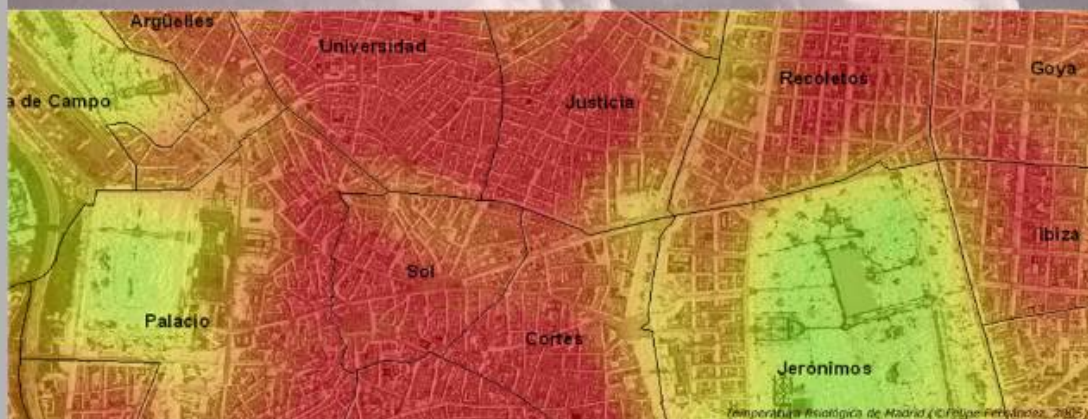


VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CLIMATOLOGÍA

CLIMA, CIUDAD Y ECOSISTEMAS

Cambio climático e impacto en países ibéricos e iberoamericanos



Salón de Actos del Edificio del Rectorado
Universidad Autónoma de Madrid

24-26 noviembre 2010

Información: 91.497.67.63/
Fax 91.497.40.42
congreso@cecl-uam.es
www.aechm.org

Organizan:



Colaboran:



Modelización del sistema climático a escala regional: aplicaciones e incertidumbres

Juan Pedro Montávez Gómez

Grupo de Modelización Atmosférica Regional
Departamento de Física
Universidad de Murcia

VII Congreso de la Asociación Española de Climatología
Madrid 2010

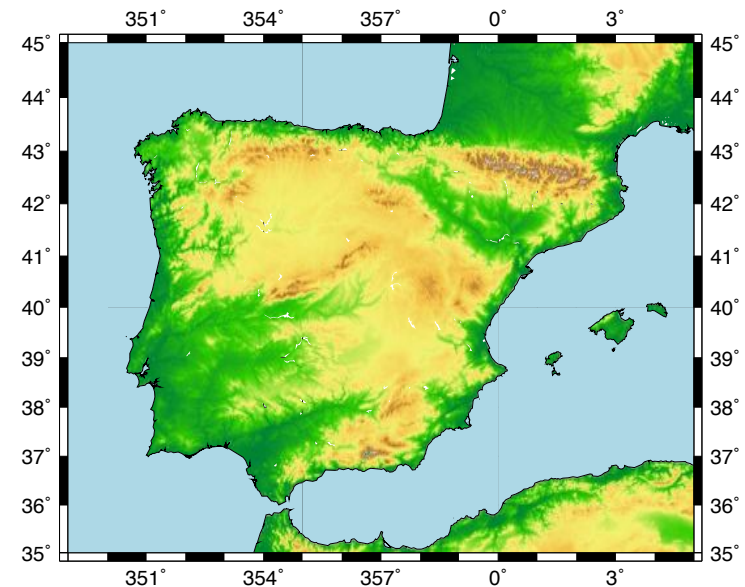
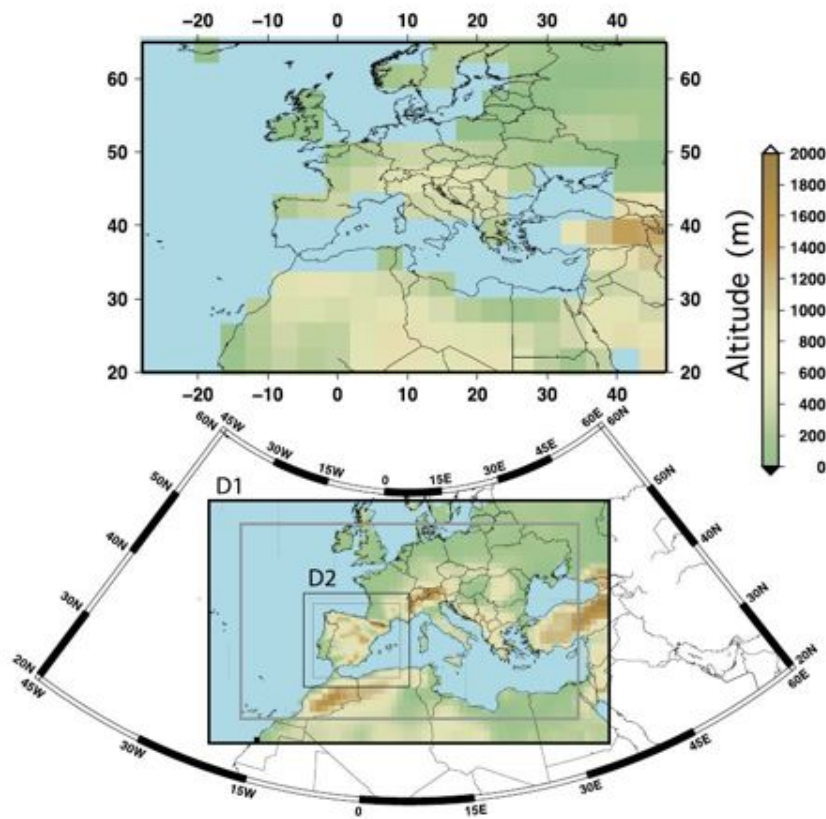
Outline

- 1 Introduction
 - Necesidad de Regionalización
 - Modelos dinámicos regionales: avances
 - Modelos dinámicos Regionales: estructura
- 2 Aplicaciones
 - ¿Para que podemos usarlo?
 - Aplicaciones directas
 - Aplicaciones indirectas
- 3 Incertidumbres
 - Fuentes de incertidumbre
 - Clima presente
 - Proyecciones de cambio climático

Modelos y regionalización

- 1 Introduction
 - Necesidad de Regionalización
 - Modelos dinámicos regionales: avances
 - Modelos dinámicos Regionales: estructura
- 2 Aplicaciones
- 3 Incertidumbres

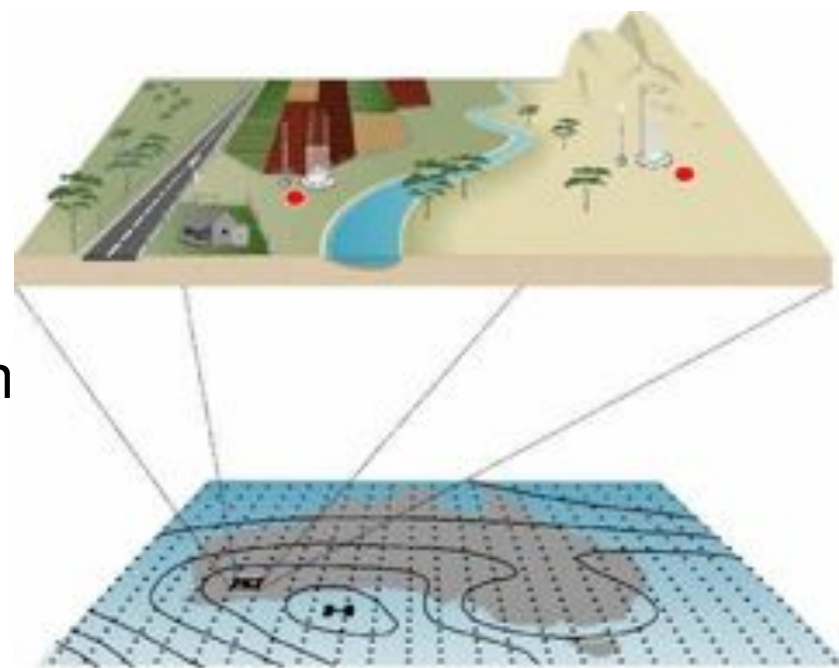
Necesidad de regionalización



Técnicas de regionalización

Dos fórmulas distintas para afrontar el mismo problema:

- **Regionalización estadística.** Buscar relaciones estadísticas entre la circulación a gran o mayor escala y variables meteorológicas locales.
- **Regionalización dinámica.** Resolución de las ecuaciones que rigen el comportamiento atmosférico (y de otros componentes del sistema climático) a una mayor resolución espacial y normalmente sobre un área limitada.



Técnicas de regionalización estadísticas

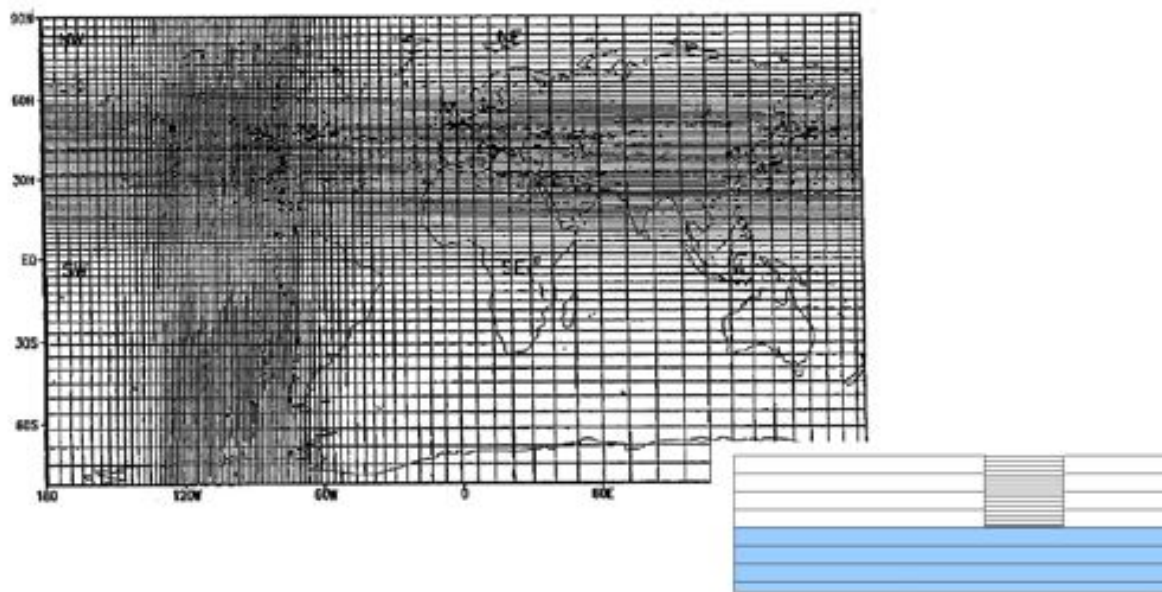
Varias formas de afrontar el problema:

- Diferentes escalas temporales: estacional, mensual, diario.
- Diversos métodos: probabilistas y deterministas, que a su vez::
 - 1 Lineales: Regresión, correlación canónica, etc ...
 - 2 No lineales: Análogos, redes neuronales, redes bayesianas, etc ...



Fórmulas para alcanzar mayor resolución mediante métodos dinámicos

- Experimentos *time slice*
- Experimentos de resolución variable
- **Anidamiento** (unidireccional y bidireccional)



Regionalización estadística vs climática

Method provides:	Dynamical downscaling	Statistical downscaling
Station-scale information	No	Yes
Grid-box information	Yes	Yes
European-wide information	Yes	Some methods
Daily time series	Yes	Yes – for 'daily' methods
Temperature and rainfall values which are physically consistent with each other on a daily/seasonal basis	Yes, in theory	Some methods available
Physically and spatially consistent values for multiple sites	Yes, in theory	A few methods available
Information at sites with no observations	Yes	No
Method requirements:		
Computing resources	High	Medium/low
Volume of data inputs	High	Medium/low
Availability of input data	Currently restricted to a few global climate models	Medium/low for observed data

Importante: ¿que sucede en climas perturbados?
Probablemente los modelos dinámicos tengan más que decir.

Factores que han influido en el aumento del uso de RCM

En los últimos años: espectacular crecimiento de grupos que usan modelos regionales de anidamiento unidireccional.

- Liberación de códigos de modelos y modelos comunitarios.
- Incremento del poder computacional.
- Herramientas de postproceso.
- Mejor y mayor acceso a datos de GCMs.
- y otros

Ejemplos de modelos meteorológicos y climáticos regionales

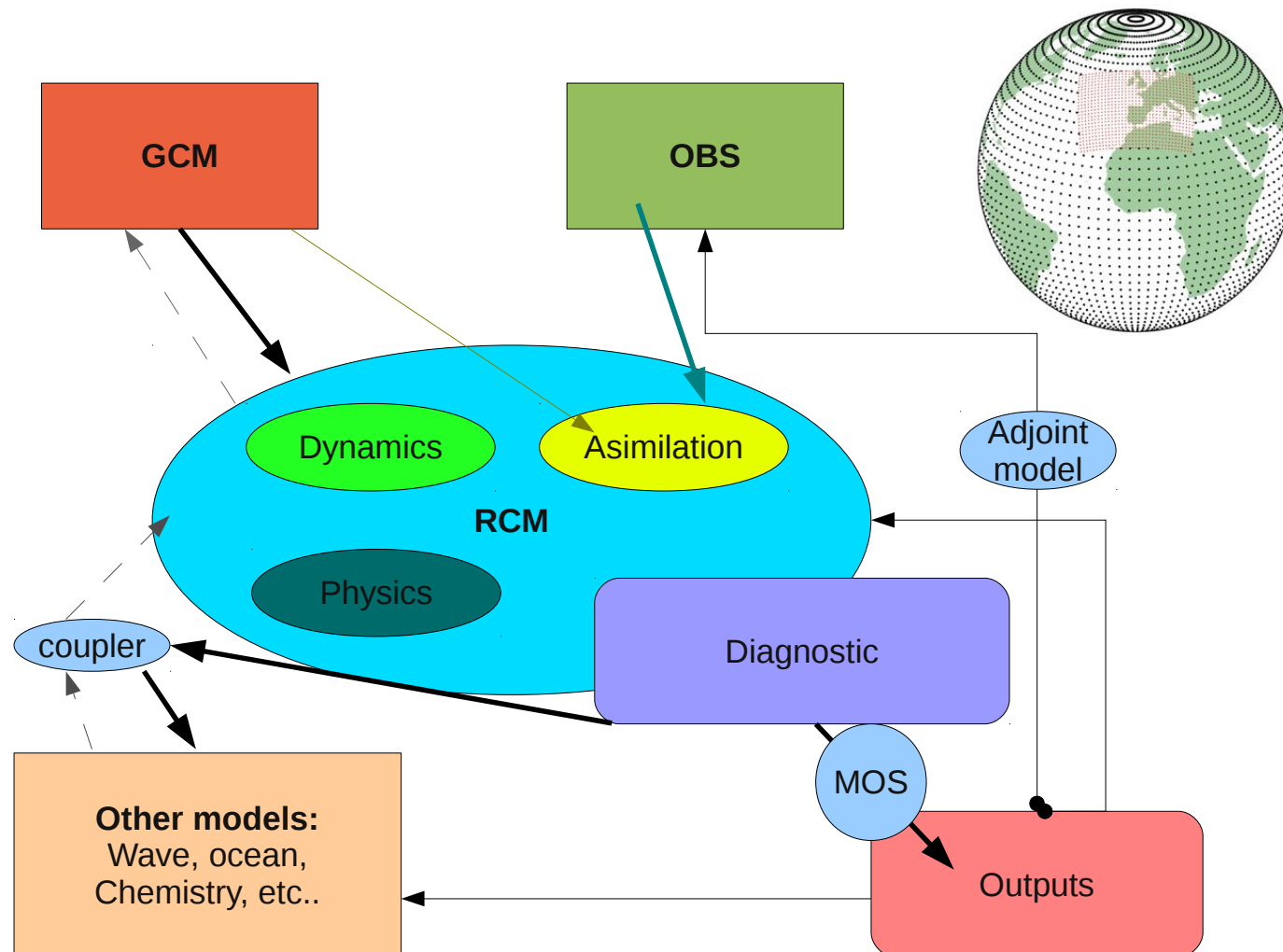
Prácticamente todos los modelos climáticos regionales han nacido o son modelos meteorológicos regionales.

- Americanos: WRF, MM5, RAMS, ETA, etc ..
- Europeos: PROMES, HIRLAM, HIRHAM, REMO, LM, RegCM3, CLM, ALADIN, RCA, etc ..

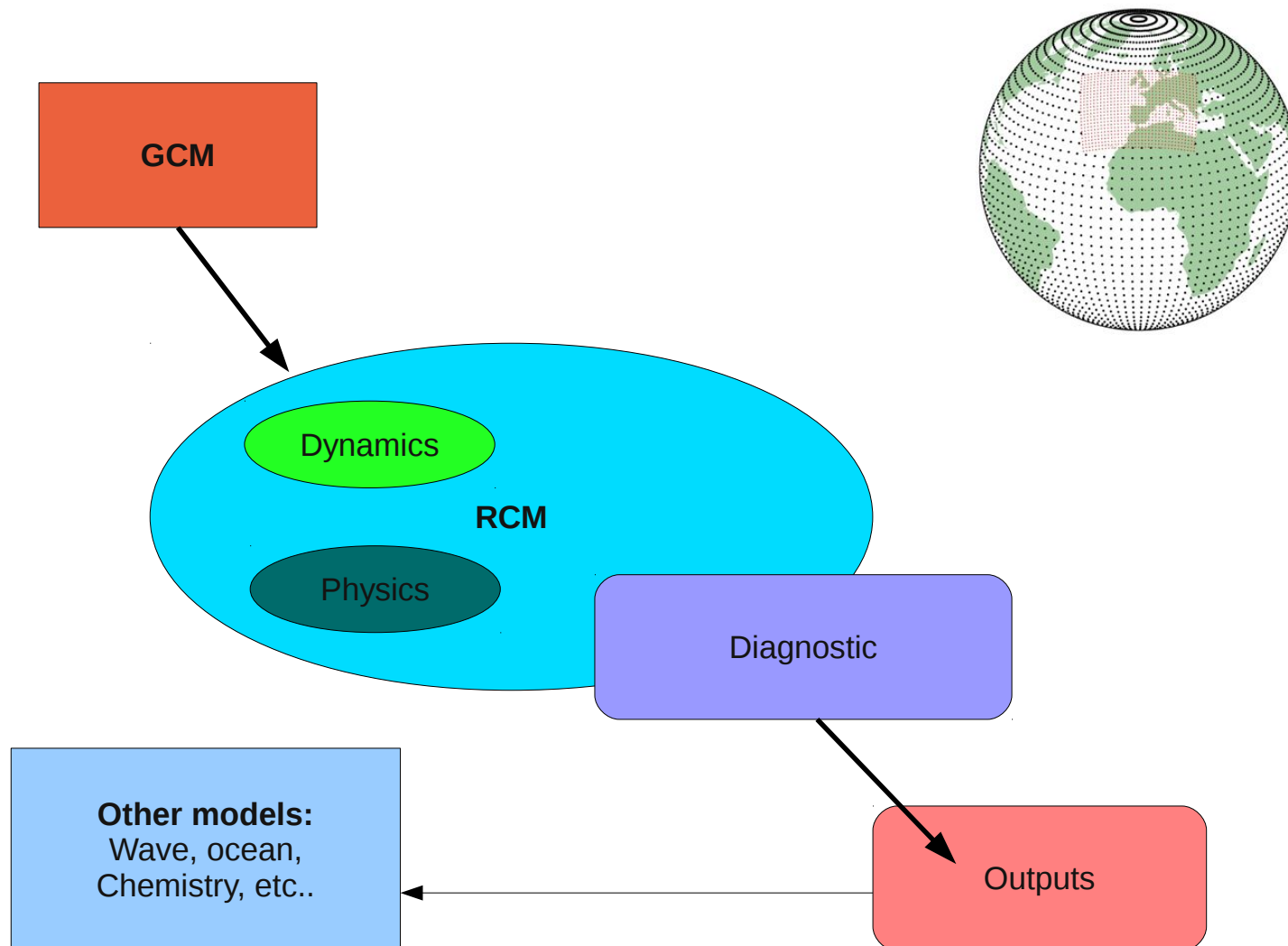
Integraciones climáticas frente a meteorológicas

- Spin-up
- Condiciones superficiales
- Condiciones iniciales
- Asimilación ... depende!!!
- Resolución

Sistema de modelado regional



Sistema de modelado regional más usual



1 Introduction

2 Aplicaciones

- ¿Para que podemos usarlo?
- Aplicaciones directas
- Aplicaciones indirectas

3 Incertidumbres

Aplicaciones

¿Para que podemos usar un modelo dinámico regional?

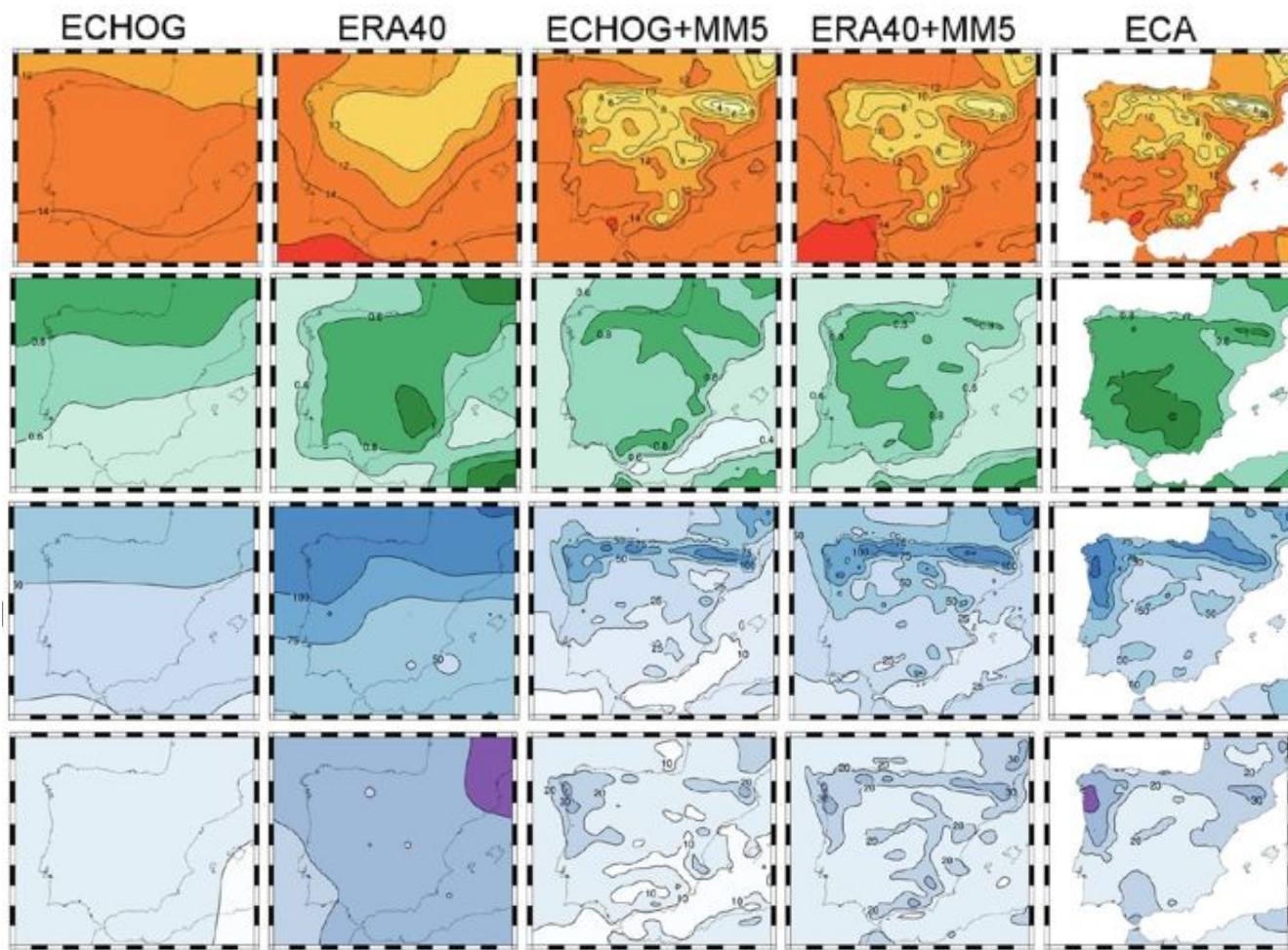
Para cualquier aplicación que demande datos meteo o climáticos.

Las podemos clasificar en:

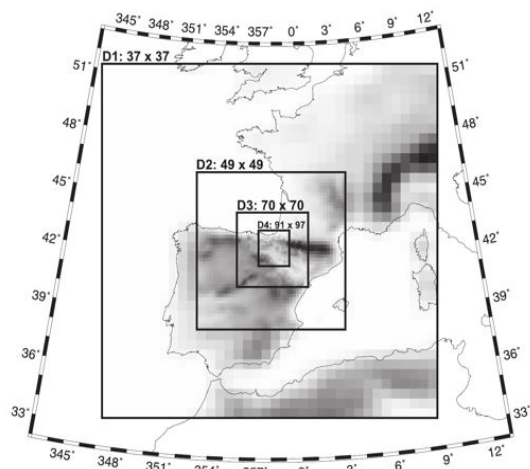
- Escalas de tiempo: Meteorológicas o climáticas
- Salidas producto final: Directas o indirectas
- Finalidad: Operativas o investigación. Y dentro de investigación.
 - 1 Conocimiento del sistema (sensibilidad).
 - 2 Pronóstico del sistema (respuesta a forzamiento, variabilidad interna, etc).

Valor añadido de un modelo regional

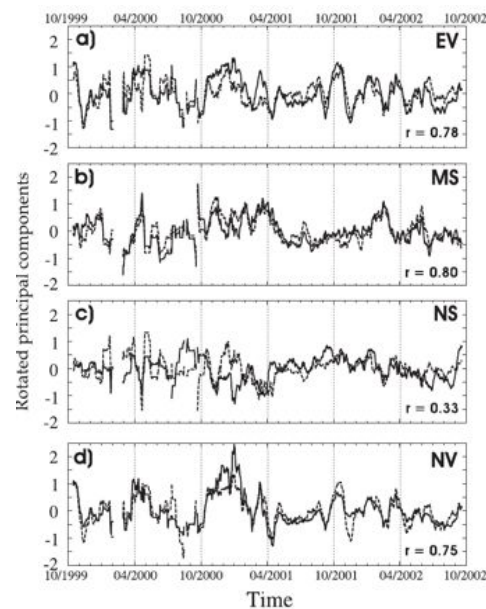
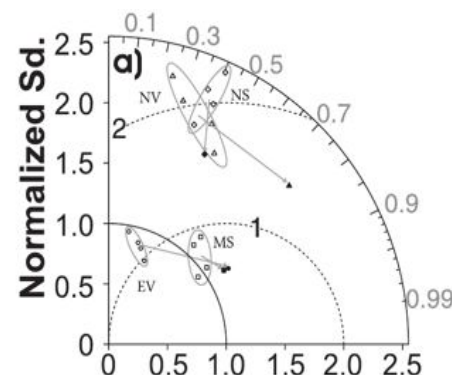
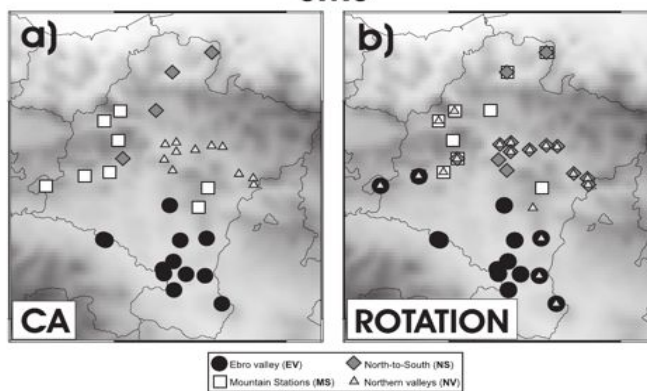
T , $\sigma(T)$, P y $\sigma(P)$ en primavera



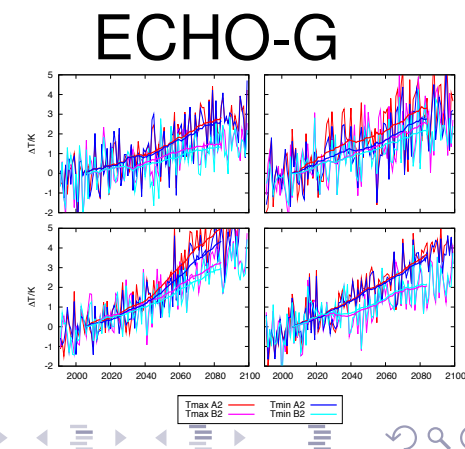
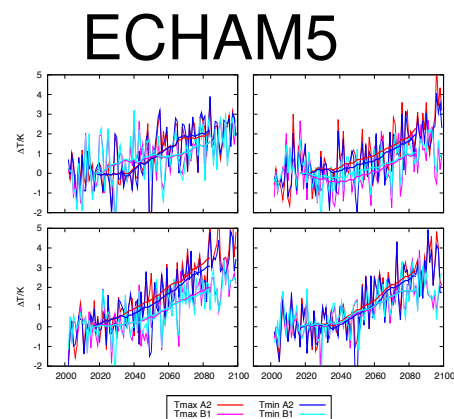
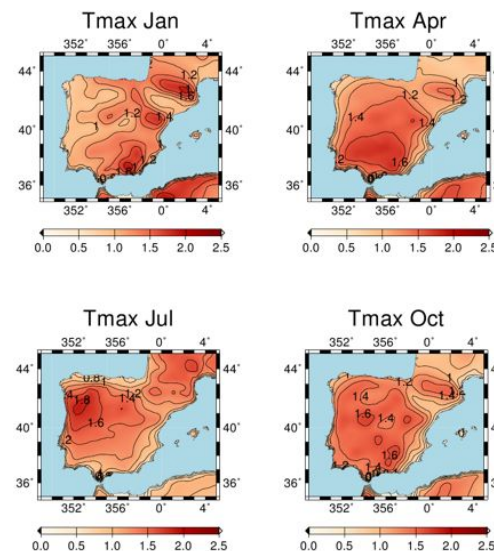
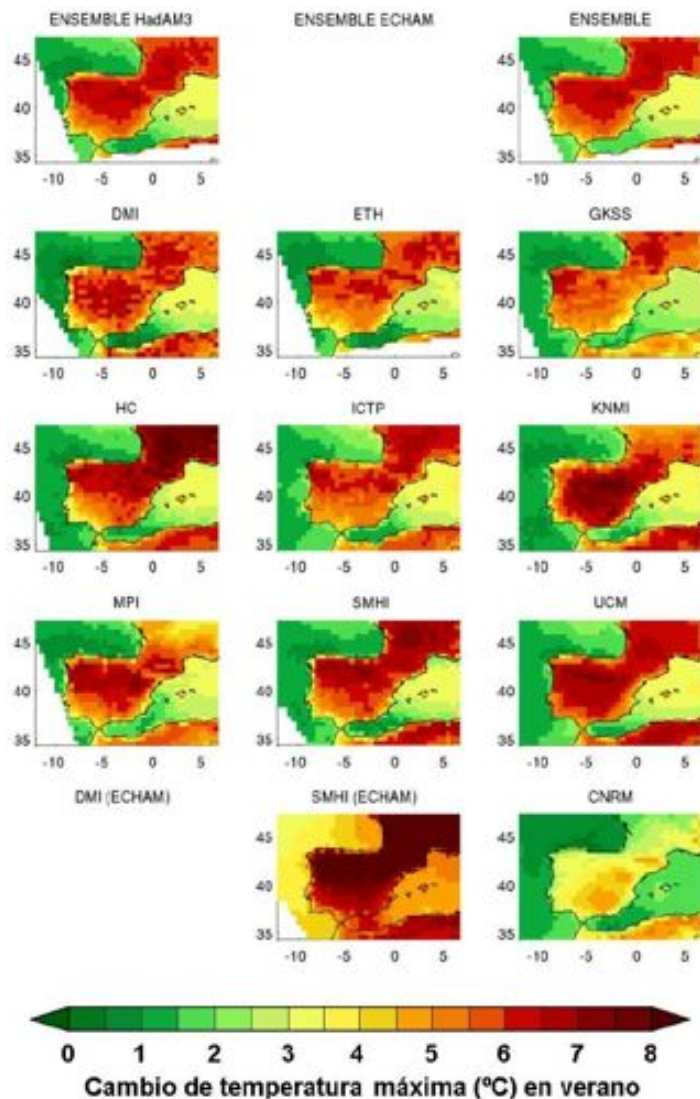
Valor añadido de un modelo regional



SMS

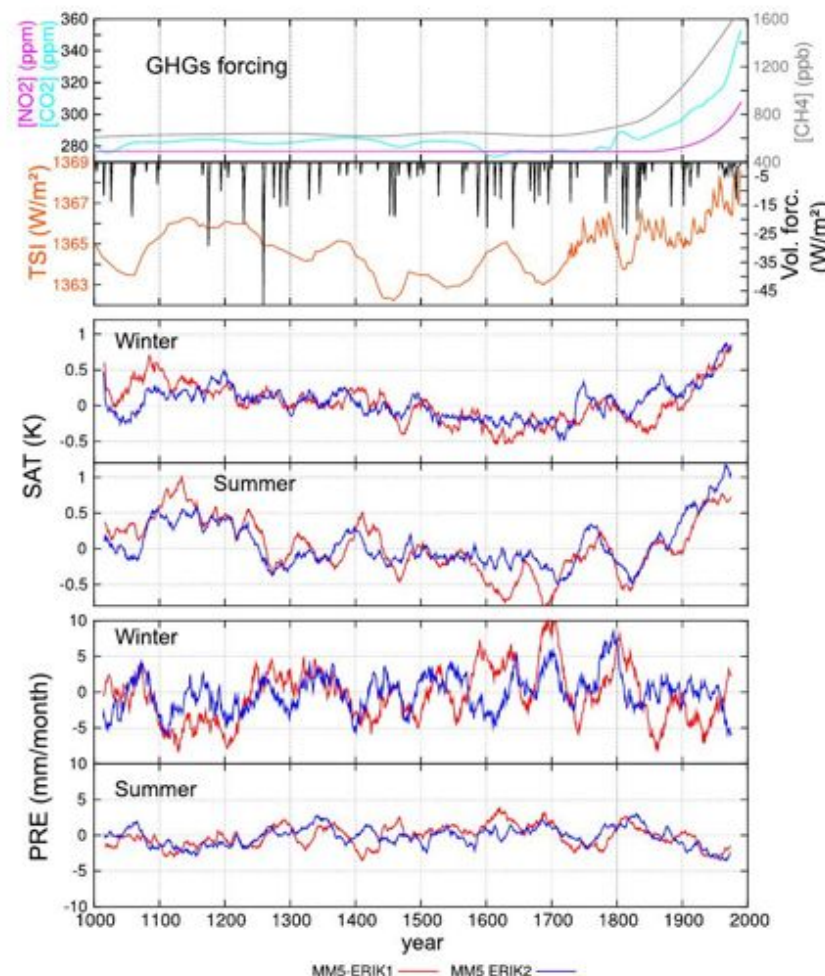
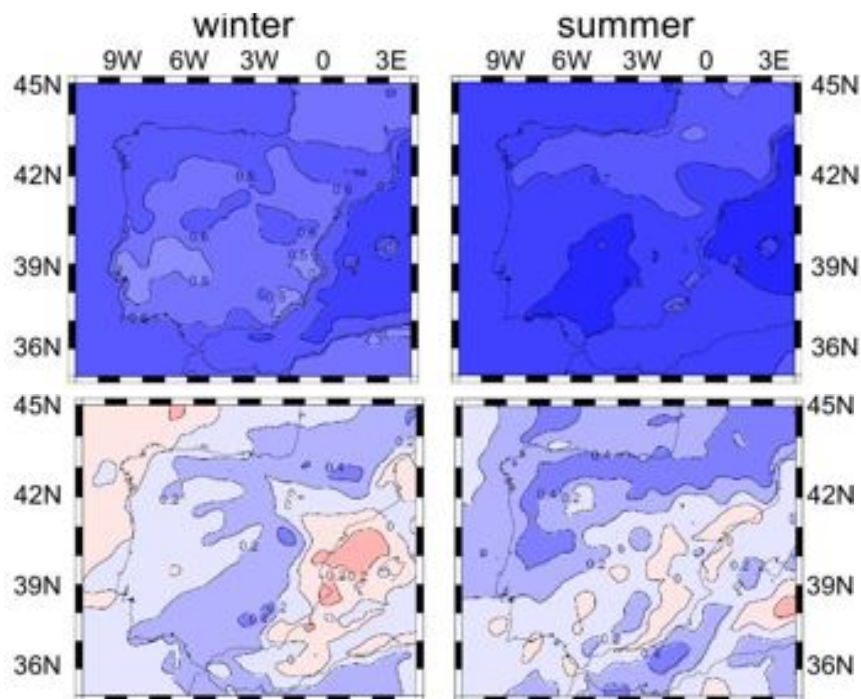


Ejemplos de aplicaciones directas: cambio climático

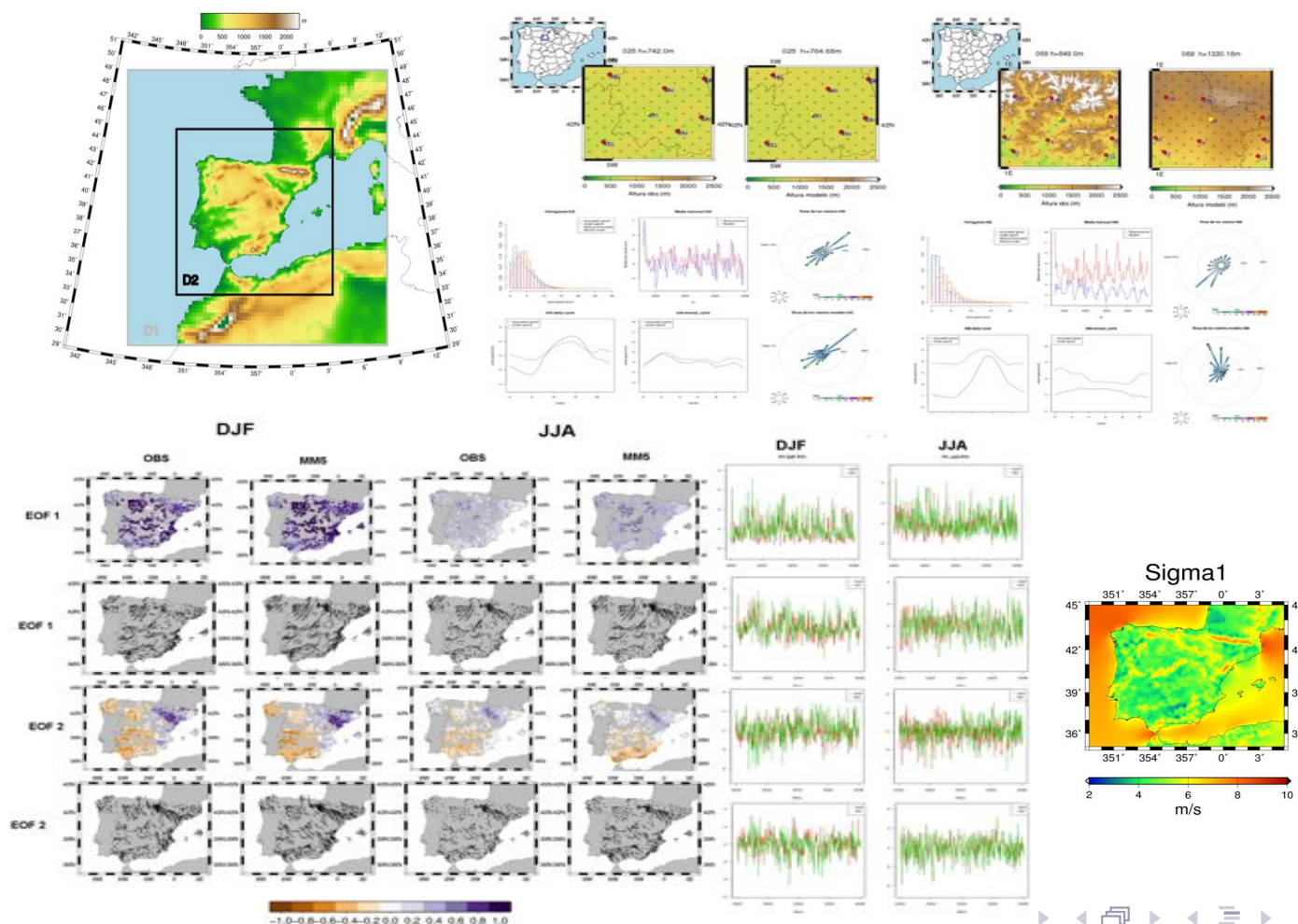


Ejemplos de aplicaciones directas: paleoclima

- Testear métodos de reconstrucción (pseudorealidad)
- Contrastar consistencia física de reconstrucciones.
- Búsqueda de áreas más sensibles al forzamiento externo.

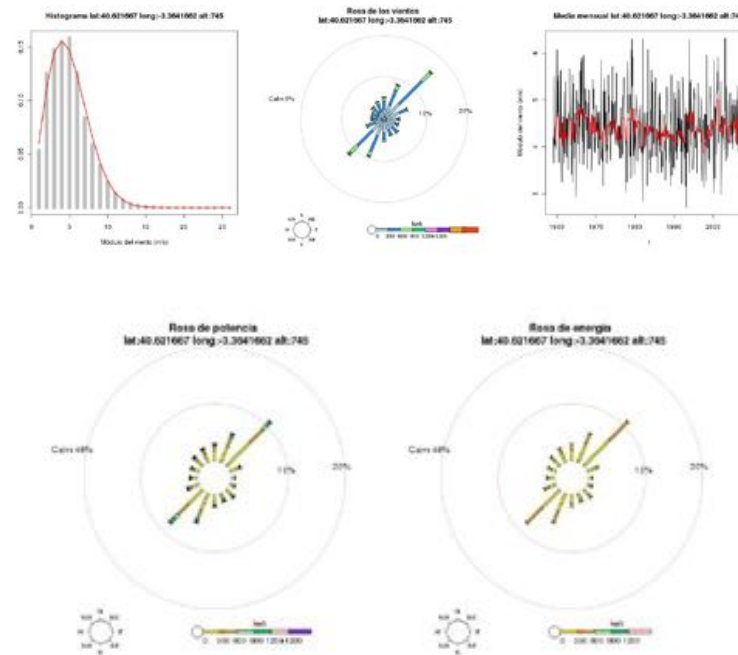
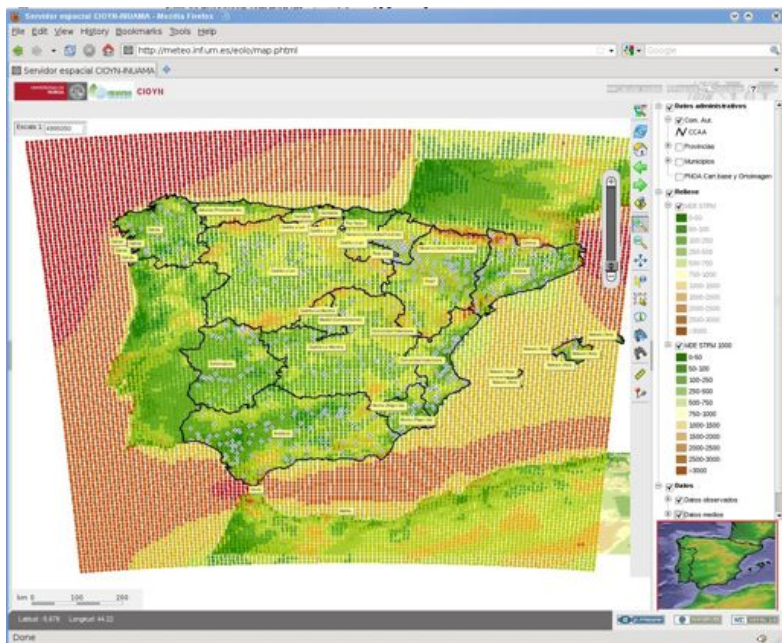


Ejemplos de aplicaciones directas: creación de bases de datos pseudoreales



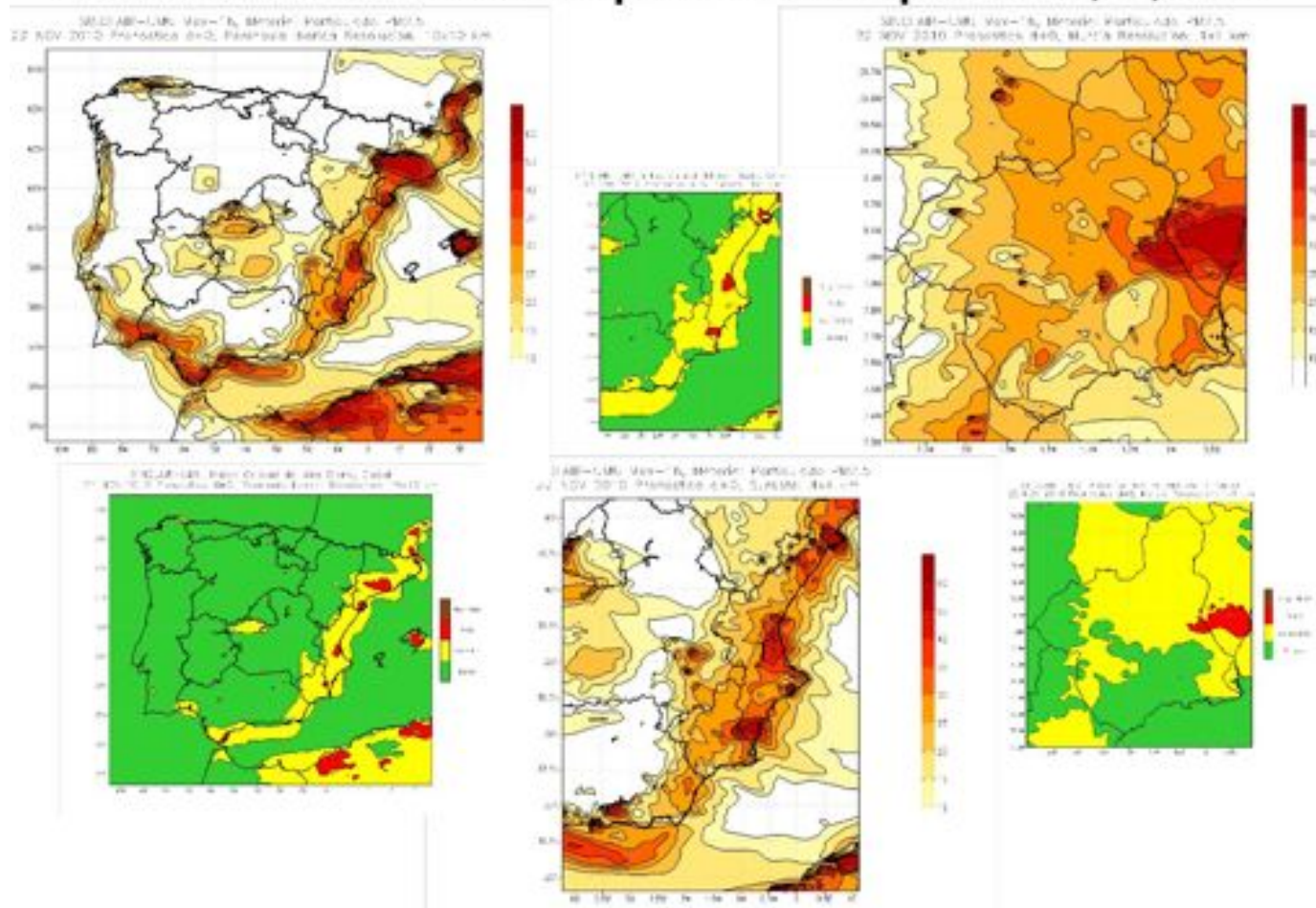
Ejemplos de aplicaciones indirectas: viento

- Mapa eólico IDAE
- Mapa eólico CENER
- Mapa eólico EOLMAP (UM-UCM-CIEMAT)



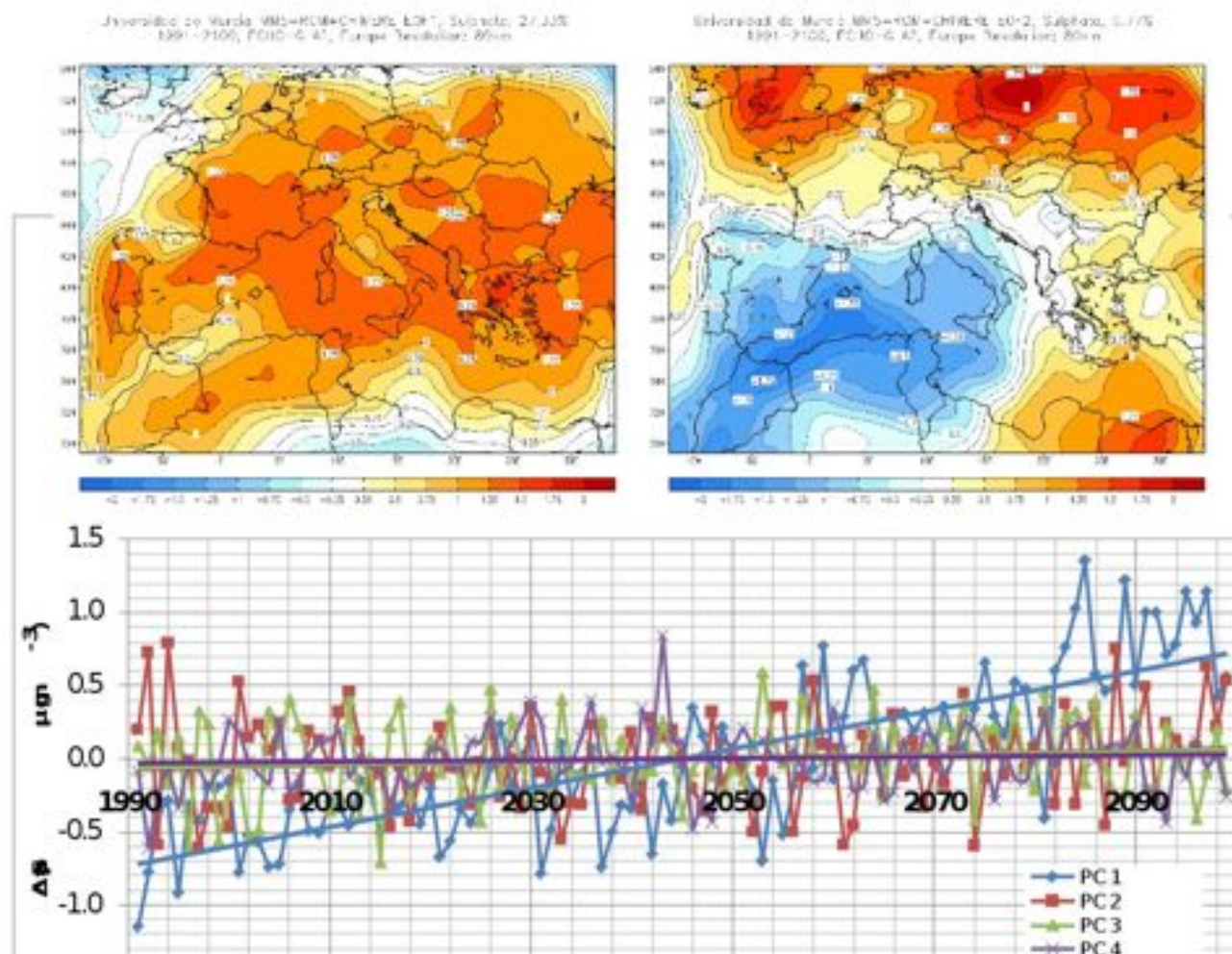
Ejemplos de aplicaciones indirectas: Cont. Atm.

Niveles máximos de material particulado PM2.5 e índices de calidad del aire pronosticados para el 22/11/2010

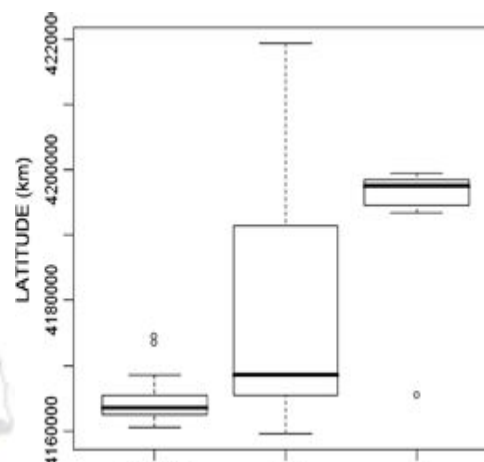
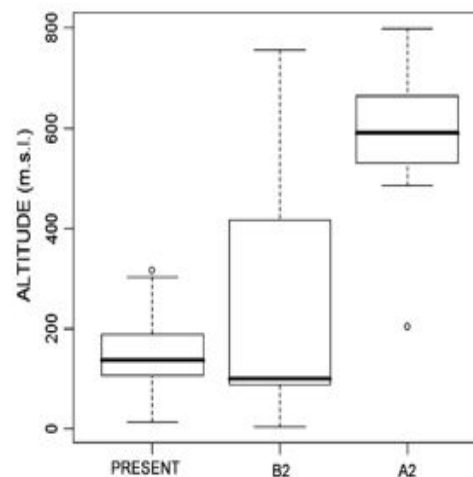
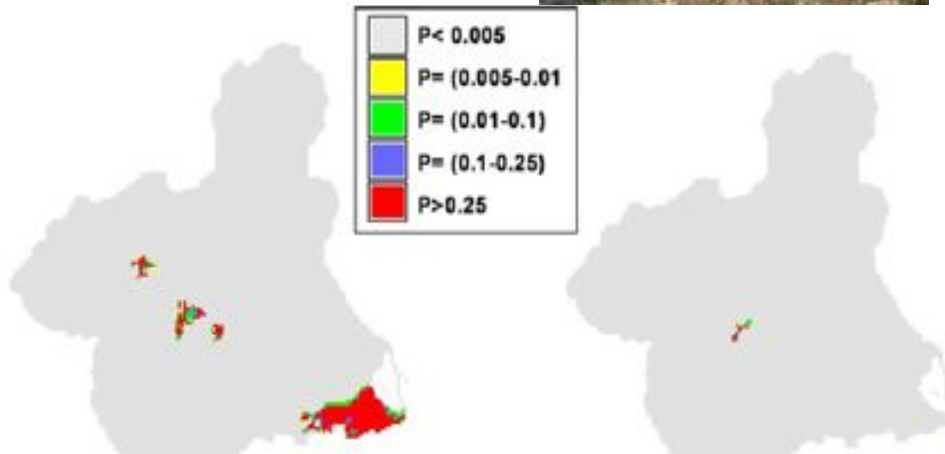
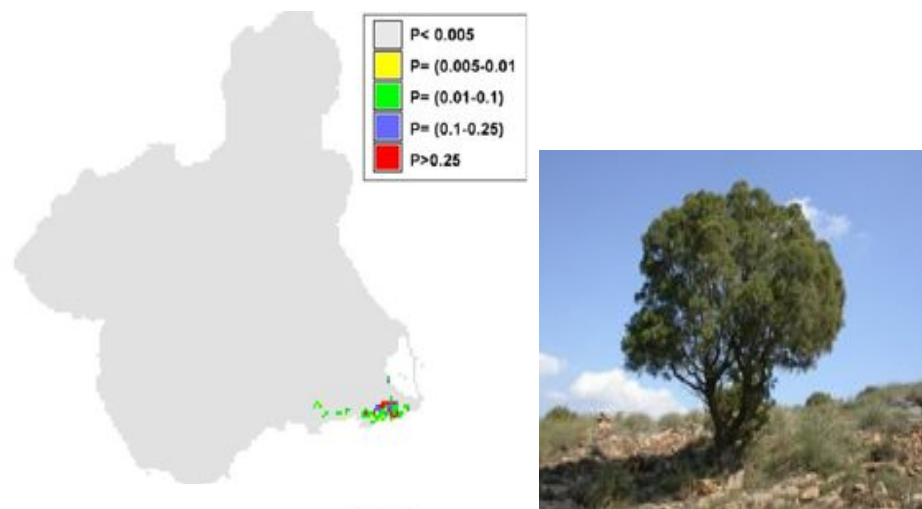


Ejemplos de aplicaciones indirectas: Cont. Atm.

Anomalías del SO₄ para 1991-2100, SRES A2 Componentes principales (PCs): tendencias



Ejemplos de aplicaciones indirectas: *tetraclinis articulata*



Ejemplos de aplicaciones indirectas: otros

- Olas
- Incendios
- Hidrología
- etc ...

1 Introduction

2 Aplicaciones

3 Incertidumbres

- Fuentes de incertidumbre
- Clima presente
- Proyecciones de cambio climático

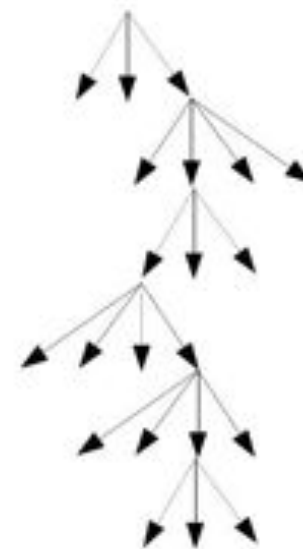
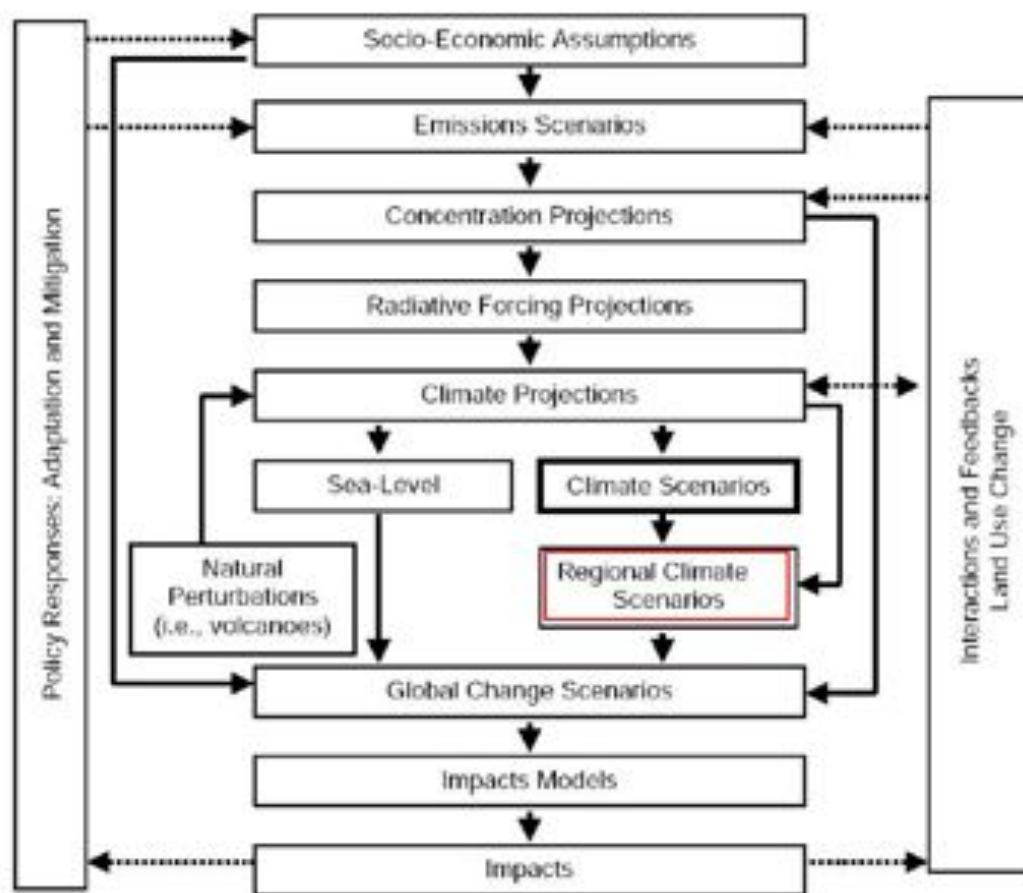
Fuentes de incertidumbre

Prácticamente cualquier parámetro que se modifique provoca cambios en los resultados finales. Incluso asumiendo un código perfecto.

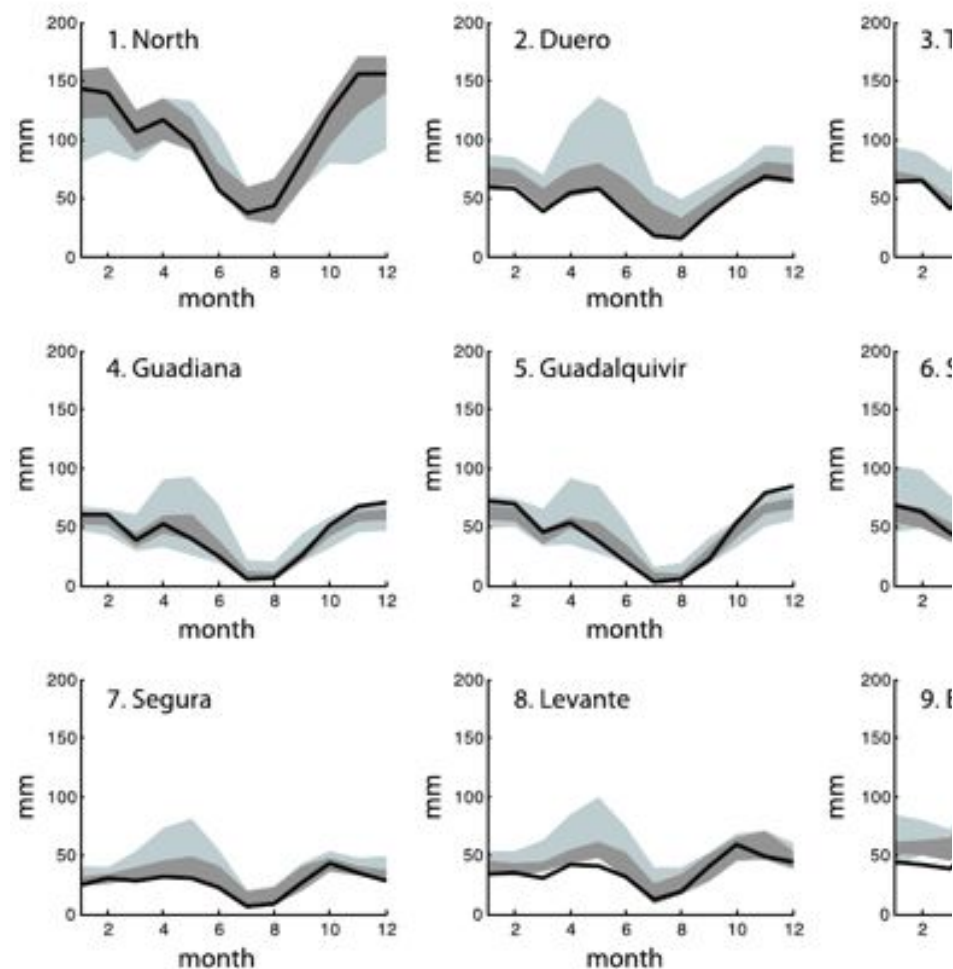
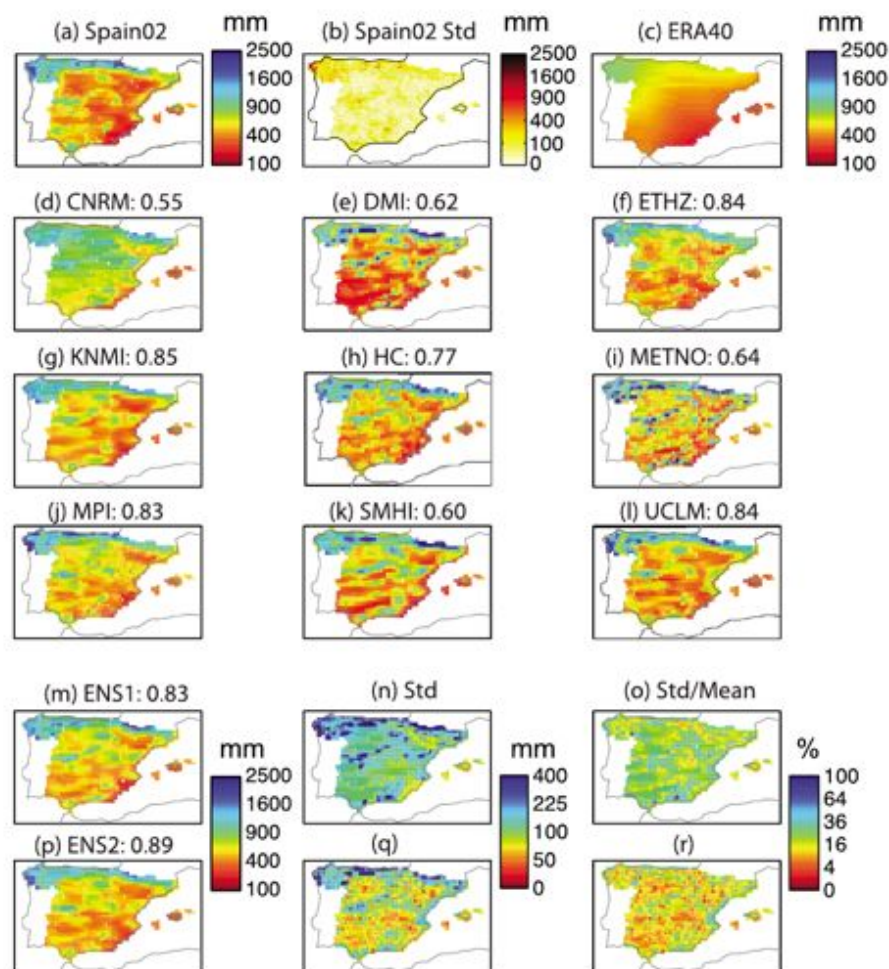
- Condiciones iniciales.
- Métodos de asimilación en frontera, nudging, etc ...
- Tamaño, posición y resolución de los dominios.
- Método de resolución numérica.
- Física del modelo.
- Caracterización del suelo, usos, vegetación.
- Otros: compilador, número de bits,

No todos tienen la misma importancia.
Puede depender de las escalas tiempo.

Fuentes de incertidumbre en proyecciones de cambio climático



Ejemplos incertidumbre presente: multimodelo



Ejemplos incertidumbre presente: multimodelo

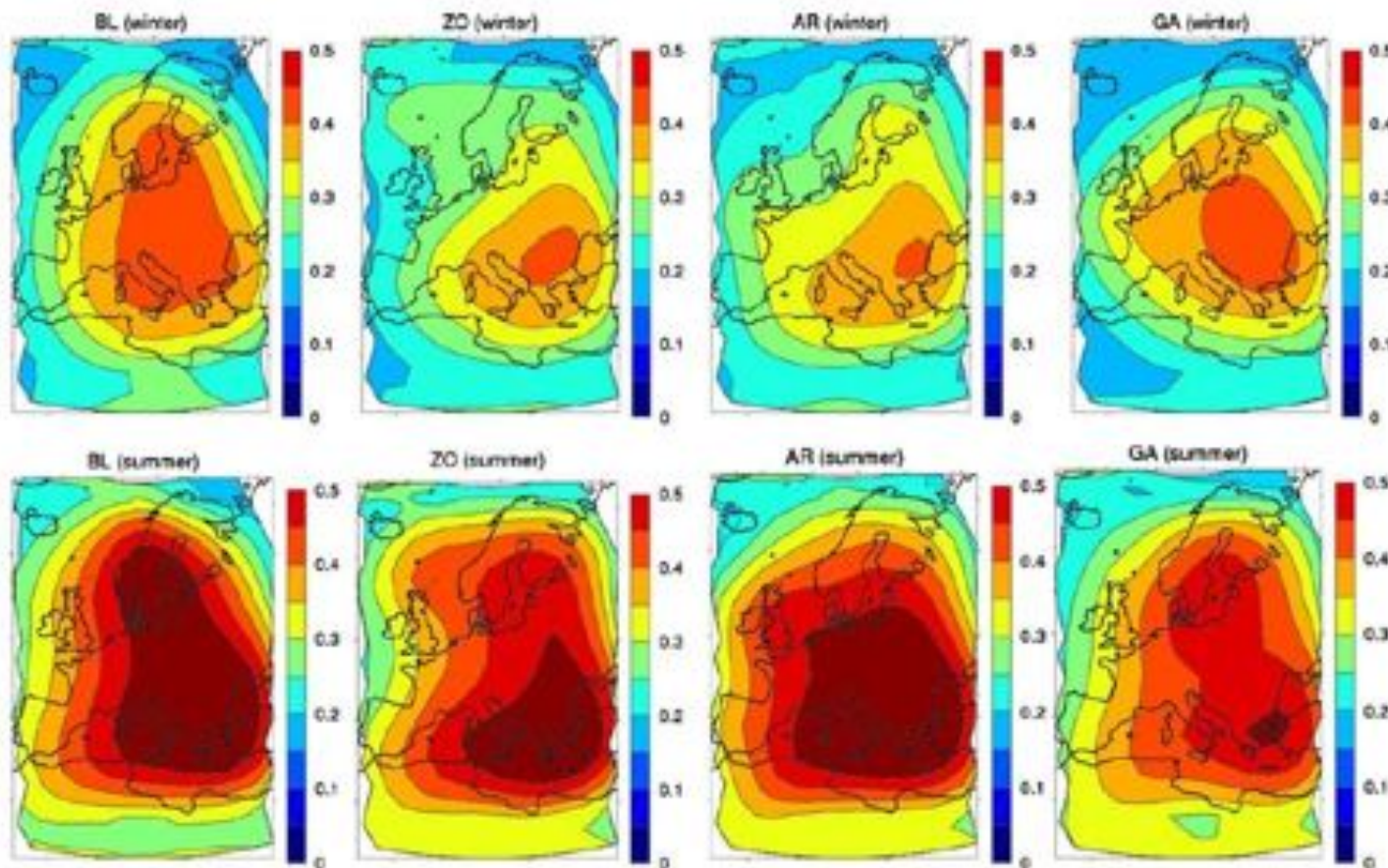
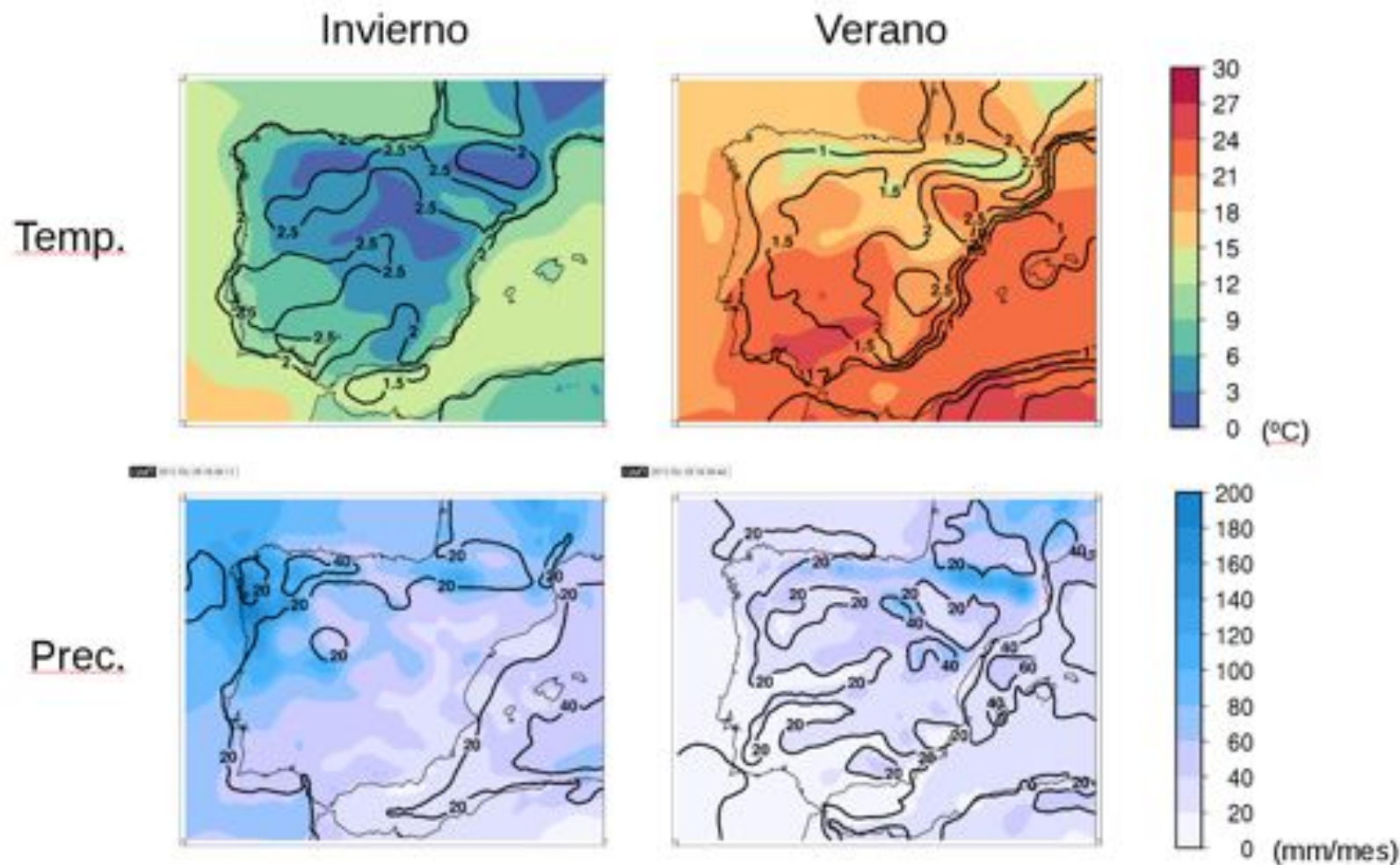
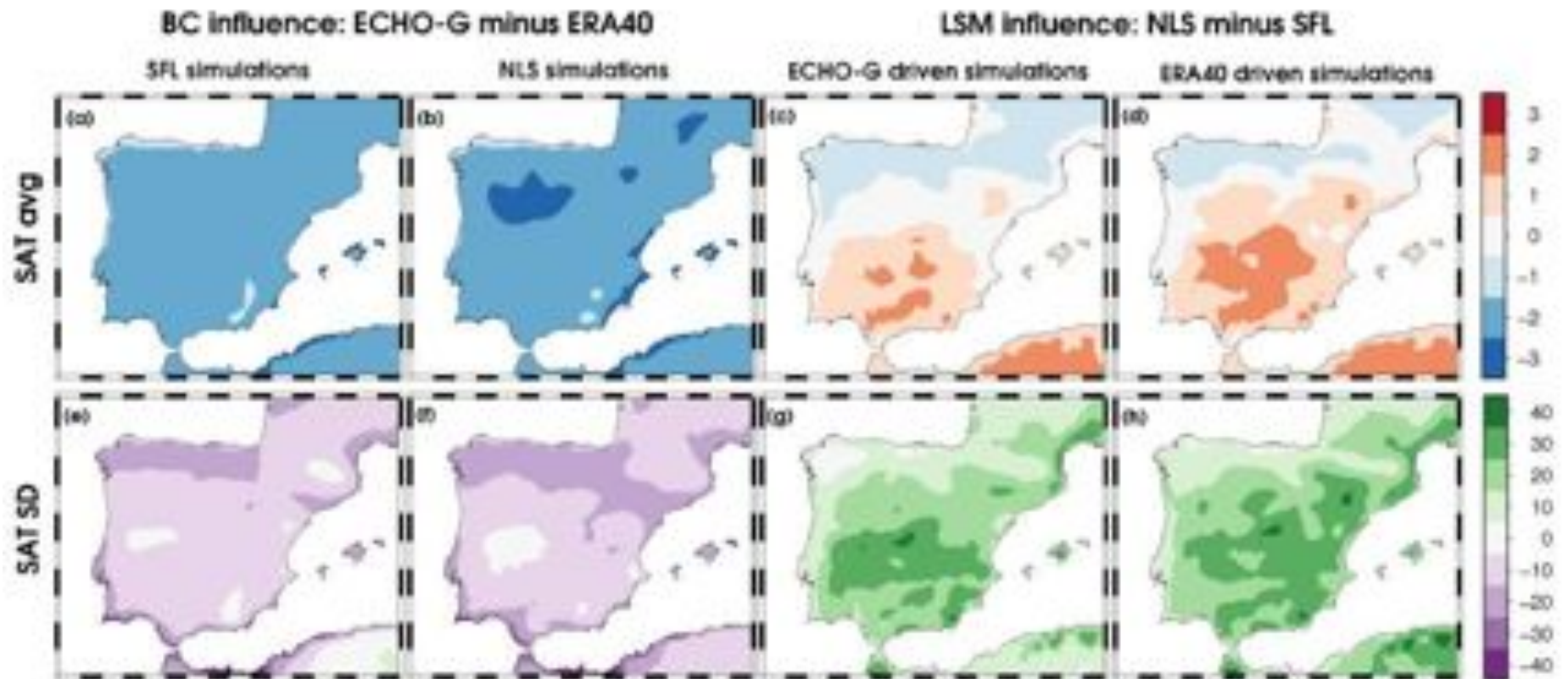


Fig. 11 Relative inter-model spread associated with each weather regime computed from the days belonging to same weather regime for winter and summer

Ejemplos incertidumbre presente: física



Ejemplos incertidumbre presente: suelo



Ejemplos incertidumbre presente: suelo

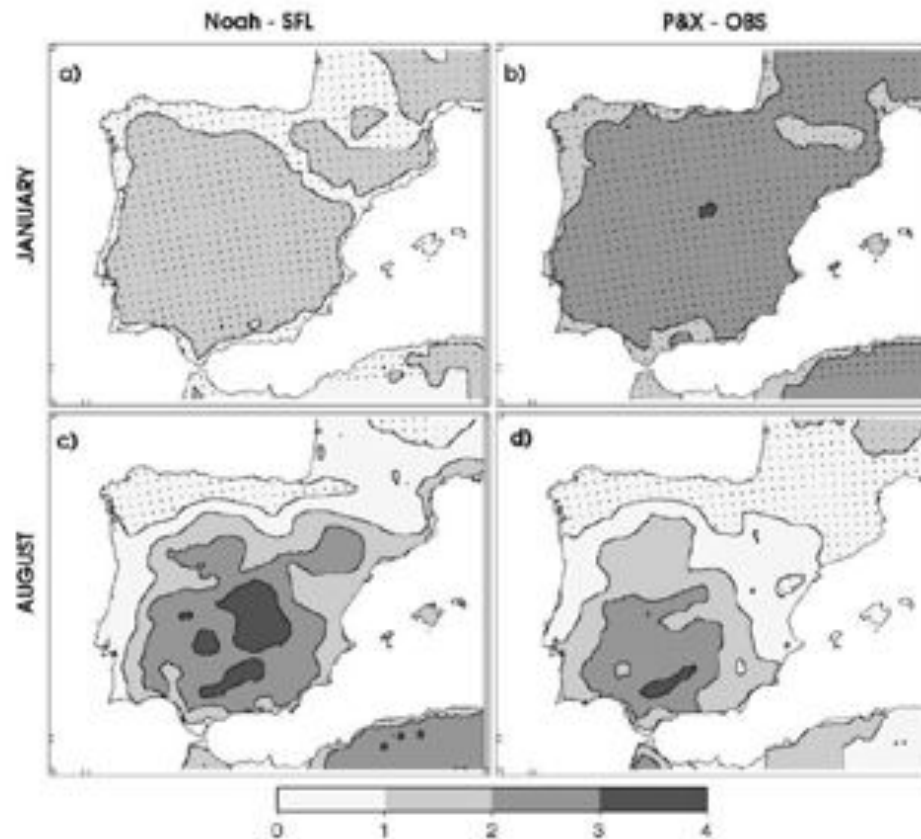
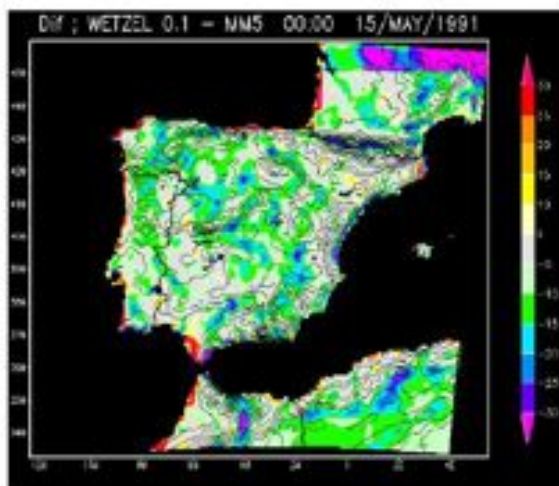
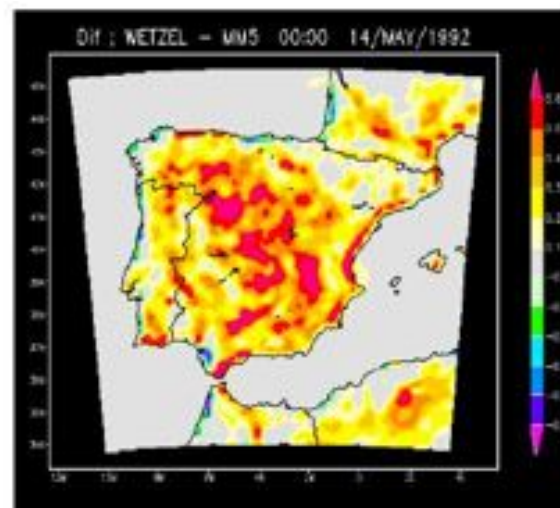


Figure 3: Differences between simulations in the T2M climatologies of January (top) and August (bottom), Noah minus SFL (left column) and P&X minus SFL (right). Contour interval is 1 kelvin. Stippling means negative values. Averaged period 1958–2002.

Ejemplos incertidumbre presente: vegetación

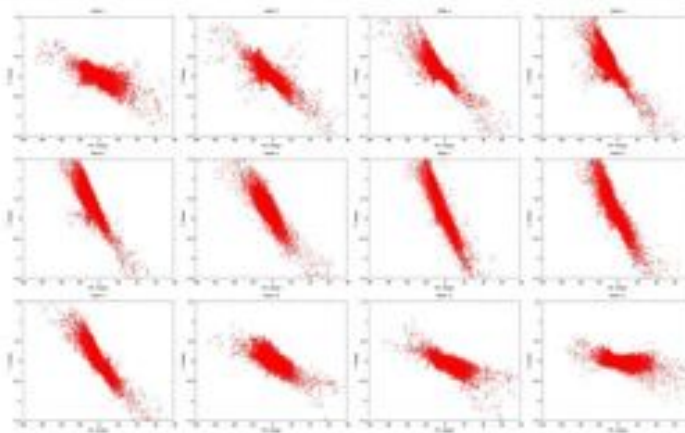


Diferencias Fracción vegetación



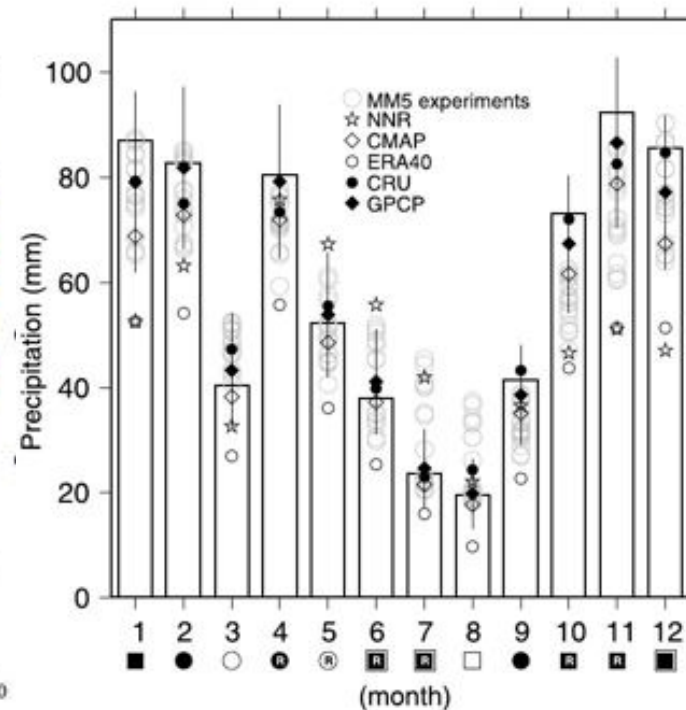
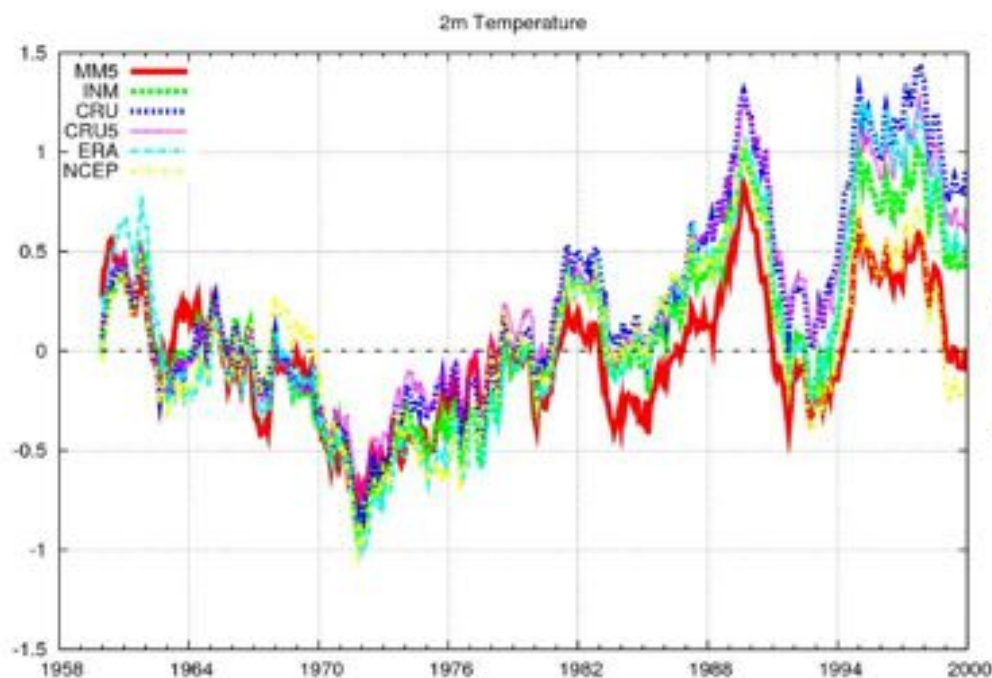
Diferencias temperatura

Relación lineal



Temperatura
suelo

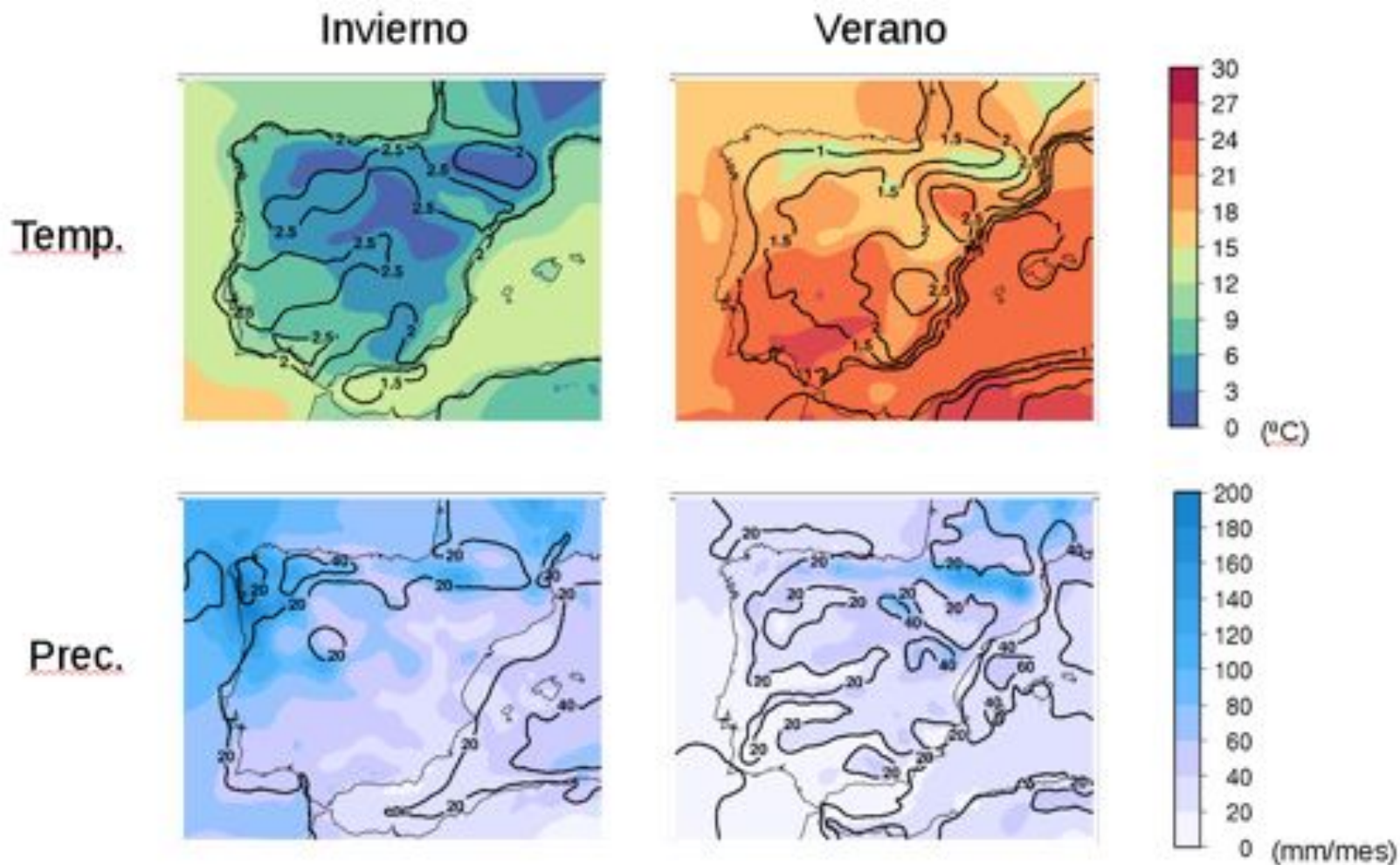
Ejemplos incertidumbre presente: **OBSERVACIONES**



Ejemplos incertidumbre presente: Otros

- Posición del dominio (Miguez-Macho 2007)
- Variabilidad interna (Laprise et al 2002)
- Resolución (Collins 2000)

Ejemplo incertidumbre futuro: Física

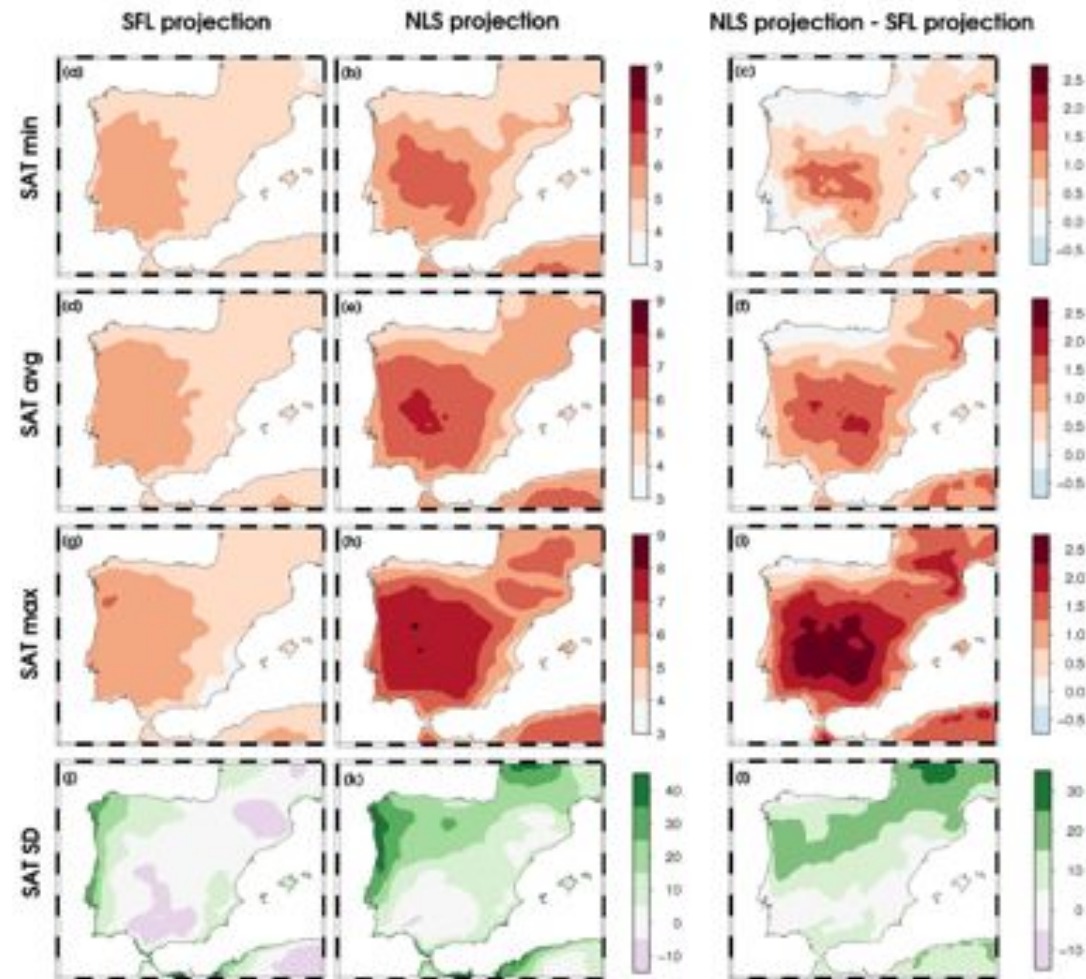


Ejemplo incertidumbre: Multimodelo

Prudence: Temperatura verano. Escenario A2



Ejemplo incertidumbre: Suelo



Conclusiones

- Gran número de aplicaciones de muy distinta índole.
- Gran incertidumbre, no existe el modelo perfecto, y siempre deben ser usados conscientes de sus limitaciones.

Gracias