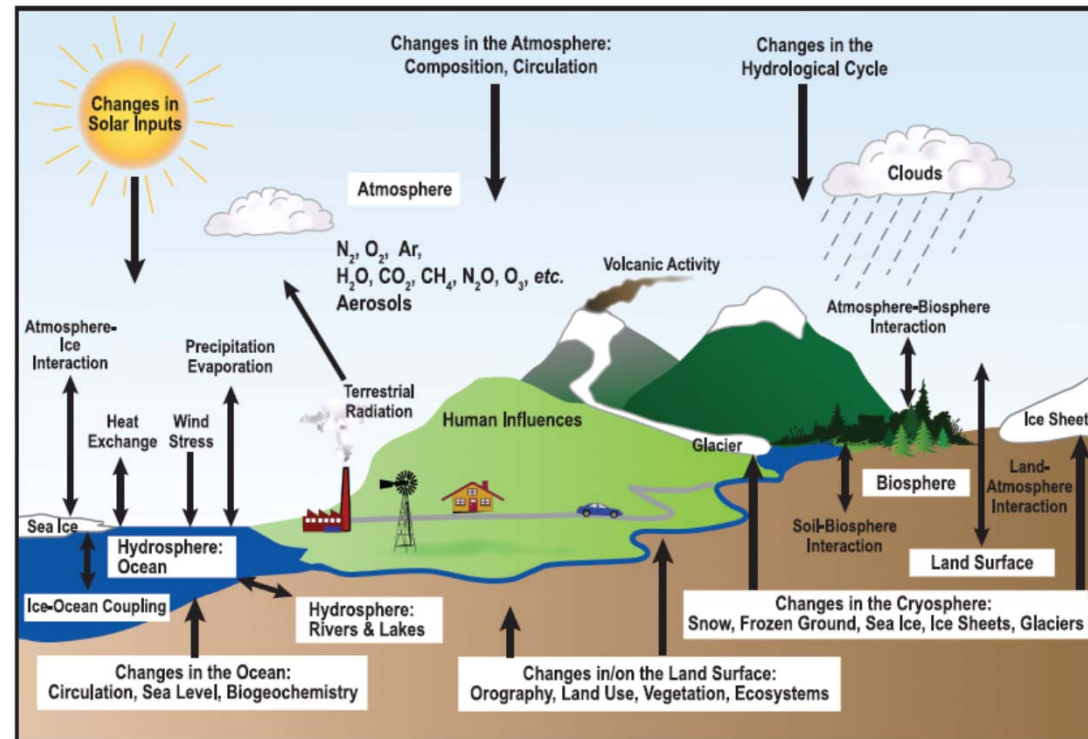
E. Rodríguez Camino, AEMET
erodriguezc@aemet.es

Definition of climate (IPCC)

- Climate in a narrow sense is usually defined as the average weather, or more rigorously, as the statistical description in terms of the mean and variability of relevant quantities over a period of time ranging from months to thousands or millions of years. The classical period for averaging these variables is 30 years, as defined by the WMO. The relevant quantities are most often surface variables such as temperature, precipitation and wind.
- Climate in a wider sense is the **state, including a statistical description, of the *climate system*.**

Climate system

- The climate system is the highly complex system consisting of **five major components**: the *atmosphere, the hydrosphere, the cryosphere, the lithosphere and the biosphere, and the interactions* between them. The climate system evolves in time under the influence of its own internal dynamics and because of *external forcings such as volcanic eruptions, solar variations and anthropogenic forcings such as the changing composition of the atmosphere and land use change*.

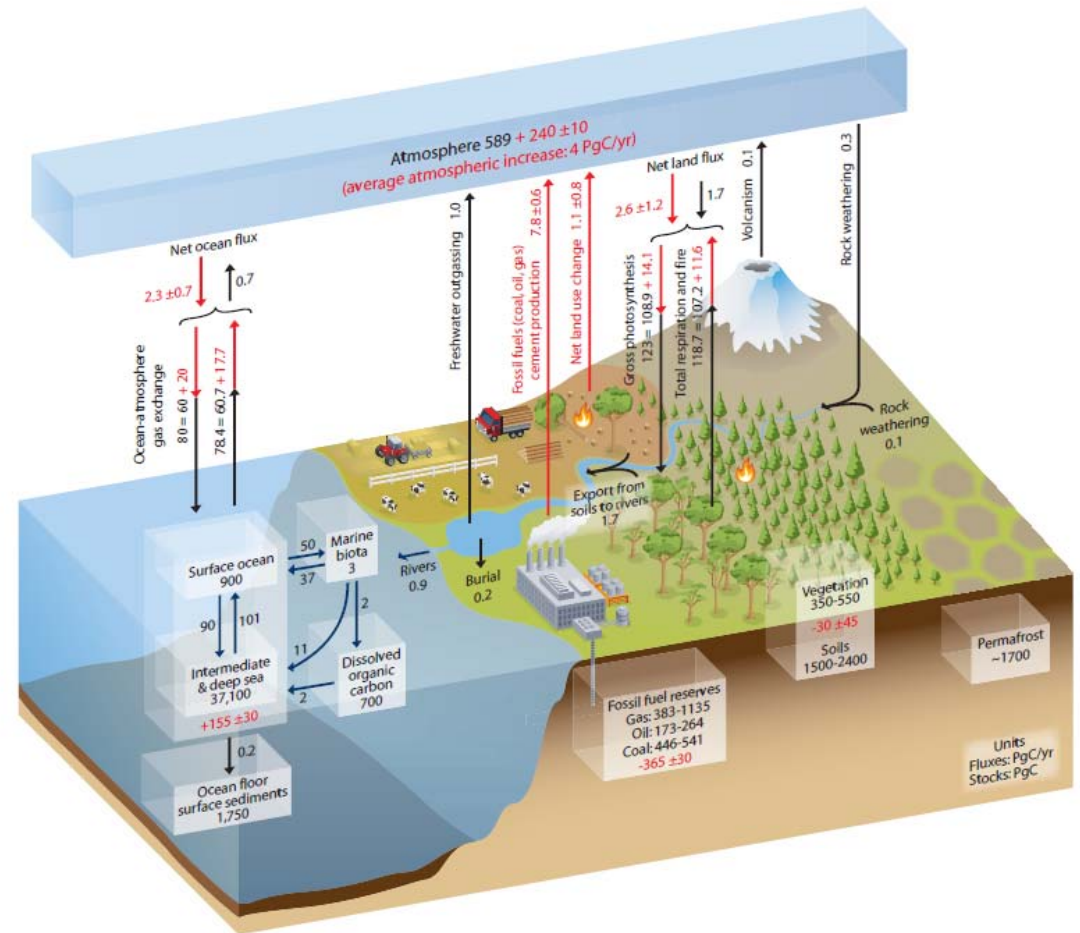


Climate models

- A numerical representation of the *climate system based on the physical, chemical and biological properties of its components, their interactions and feedback processes*, and accounting for some of its known properties.
- Climate models have **varying complexity**, that is, for any one component or combination of components a *spectrum or hierarchy* of models can be identified, differing in such aspects as the number of spatial dimensions, the extent to which physical, chemical or biological processes are explicitly represented, or the level at which empirical *parametrizations are involved*.
- **Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Models (AOGCMs)** provide a representation of the climate system that is near or at the most comprehensive end of the spectrum currently available.
- There is an evolution towards more complex models with interactive chemistry and biology → **ESMs**
- Climate models are applied as a research tool to study and simulate the *climate, and for operational purposes, including monthly, seasonal and interannual climate predictions*

Earth System Model (ESM)

- A coupled atmosphere-ocean general circulation model in which a representation of the *carbon cycle is included*, allowing for interactive calculation of atmospheric CO₂ or compatible emissions. Additional components (e.g., atmospheric chemistry, ice sheets, dynamic vegetation, nitrogen cycle, but also urban or crop models) may be included



Modelos climáticos

$$\frac{du}{dt} = -\frac{1}{\rho a \cos \varphi} \frac{\partial p}{\partial \lambda} + f v + u v \frac{\tan \varphi}{a} + F_{\lambda}$$

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

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

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

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

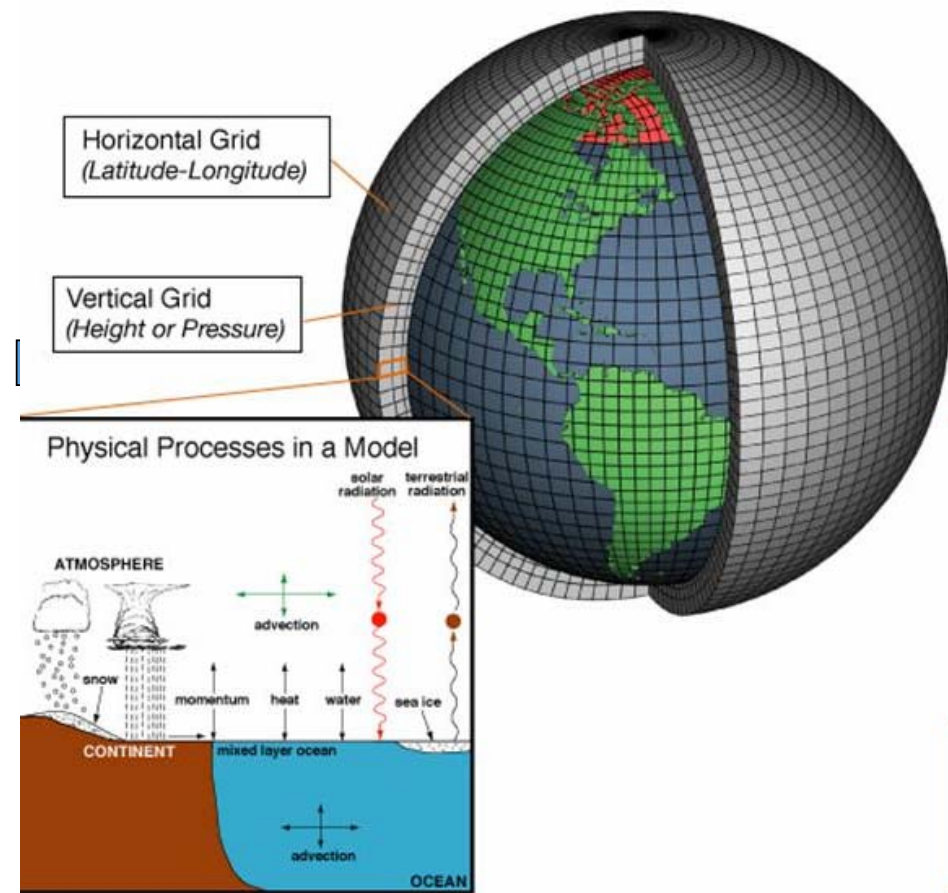
$$p = R \rho T$$

Ecuaciones atmósfera

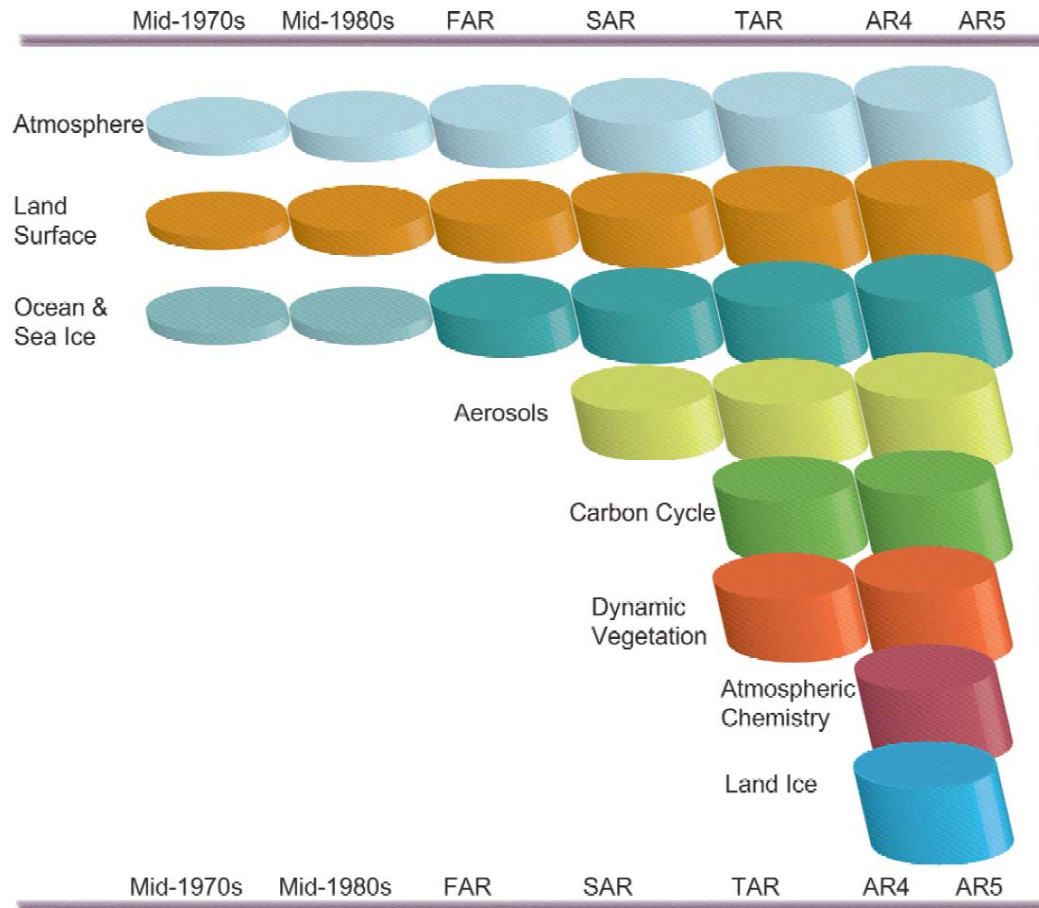


u, v, w, p, ρ, T

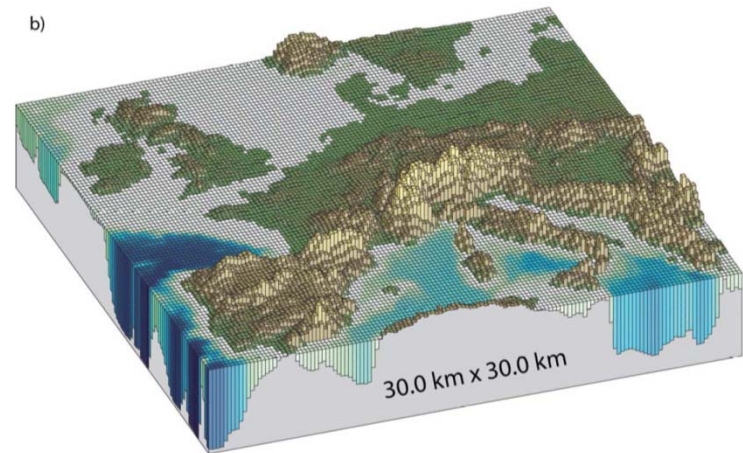
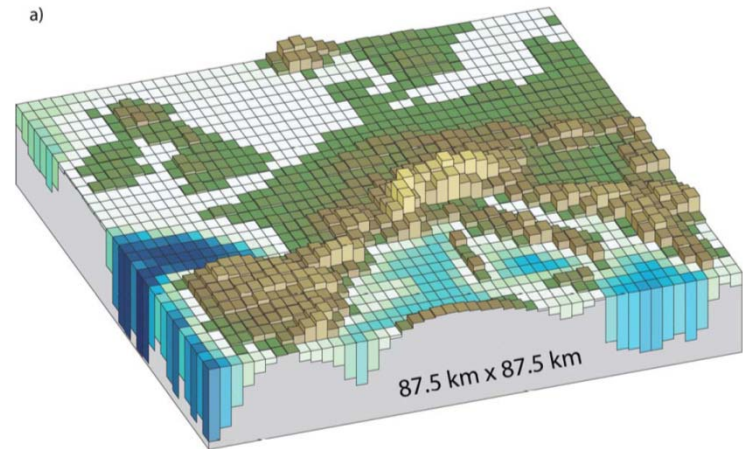
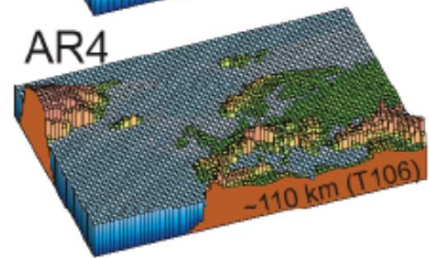
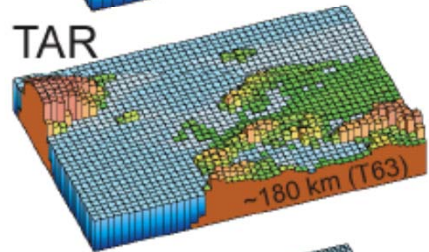
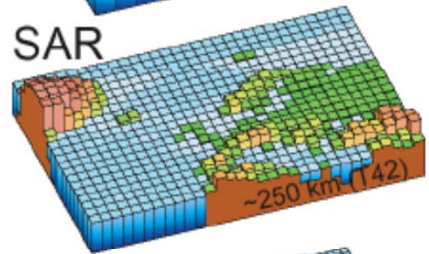
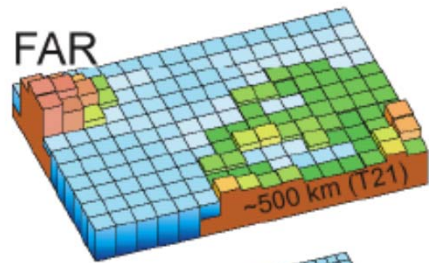
Los modelos climáticos son programas informáticos basados en las ecuaciones que describen la evolución de los distintos componentes del sistema climático: atmósfera, océano, hielos, biosfera, ...



Complexity is an issue



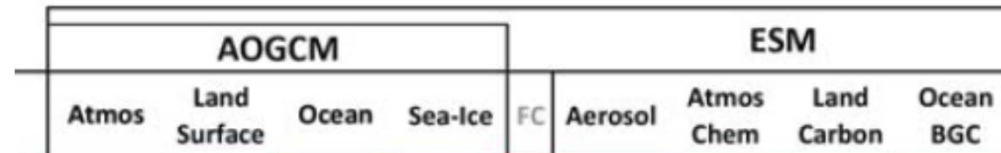
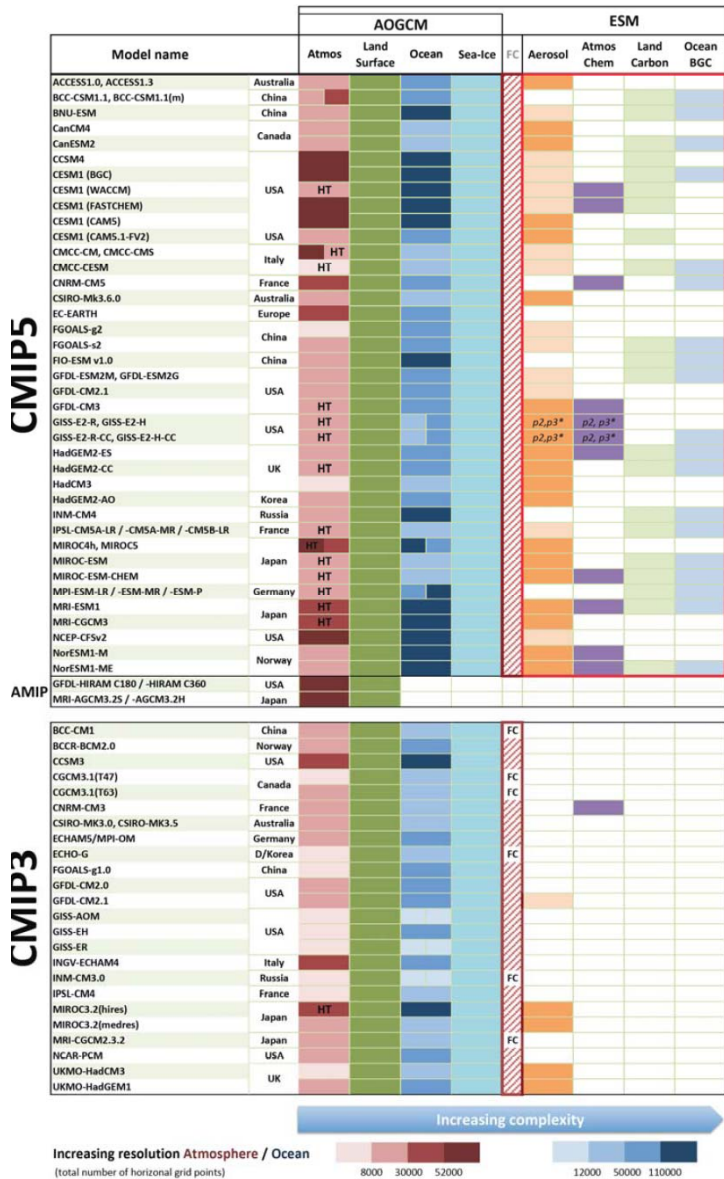
Spatial resolution is an issue



Time resolution is an issue

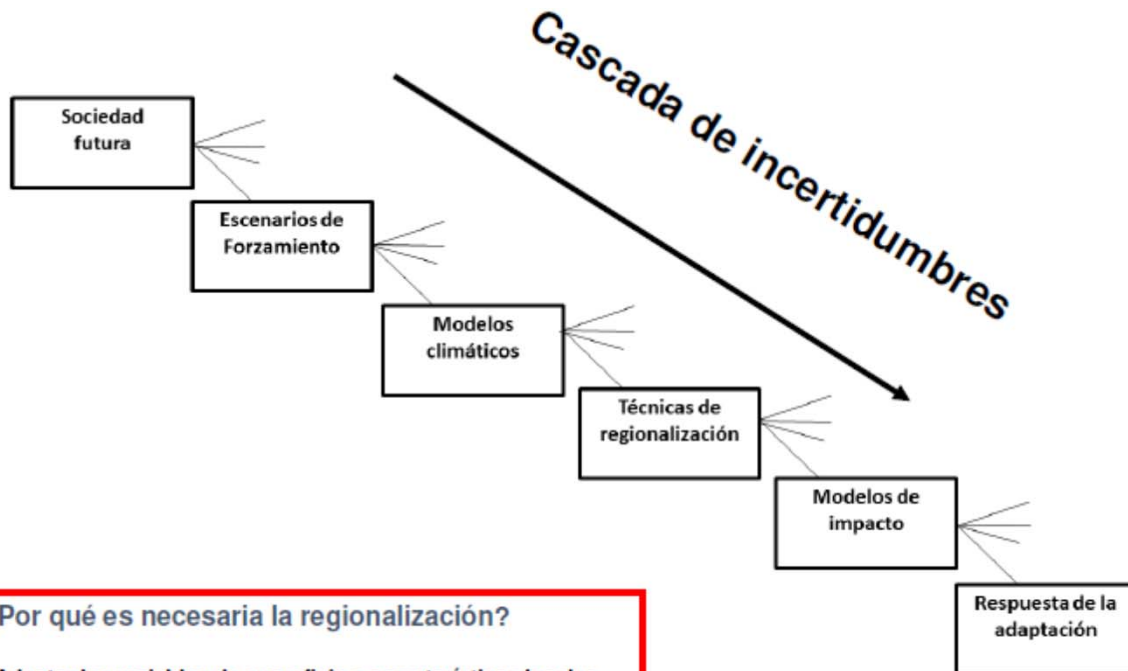
- Only few fields are stored with daily frequency → data storage problem
- Boundaries for RCMs → usually updated with 6h frequency

AR4 and AR5 models



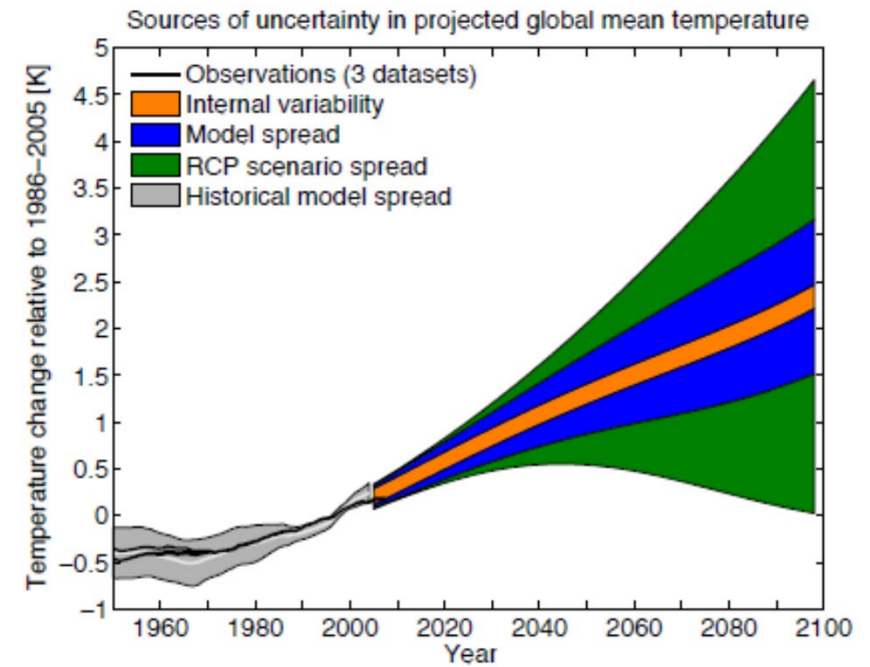
Incertidumbres

(a)

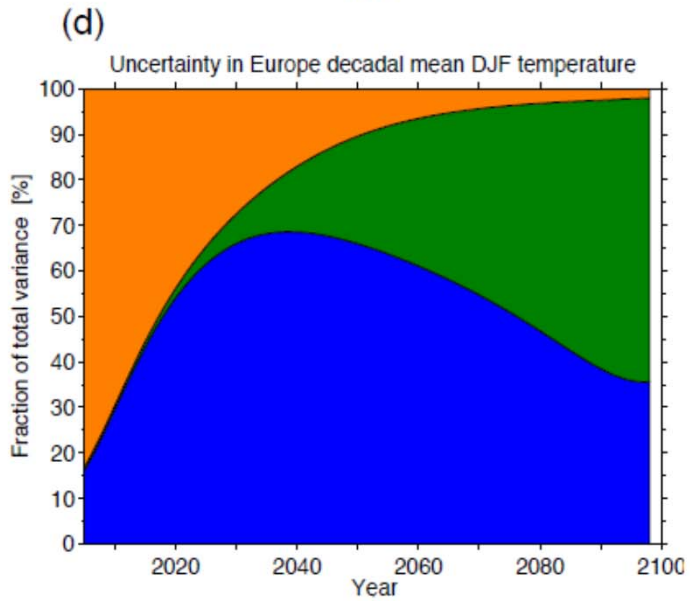


¿Por qué es necesaria la regionalización?

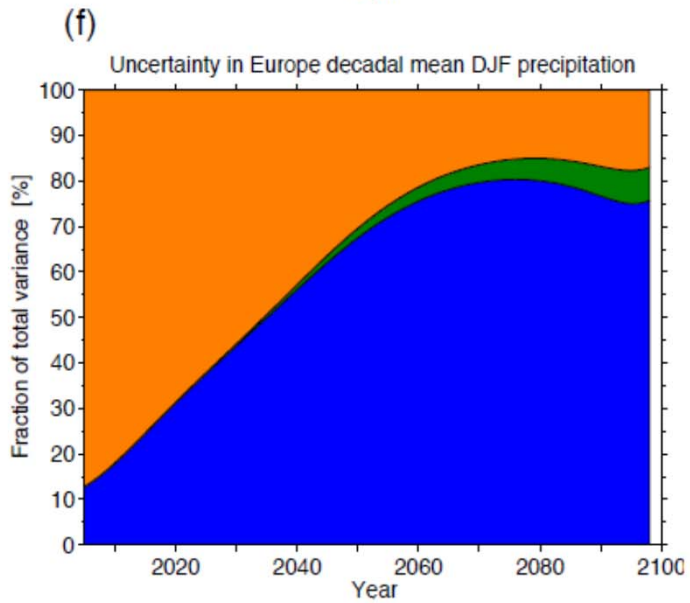
- Adaptar las variables de superficie a características locales.
- Estimar extremos que los modelos globales "suavizan".
- Adaptar resolución esp/temp a los modelos de impactos.



(a) Projections of global mean decadal mean surface air temperature to 2100 together with a quantification of the uncertainty (IPCC 2013).



The fraction of variance explained by each source of uncertainty for European (30°N to 75°N, 10°W to 40°E) decadal mean boreal winter (December to February) temperature (d) and precipitation (f). See text and Hawkins and Sutton (2009) and Hawkins and Sutton (2011) for further details (IPCC 2013).



Proyecciones climáticas para el siglo XXI - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno d - Internet Explorer

http://wwwpre.aemet.es

Bienvenido

El tiempo Servicios climáticos Conocenos I+D+i Conocer mas Empleo publico y becas Datos abiertos Sede electronica

Inicio > Servicios climáticos > Proyecciones climáticas para el siglo XXI

Proyecciones climáticas para el siglo XXI

El clima está cambiando como consecuencia de las actividades humanas, singularmente por las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la utilización de combustibles fosiles y a la deforestación. En este apartado se incluye información tanto numérica como gráfica relativa a las proyecciones de cambio climático para el siglo XXI regionalizadas sobre España y correspondientes a diferentes escenarios de emisión de utilidad para ser empleada, en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), en trabajos de evaluación de impactos y vulnerabilidad.

Resultados gráficos NOVEDAD

Gráficos de proyecciones regionalizadas de cambio climático.



Datos diarios NOVEDAD

Datos diarios generados por AEMET y proyecto ENSEMBLES.

Datos mensuales

Datos mensuales generados por los proyectos ESCENA, ESTCENA, ENSEMBLES y AEMET.



Datos mensuales - Rejilla - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España - Internet Explorer

http://wwwpre.aemet.es

Datos mensuales - Rejilla - A...

Inicio > Servicios climáticos > Proyecciones climáticas para el siglo XXI > Datos mensuales

Datos mensuales

Las proyecciones regionalizadas de cambio climático (también llamados escenarios) proporcionan información detallada sobre las mejores estimaciones del clima futuro de nuestro país, que constituyen un elemento imprescindible para llevar a cabo las evaluaciones de impactos y vulnerabilidad en los distintos sectores sensibles a las condiciones climáticas, y por tanto para diseñar políticas adecuadas de adaptación a sus efectos.

En el marco del Plan Nacional de Adaptación (PNACC) se ha elaborado una completa colección actualizada de proyecciones regionalizadas (escenarios) de cambio climático para España y de productos derivados, denominada Escenarios PNACC-Datos mensuales, que se pone a libre disposición de todos aquellos organismos, instituciones, empresas y personas interesados en evaluar los impactos, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación al cambio climático en su área de actividad o interés, y se constituyen en los escenarios de referencia del PNACC.

Los productos de Escenarios PNACC-Datos mensuales se han elaborado con el objetivo de facilitar su uso y aplicación a diversos perfiles de usuario, con mayor o menor grado de especialización.

Rejilla Puntuales

Variable	Escenario	Proyecto	Formato
Humedad relativa Percentil 95 de la temperatura máxima diaria Percentil 5 de la temperatura mínima diaria Percentil 95 de la precipitación diaria Nº de días con temperatura mínima < 0°C Nº de días con temperatura mínima > 20°C (noches tropical) Precipitación máxima en 24h Nº de días con precipitación <1mm Nº de días con precipitación >20mm Máximo Nº de días consecutivos con precipitación <1mm	Todos HISTORICAL 20C3M CTL RCP4.5 RCP8.5 B1 A1B A2	Todos AEMET ENSEMBLES ESCENA ESTCENA CORDEX	Todos TXT SIG

Datos mensuales - Rejilla - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España - Internet Explorer

http://wwwpre.aemet.es

Datos mensuales - Rejilla - A...

Rejilla

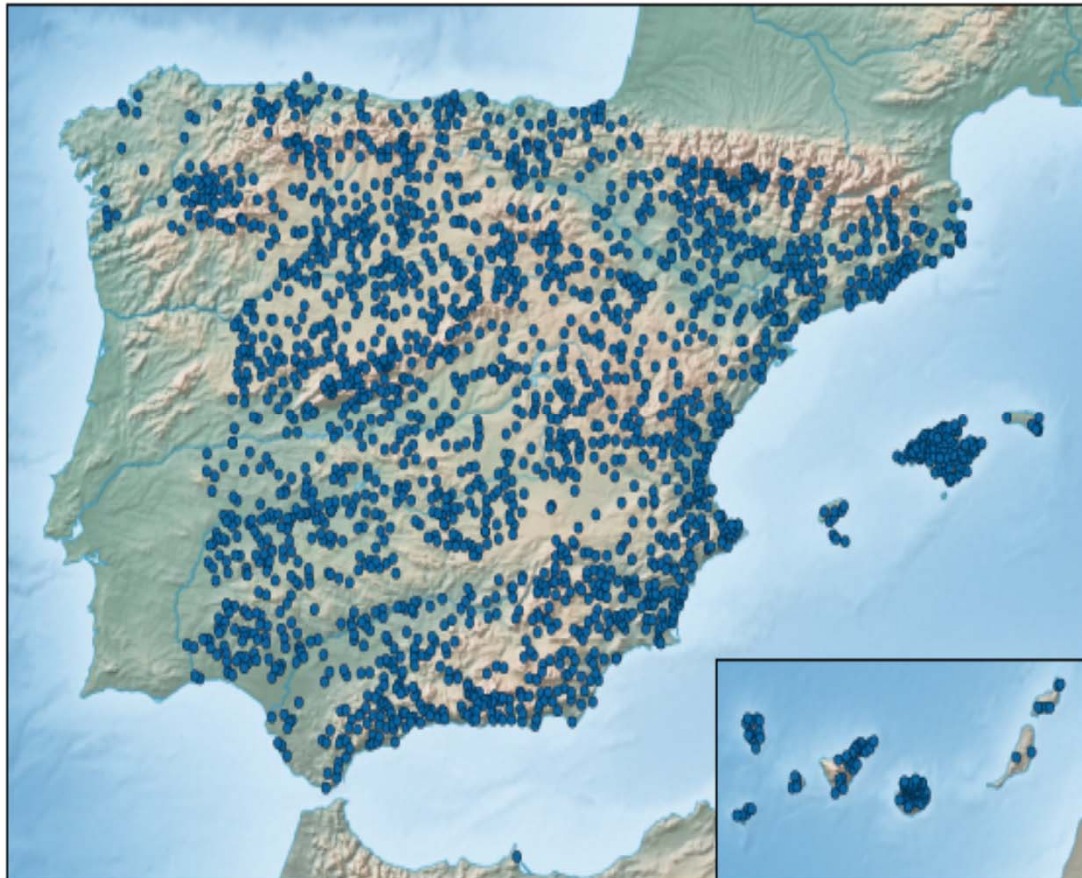
Variable

Humedad relativa
 Percentil 95 de la temperatura máxima diaria
 Percentil 5 de la temperatura mínima diaria
 Percentil 95 de la precipitación diaria
 Nº de días con temperatura mínima < 0°C
 Nº de días con temperatura mínima > 20°C (noches tropical)
 Precipitación máxima en 24h
 Nº de días con precipitación <1mm
 Nº de días con precipitación >20mm
 Máximo Nº de días consecutivos con precipitación <1mm

Proyecciones disponibles en AEMET

Escenario	TEMPERATURA				PRECIPITACIÓN			
	Análogos	Regresión	CORDEX	Total	Análogos	Regresión	CORDEX	Total
RCP8.5	14	19	10	43	17	19	10	46
RCP6.0	6	7		13	7	7		14
RCP4.5	13	15	10	38	18	15	10	43
Total	33	41	20	94	42	41	20	103

Estaciones pluviométricas



Estaciones pluviométricas
cumpliendo criterios de
completitud y homogeneidad:
2323

Sólo las estaciones automáticas
poseen información subdiaria →
series cortas insuficientes para fines
climáticos

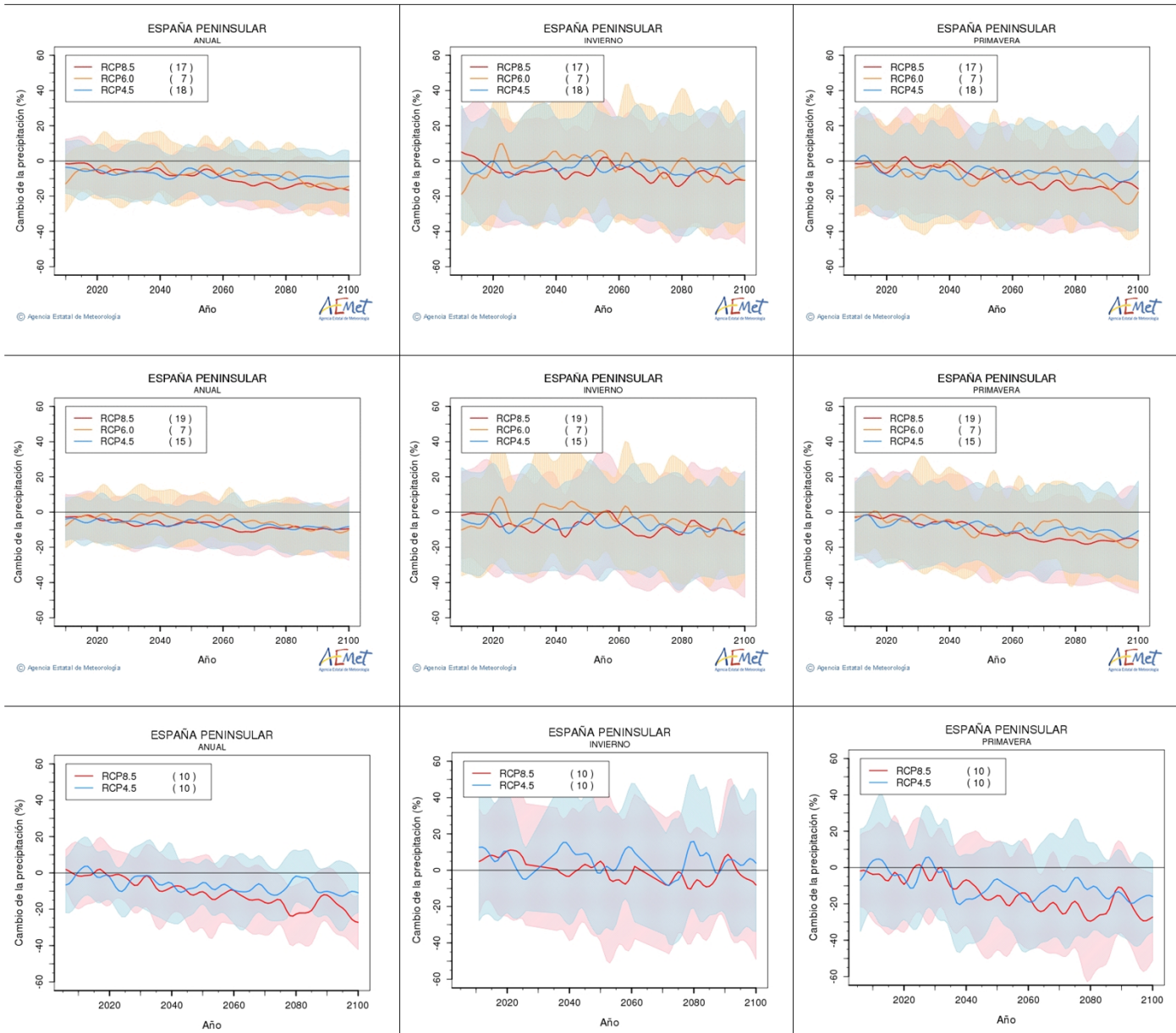
Regionalización con 3 métodos
estadísticos:

- * análogos
- * regresión lineal
- * redes neuronales (en proceso de validación)

Euro-CORDEX

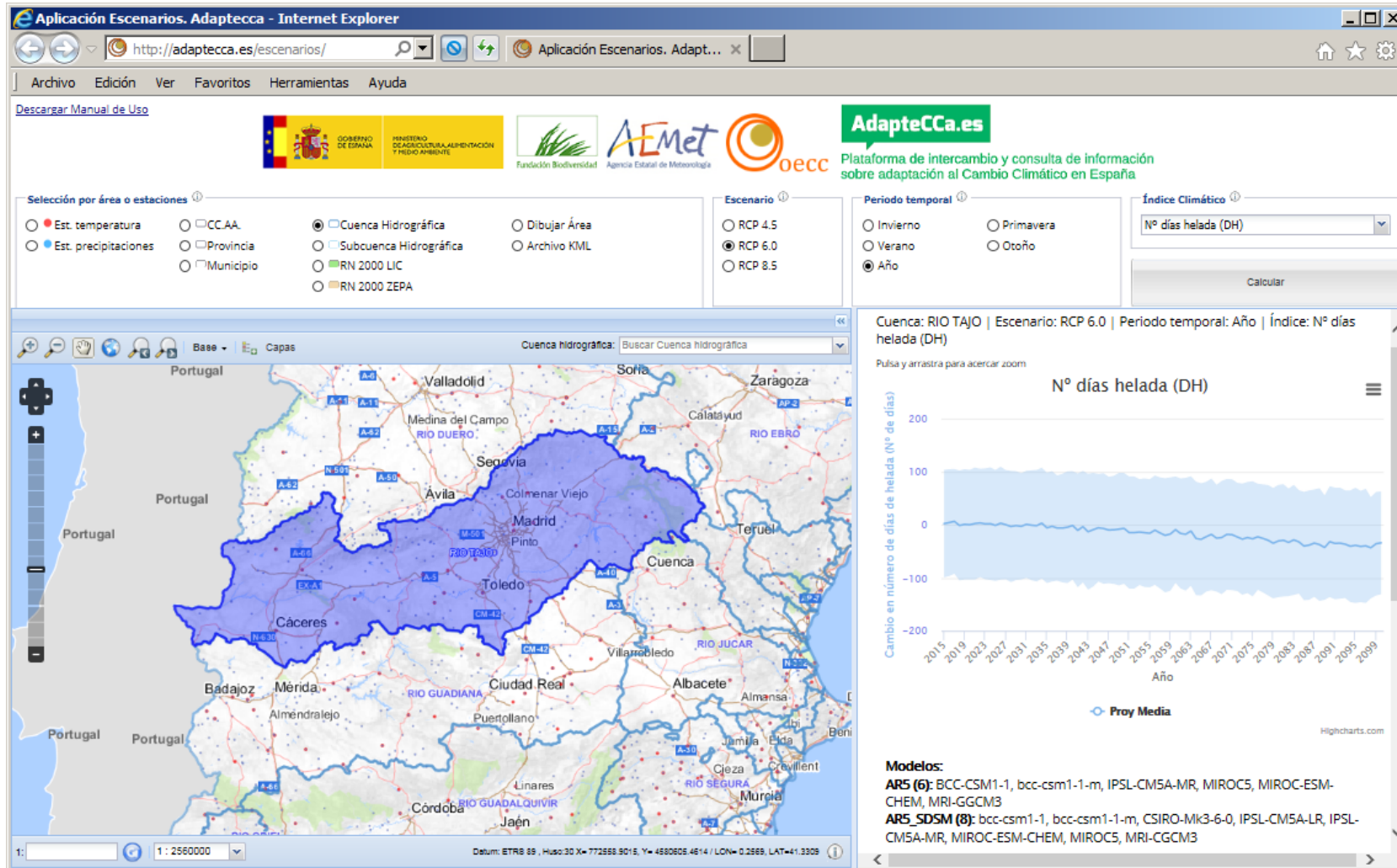
Institución	Modelo Regional	Modelo Global
Climate Limited-area Modelling Community (CLM-Community)	CCLM4-8-17	CNRM-CM5
Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rosby Centre, Suecia	RCA4	CNRM-CM5
Royal Netherlands Meteorological Institute, Holanda	RACMO22E	EC-EARTH
Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rosby Centre, Suecia	RCA4	IPSL-CM5A-MR
Climate Limited-area Modelling Community (CLM-Community)	CCLM4-8-17	MPI-ESM-LR
Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rosby Centre, Suecia	RCA4	MPI-ESM-LR
Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Climate Service Center, Max Planck Institute for Meteorology, Alemania	REMO2009	MPI-ESM-LR
Climate Limited-area Modelling Community (CLM-Community)	CCLM4-8-17	MOHC-HadGEM2-ES
Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rosby Centre, Suecia	RCA4	MOHC-HadGEM2-ES
Royal Netherlands Meteorological Institute, Holanda	RACMO22E	MOHC-HadGEM2-ES

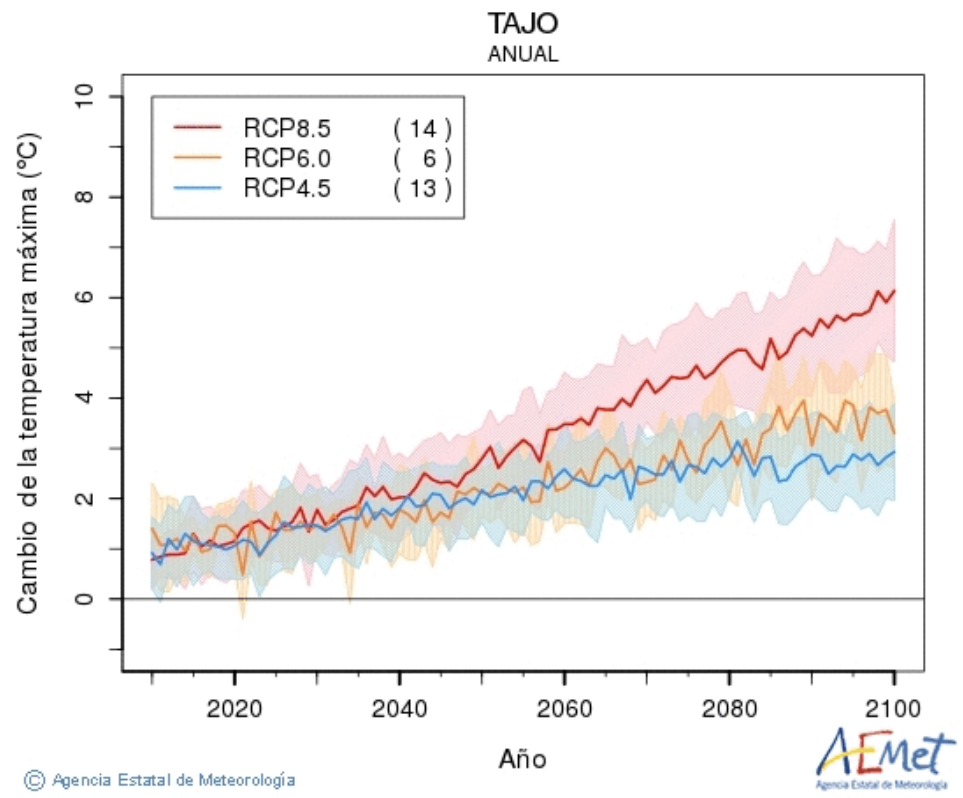
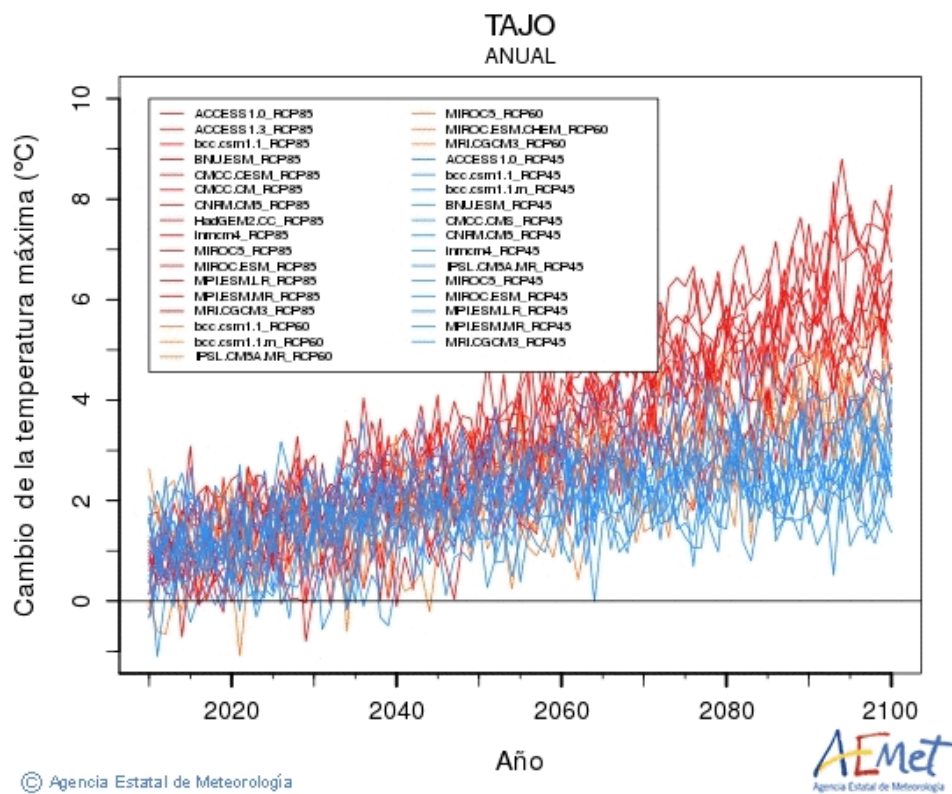
- **Enfoque standard** para muchos servicios meteorológicos y proyectos.
- Reducida biodiversidad de modelos globales (5). Poco exploración de las incertidumbres provenientes de los modelos globales.
- Reducida biodiversidad de modelos regionales (4)
- Sólo dos escenarios de emisión
- Posiblemente el número de miembros crecerá en el futuro
- **Escasa exploración de las incertidumbres**
- **Datos ya existentes con aprox. 11 km resolución horizontal y resolución temporal diaria**

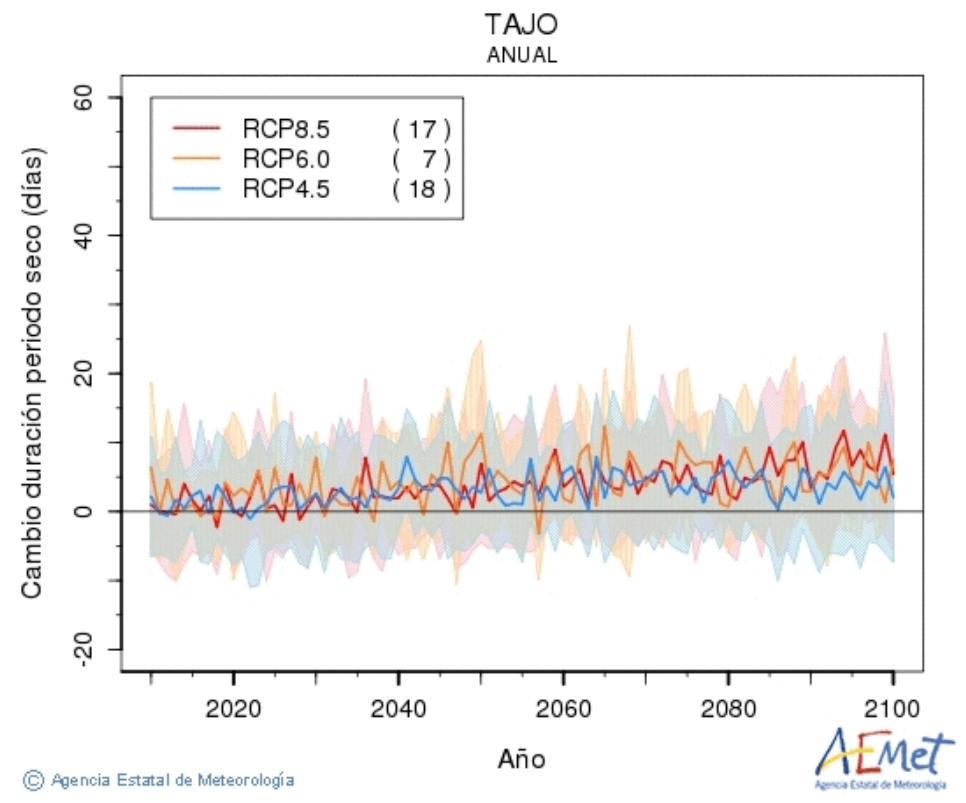
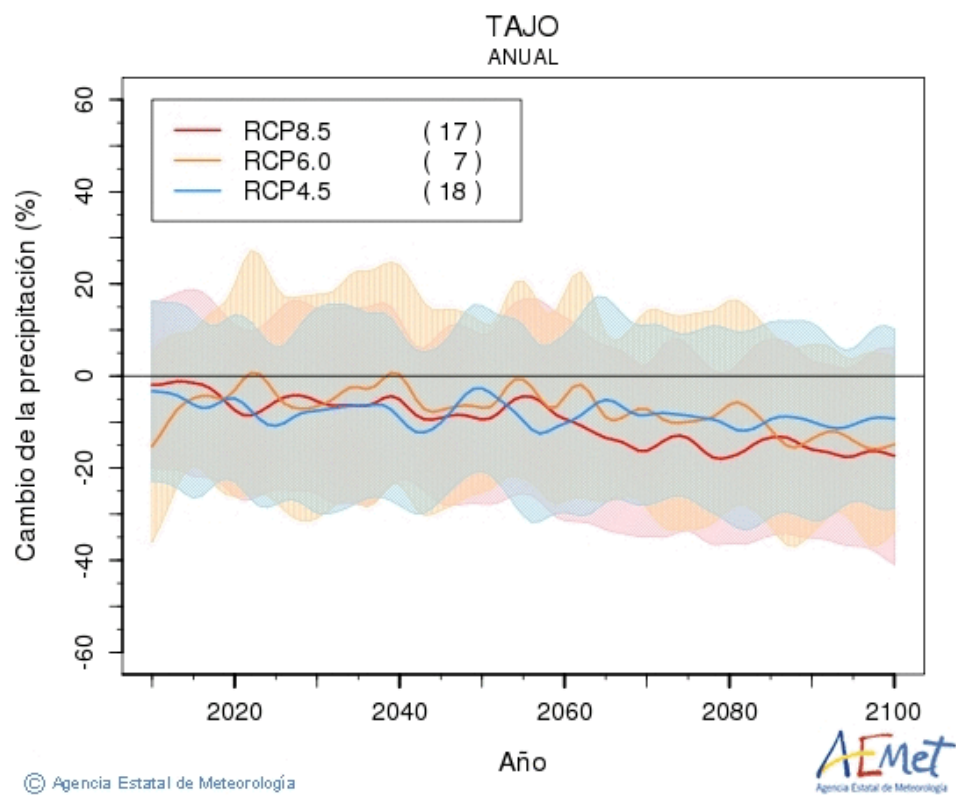


Evolución temporal del cambio relativo de la precipitación anual, invernal y primaveral (%) para España peninsular para cada uno de los RCP analizados, según el método de análogos (fila superior), el método de regresión (fila central) y el método dinámico (fila inferior). Entre paréntesis se indica el número de modelos utilizados en cada escenario.

http://adaptecca.es/escenarios/







Consideraciones generales sobre datos de precipitación suministrados por los modelos

- Los modelos globales (CMIP5) proporcionan información como mucho a **escala diaria** (precipitación diaria acumulada).
- En general, los modelos regionales (Euro-CORDEX) también proporcionan información a **escala diaria**.
- La información generada por AEMET disponible en la web no desciende a escala subdiaria. Se han calculado algunos extremos pero siempre referidos a los extremos de precipitación diaria.
- Técnicas de regionalización (de tipo weather generator) podrían descender a **escalas subdiarias**
- Los extremos dependen fuertemente de los **algoritmos de regionalización** (VALUE Project). No todos los algoritmos son adecuados para las mismas variables!
- **Otras variables** (además de precipitación): métodos estadísticos (Tmax, Tmin): métodos dinámicos (ETP, RunOff, Espesor nieve, Humedad Suelo, etc.)

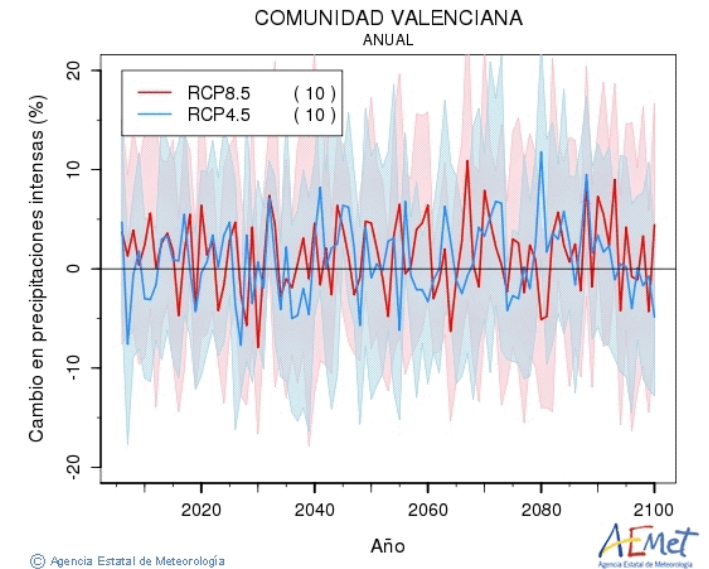
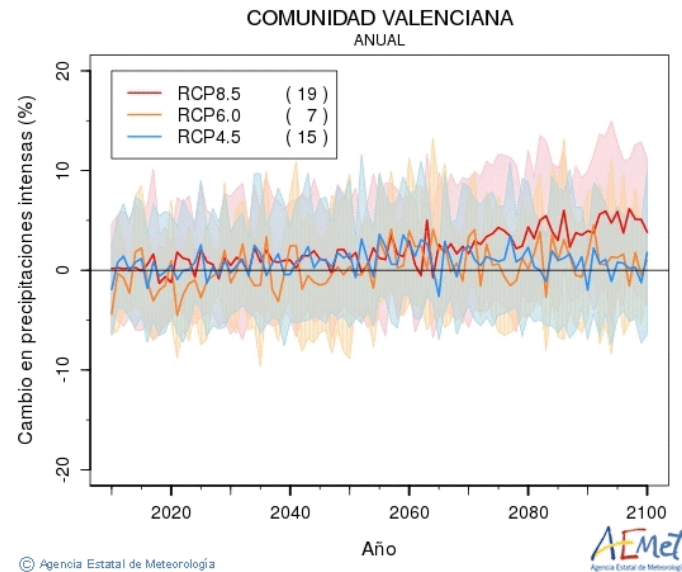
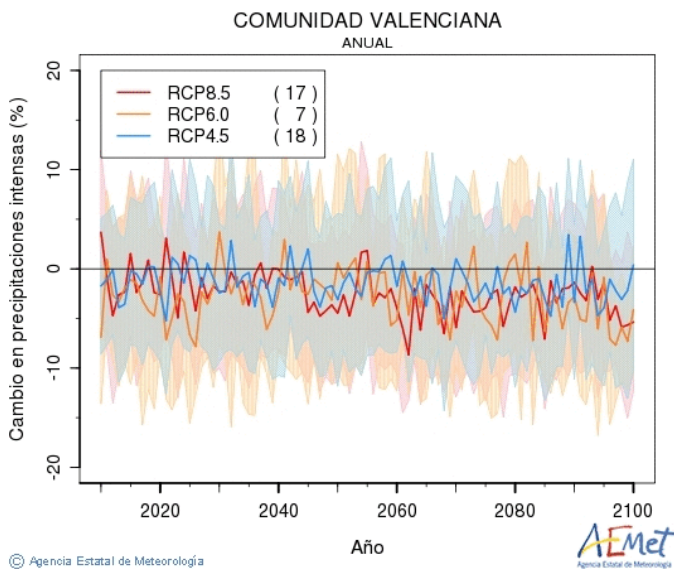
Consideraciones generales sobre la exploración de las incertidumbres

- Analizar con los datos actualmente disponibles (Euro-CORDEX, ENSEMBLES, AEMET, ESCENA, ESTCENA, ...) la fracción de varianza procedente de diferentes fuentes (variabilidad natural, modelos globales/regionales, escenarios de emisión).
- En lugar del enfoque estándar (escenarios emisión → modelos globales → regionalización), para horizontes temporales próximos (2030-2040) quizá sea más razonable construir series sintéticas a partir de observaciones.

Estadístico Análogos

Estadístico Regresión

Dinámico Euro-CORDEX



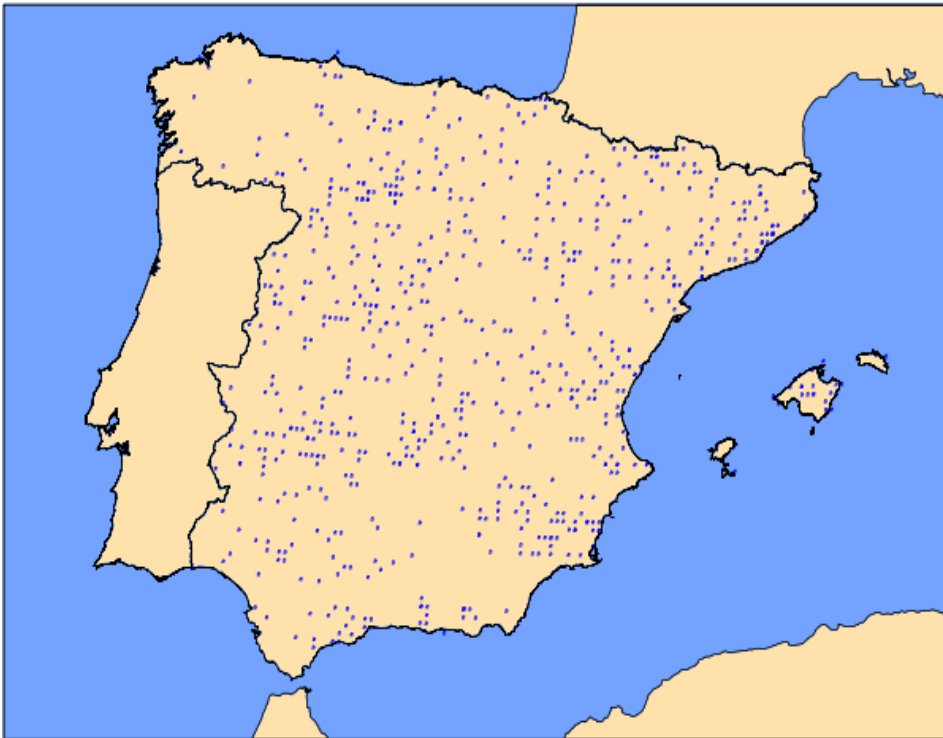
Precipitación intensa (PI): fracción de la precipitación total registrada en los días cuya precipitación en 24 h es superior al percentil 95 de la distribución de precipitaciones diarias (superiores a 1 mm) en un periodo de referencia. Los cambios se expresan en porcentaje respecto al periodo de referencia.

Consideraciones generales sobre inundaciones utilizando datos observacionales y proyecciones

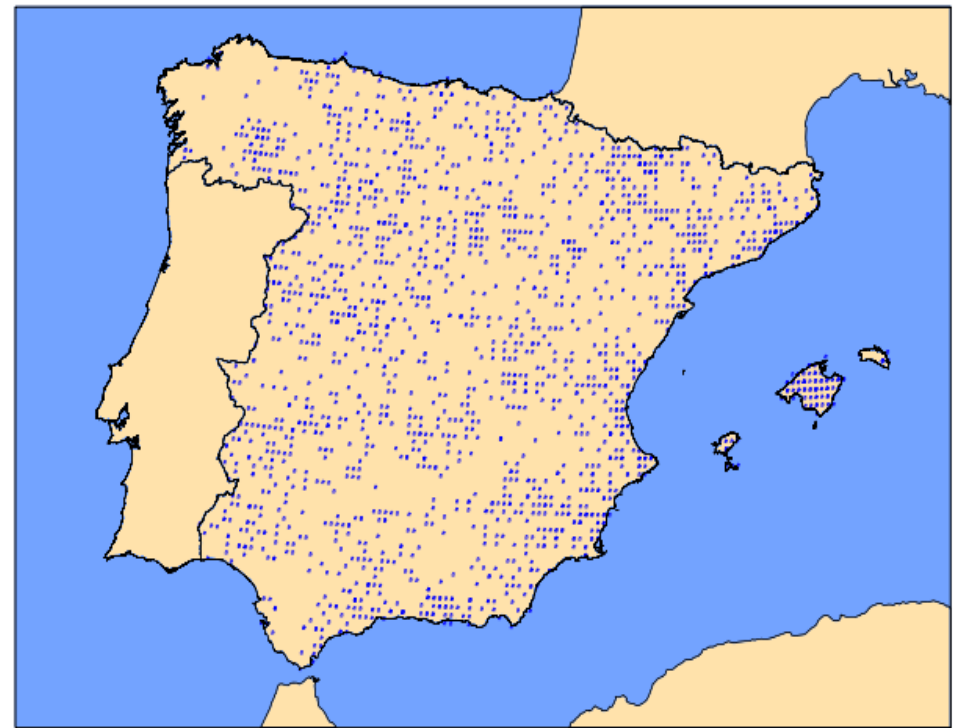
- **Datos observacionales de precipitación:** a) in situ (alta resolución temporal, baja resolución espacial); b) in situ estaciones automáticas (series cortas, datos subsidiarios); c) radar (alta resolución espacial, necesario correcciones.) .
- **Datos proyecciones:** a) incertidumbres procedentes de muchas fuentes (escenario emisión, modelos globales, regionalización); b) insuficiente resolución temporal

Resolución espacial (I)

Distribución espacial de observaciones disponibles en la fecha: 1951/01/01



Distribución espacial de observaciones disponibles en la fecha: 1991/01/01



(Peral et al. 2017)

Resolución espacial (II): observaciones vs rejillas

- Rejilla 5 km utilizando el algoritmo de análisis de superficie (HIRLAM-SPAN) basado en interpolación óptima estadística (1950-2016)
- Aplicación de regionalización estadística a puntos de una rejilla (proyecto CLIMPY)

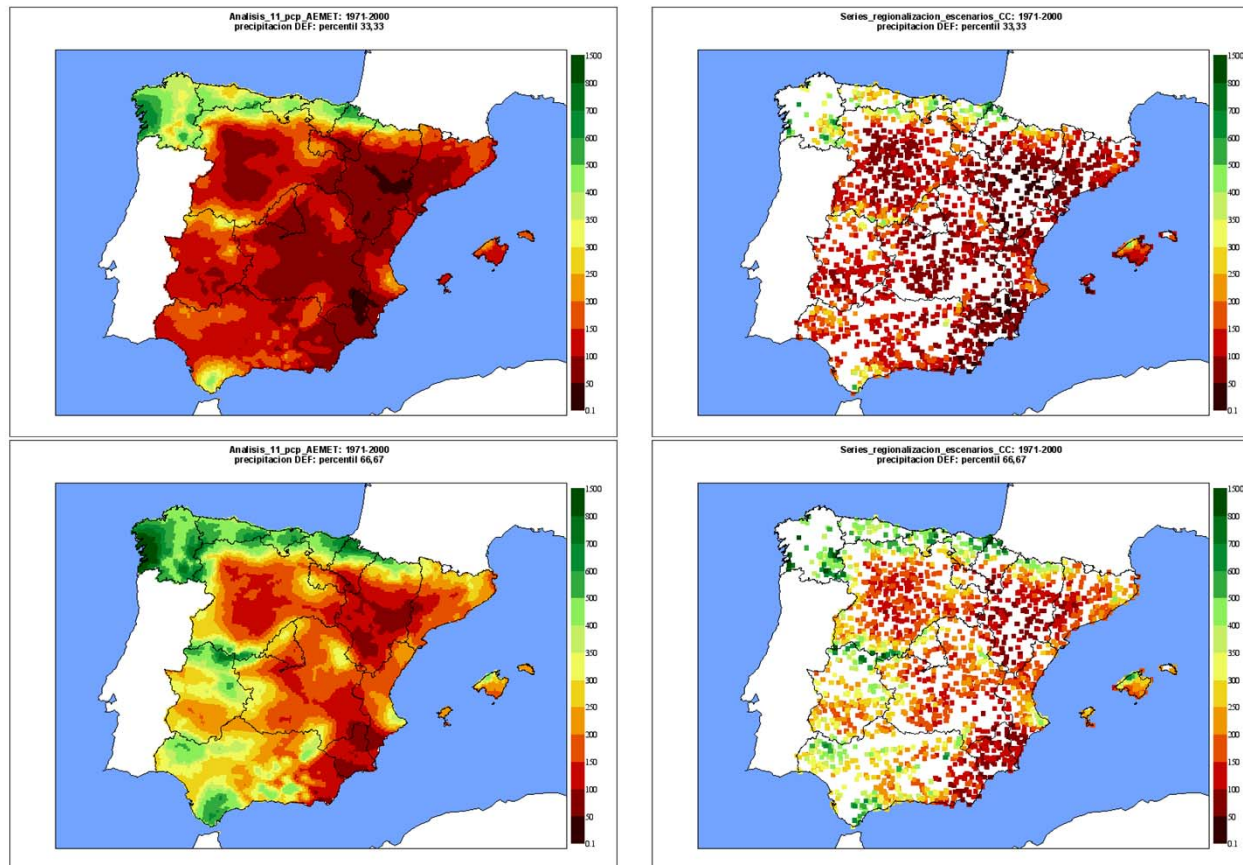


Figura 14: Terciles inferior (arriba) e superior (abajo) de la precipitación en invierno utilizando los datos de precipitación en rejilla (izquierda) y el conjunto de observaciones utilizado para generarla (derecha). Período de referencia 1971-2000.

(Peral et al. 2017)

Cuestiones a discutir/decidir sobre el enfoque del proyecto

- **Horizonte temporal** del proyecto
- **Cobertura geográfica. Resolución espacial**
- Utilización de **datos** de proyecciones **existentes** (rejilla o puntual con resolución diaria) o generación de datos nuevos específicamente adaptados a la finalidad del proyecto.
- Información **meteo/clim imprescindible, deseable, etc**
- **Recursos** para el proyecto