



Universitat
de les Illes Balears

Laboratori Interdisciplinari
sobre Canvi Climàtic



EXTREMS I CANVI CLIMÀTIC: PERSPECTIVES DE FUTUR

Romu Romero

Col·laboradors: Maria Cardell, Arnau Amengual, Víctor Homar, Climent Ramis

EXTREMO

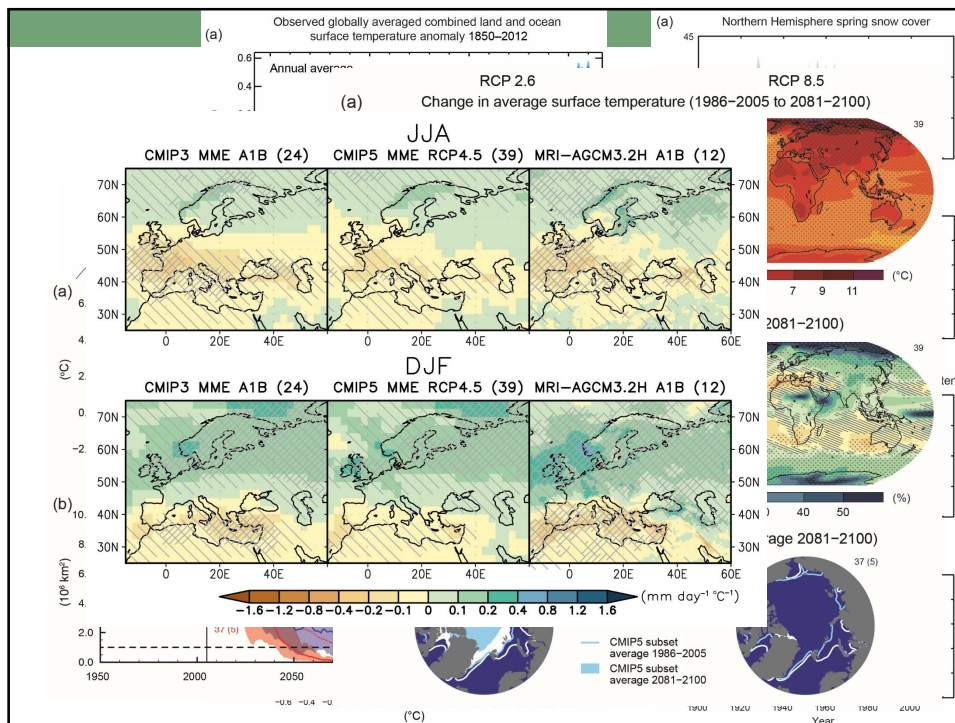
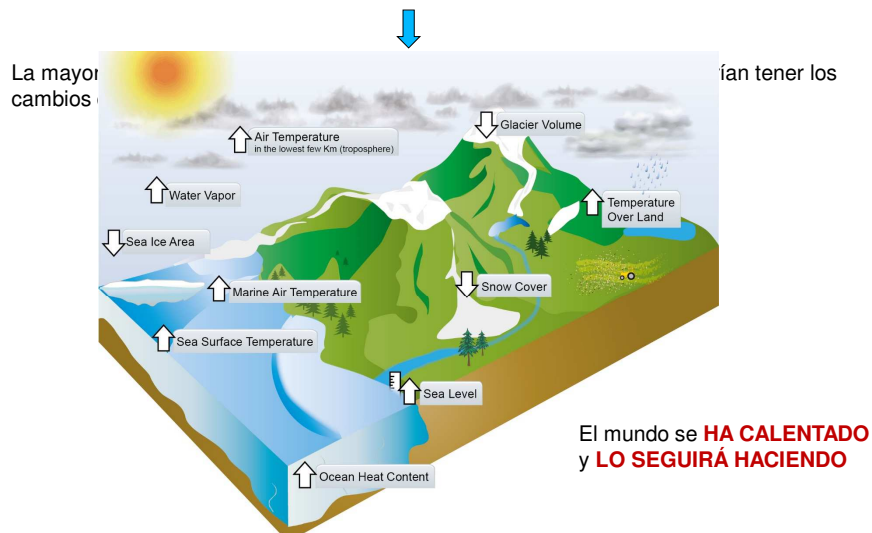
Future regional impacts of climate change associated to extreme weather phenomena
MINECO (CGL2014-52199-R)

E-mail: romu.romero@uib.es

Contenido

1. La importancia de los [extremos](#) y de sus posibles cambios
2. [Regionalización](#) ("Downscaling") de las proyecciones de cambio climático
3. Extremos de [temperatura y precipitación para Europa](#) a finales del siglo XXI
4. El futuro de los [medicanes](#) o "huracanes" mediterráneos

Las medidas de adaptación al **CAMBIO CLIMÁTICO** exigen analizar la magnitud de los posibles **IMPACTOS LOCALES** sobre el bienestar humano y una variedad de sectores estratégicos como los ecosistemas, agricultura, hidrología, salud, energía, industria, etc...



Las medidas de adaptación al **CAMBIO CLIMÁTICO** exigen analizar la magnitud de los posibles **IMPACTOS LOCALES** sobre el bienestar humano y una variedad de sectores estratégicos como los ecosistemas, agricultura, hidrología, salud, energía, industria, etc...



La mayor parte de los **ESTUDIOS** se han centrado en los efectos que podrían tener los cambios en los **REGÍMENES MEDIOS** climáticos (**IPCC AR5, 2014**)



Sin embargo, sabemos que una **PROPORCIÓN IMPORTANTE** de dichos impactos, al menos en coste económico y de vidas humanas, se debe a fenómenos meteorológicos y climáticos **EXTREMOS** (p.e. sequías, olas de calor y de frío, exceso de precipitación, tormentas severas, tempestades ciclónicas de viento, etc). **P.e.** un temporal extraordinario puede suponer por sí solo una perturbación equivalente a decenas de borrascas ordinarias, o una sequía de muchos meses puede tener mucho mayor impacto que la disminución progresiva de la precipitación



ESCASEAN LAS PROYECCIONES cuantitativas de extremos a nivel regional y local, especialmente en una zona tan vulnerable del planeta como la nuestra (**IPCC SREX, 2012**)



extremo, ma

Del lat. extrēmus.

Para el f., u. solo la forma extremo en acep. 14.

1. adj. último.

2. adj. Dicho de una cosa: **Que está en su grado más intenso, elevado o activo. Frío, calor extremo.**

3. adj. **Excesivo, sumo, exagerado.**

4. adj. distante (ll apartado).

5. adj. desemejante.

6. m. Parte primera o última de algo, principio o fin de ello.

7. m. asunto (ll materia de que se trata).

8. m. Punto último a que puede llegar algo.

9. m. Esmero sumo en una operación.

10. m. Invernadero de los ganados trashumantes, y pastos en que pacen en el invierno.

11. m. Mat. Término primero o último de una proporción.

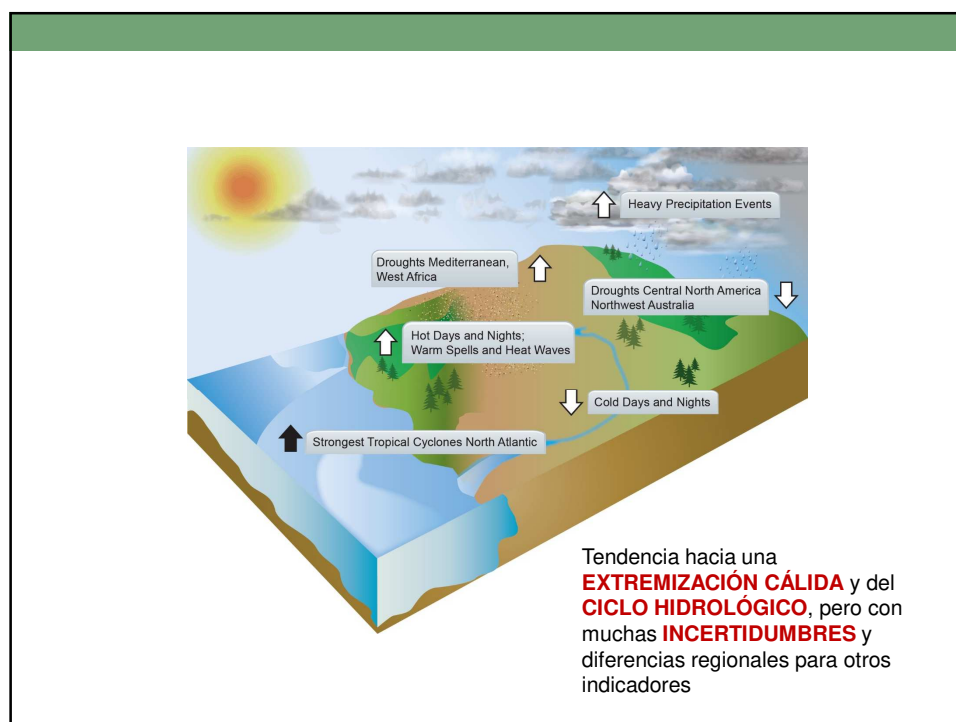
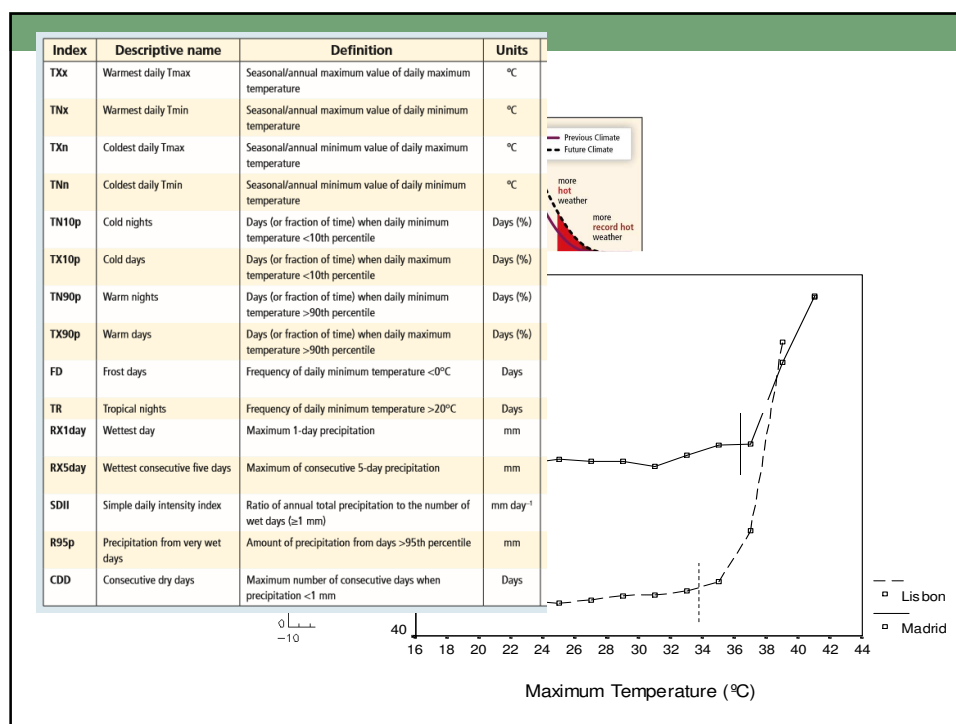
12. m. desus. padrenuestro (ll cuenta del rosario).

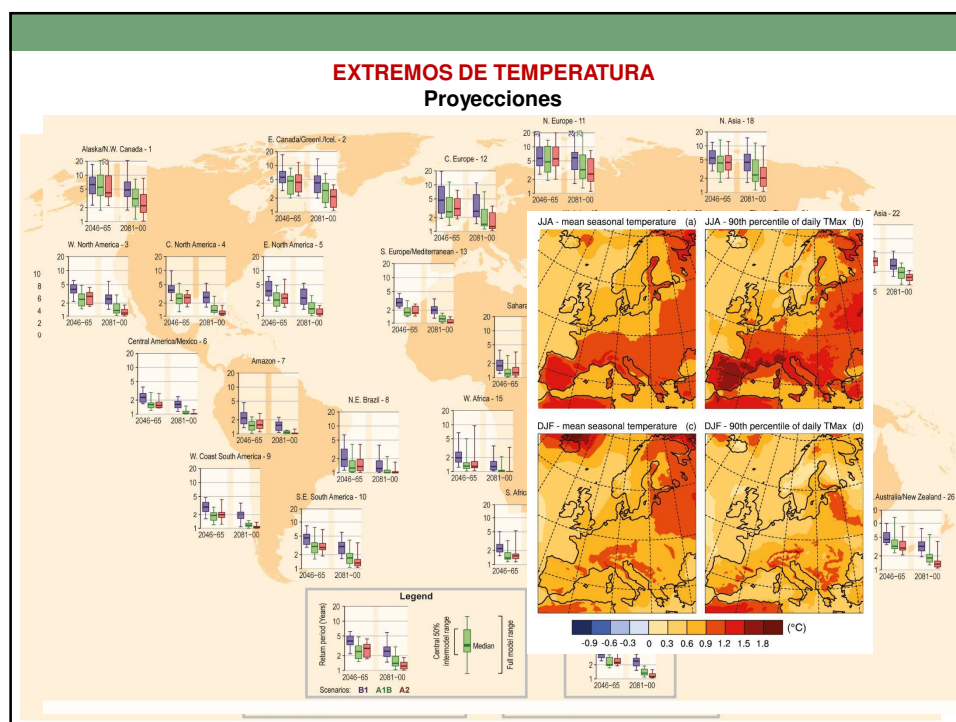
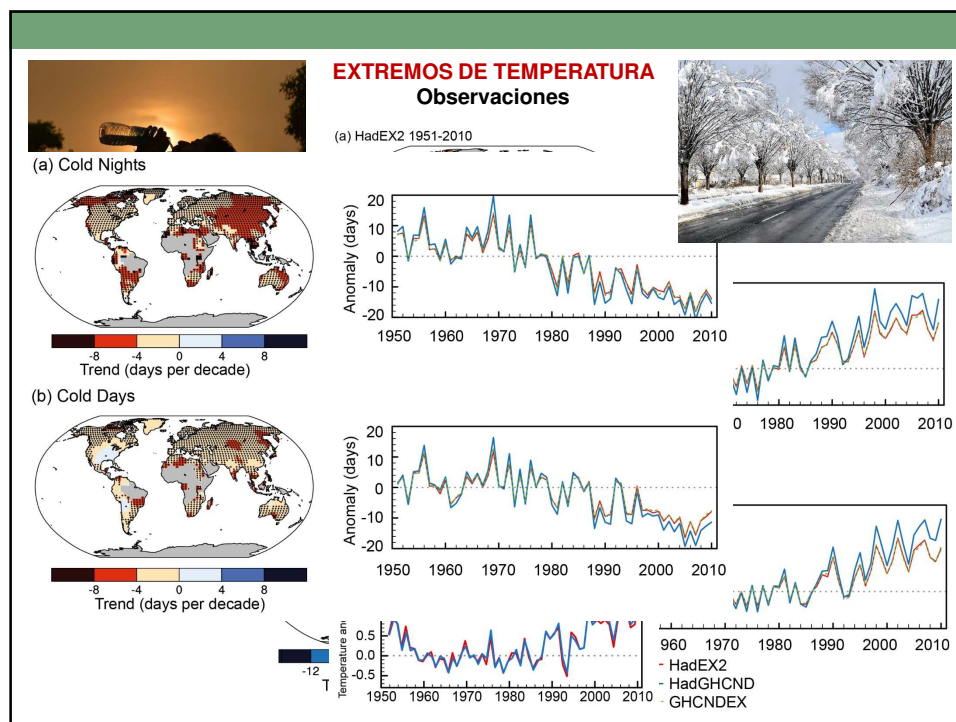
13. m. pl. **Manifestaciones exageradas y vehementes de** un afecto del ánimo, como alegría, dolor, etc. Hacer extremos.

14. m. y f. En el fútbol y otros deportes, miembro de la delantera que, en la alineación del equipo, se sitúa más próximo a las bandas derecha o izquierda del campo.



Tanto como variable o como fenómeno, es necesariamente **POCO FRECUENTE**, i.e. requiere de **SERIES MUY LARGAS** (o agregadas) → Tratamiento estadístico **DIFÍCIL**





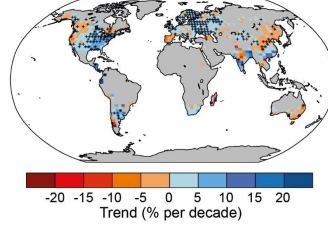


EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN

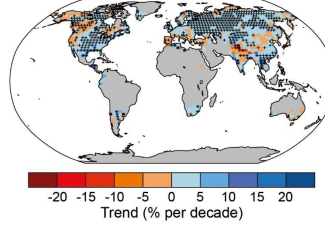
Observaciones



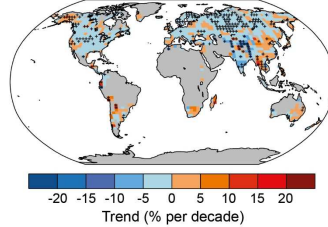
(a) R95p 1951-2010



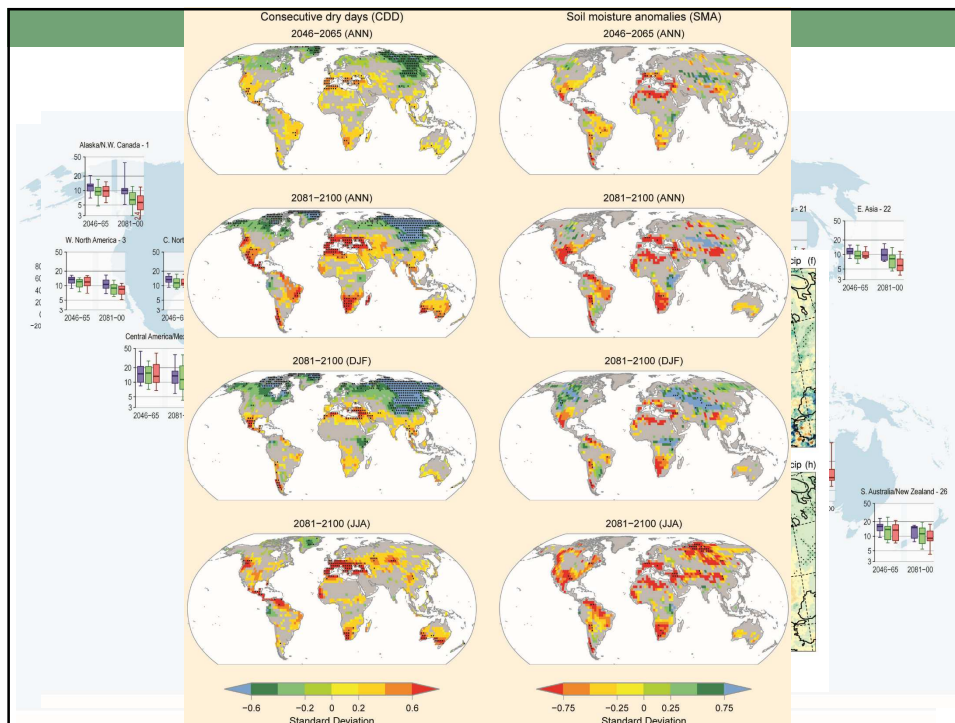
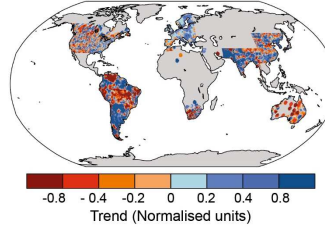
(b) SDII 1951-2010



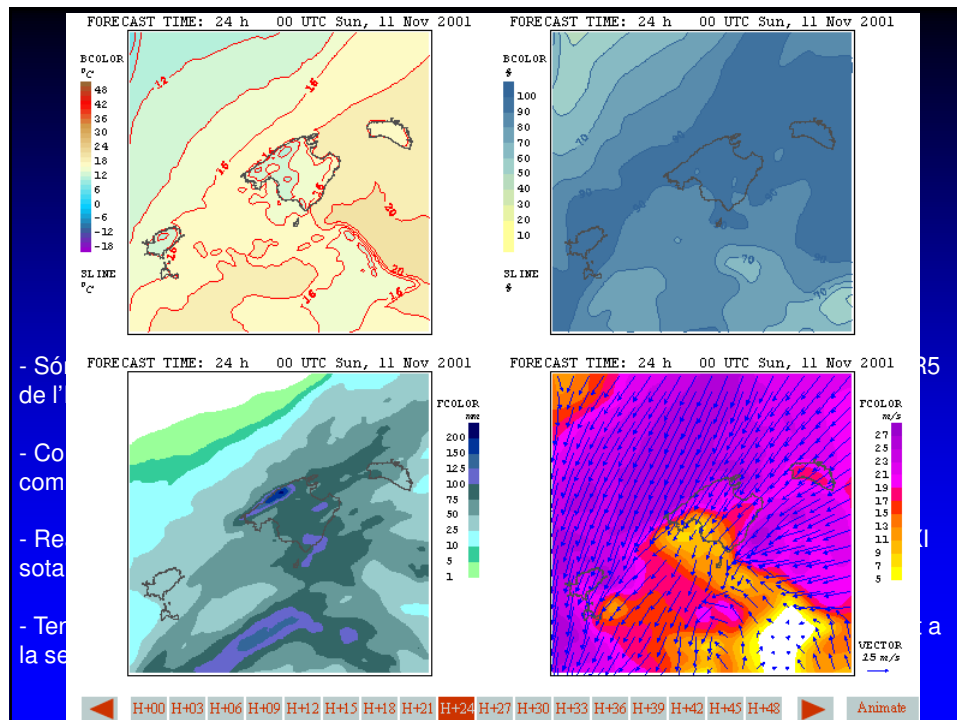
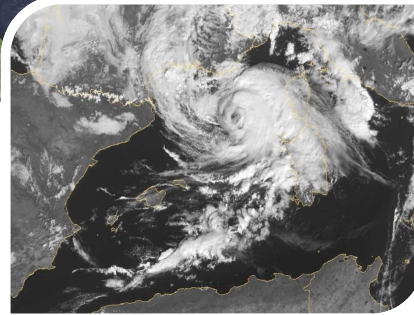
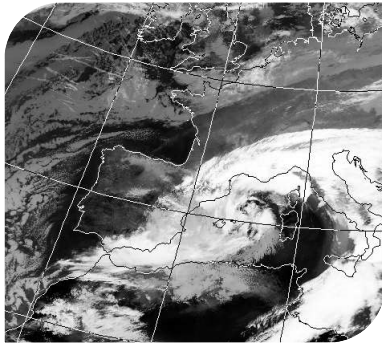
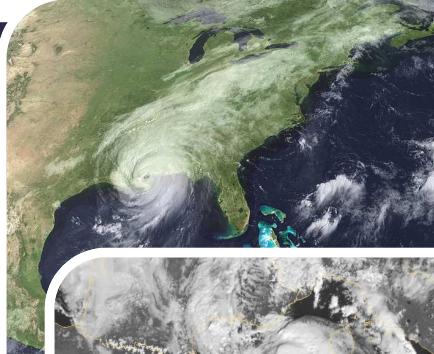
(c) CDD 1951-2010



(d) HY-INT 1976-2000



Observaciones y Proyecciones **PROBLEMÁTICAS** para **OTRAS VARIABLES** (p.e. viento) **Y FENÓMENOS** (tormentas severas, borrascas extratropicales intensas, ciclones tropicales...)

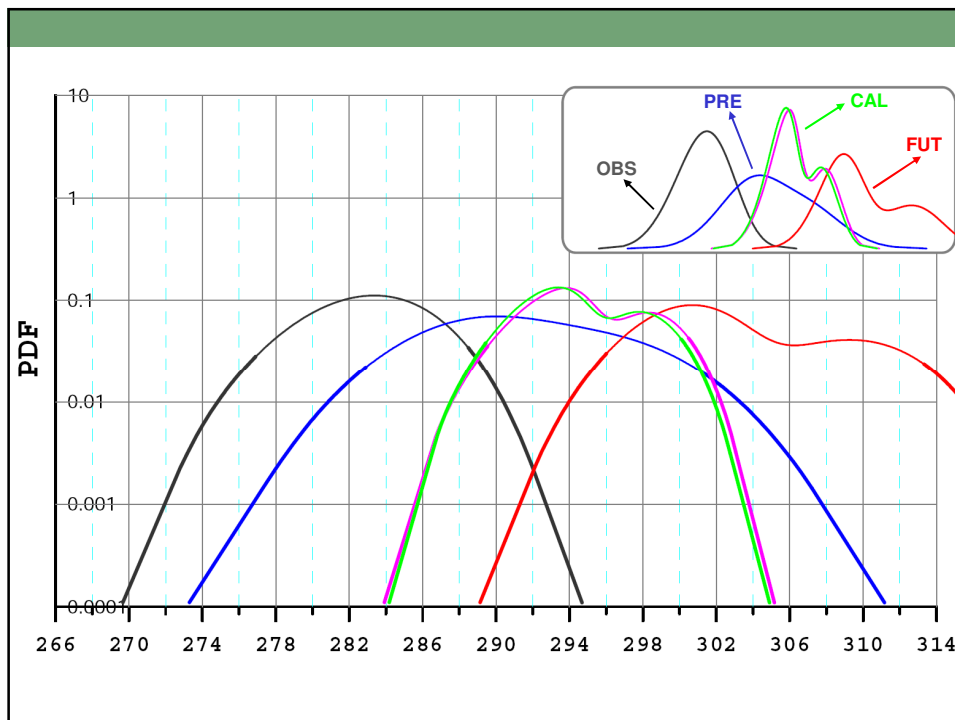
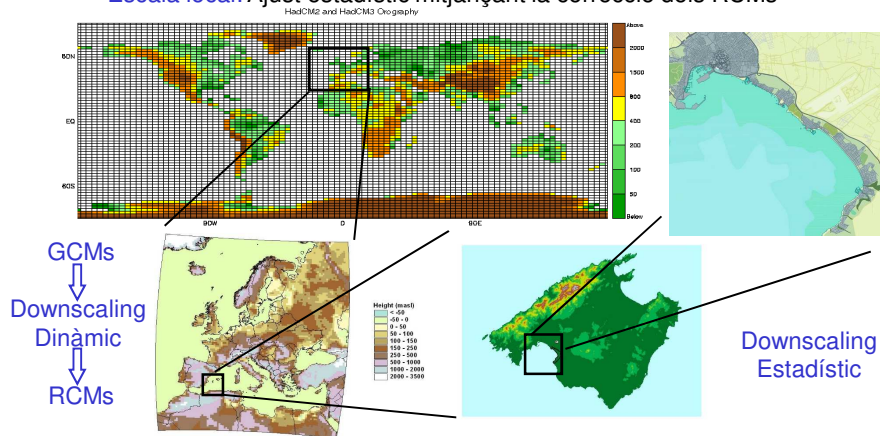


Mètode dissenyat pel Grup de Meteorologia (UIB)

- GCMs → RCMs

- **Escales regionals:** Downscaling dinàmic amb Models Climàtics Regionals (RCMs)

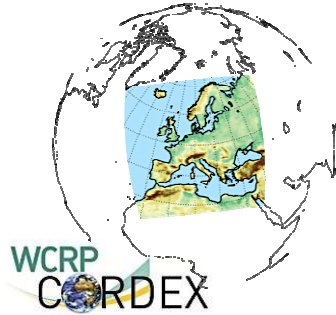
- **Escala local:** Ajust estadístic mitjançant la correcció dels RCMs



Projeccions de Temperatura i Precipitació per a Europa

Calculem els canvis (règims mitjans i **extrems**) de les PDFs futures calibrades (2021-2045; 2046-2070; **2071-2095**) respecte d'un passat recent observat (1981-2005)

Escenaris futurs d'emissions
rcp4.5 i **rcp8.5**

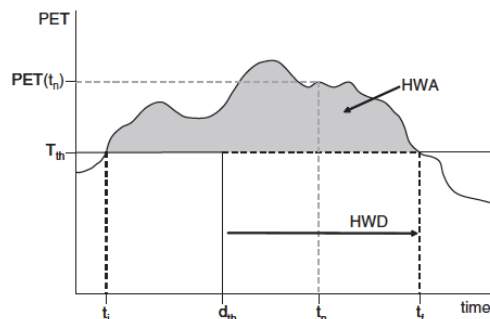


Driving GCM	RCM	Institute
CNRM-CM5-LR	CCLM4-8-17	CLMcom
EC-EARTH	CCLM4-8-17	CLMcom
HadGEM2-ES	CCLM4-8-17	CLMcom
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	CLMcom
EC-EARTH	RACMO22E	KNMI
HadGEM2-ES	RACMO22E	KNMI
EC-EARTH	HIRHAM5	DMI
NorESM1-M	HIRHAM5	DMI
CNRM-CM5	ALADIN53	CNRM
CNRM-CM5	RCA4	SMHI
EC-EARTH	RCA4	SMHI
HadGEM2-ES	RCA4	SMHI
MPI-ESM-LR	RCA4	SMHI
IPSL-CM5A-MR	RCA4	SMHI

3.2 Extreme weather events

3.2.1 Heat waves

- A spell lasting $d_{th} = 3$ or more consecutive days with *daily maximum temperature* above 95th percentile of observed daily maximum temperature in summer.



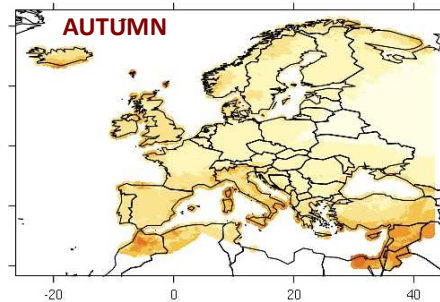
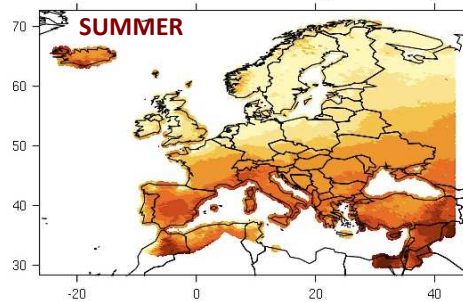
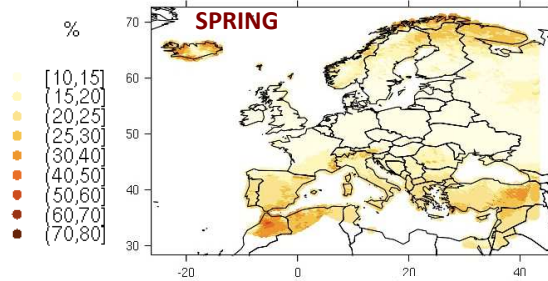
$$HWA = HWT - T_{th} \cdot HWF$$

T_{th} : thermal stress
 HWF: heat wave day frequency
 HWT: integral of the maximum daily temperatures over the duration of each individual heat wave, and accumulated for all heat waves in a given time interval

Fig. 1. Graphical sketch of heat wave duration (HWD) and amplitude (HWA, gray shading) exceedances. T_{th} and d_{th} denote the thermal stress and duration thresholds, respectively.

Events over P95 of daily maximum temperature

FUTURE

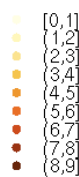


HEAT WAVE AMPLITUDE

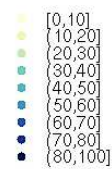
SUMMER

OBSERVED

°C - day

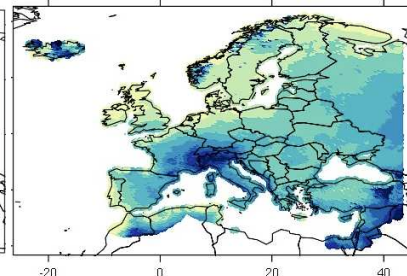
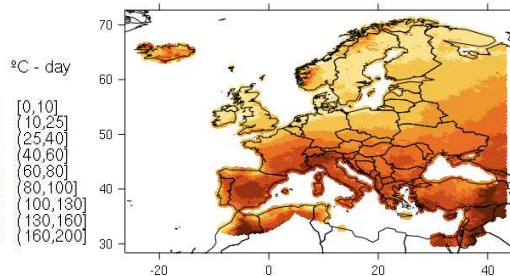


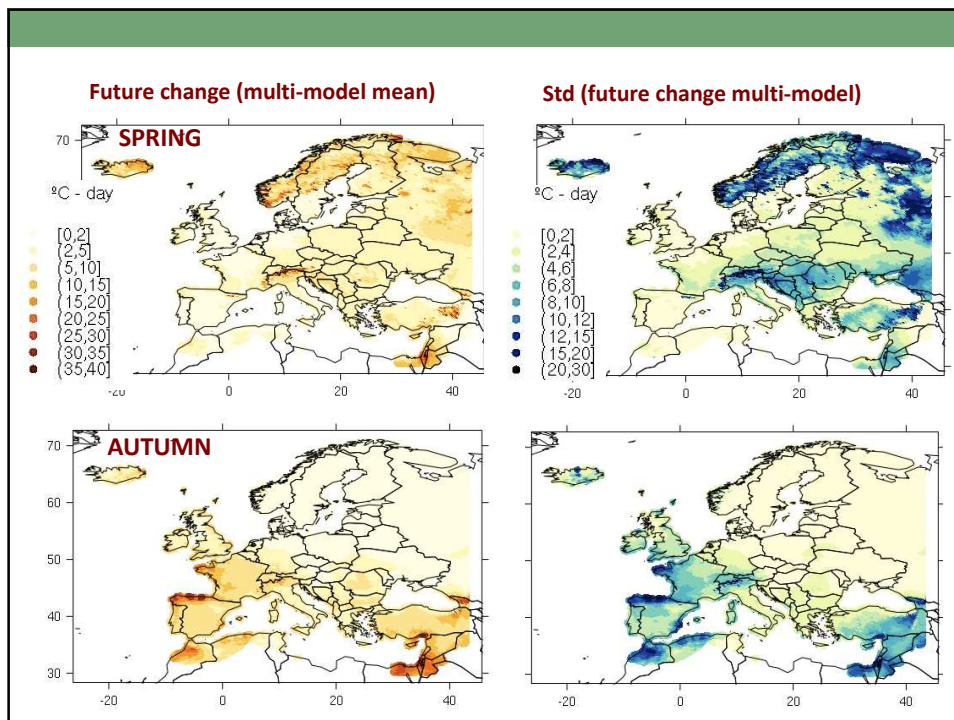
°C - day



Future change (multi-model mean)

Std (future change multi-model)





3.2 Extreme weather events

3.2.2 Cold spells

- A spell lasting $d_{th} = 3$ or more consecutive days with *daily minimum temperature* under 5th percentile of observed daily minimum temperature in winter.

➤ Future events under P5 of daily observed minimum temperature in winter.

➤ Cold Spell Amplitude (CSA)

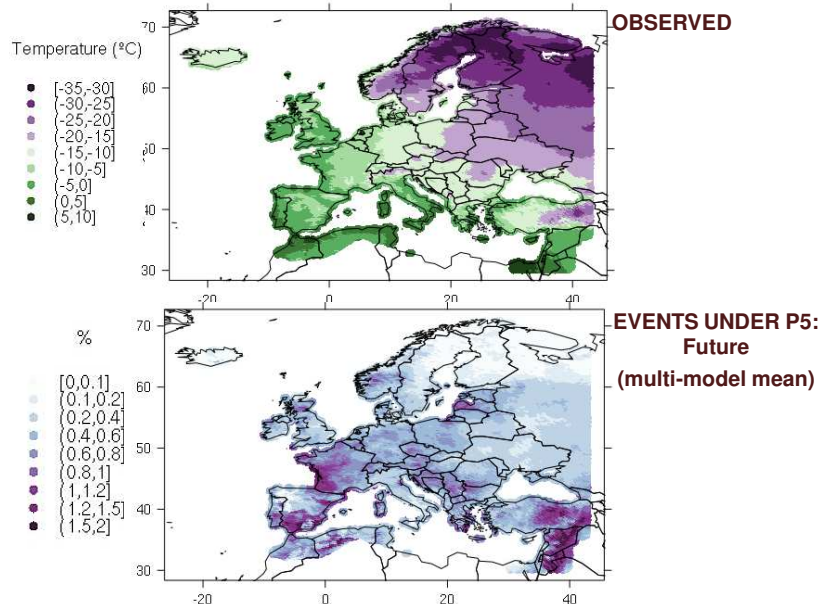
$$CSA = T_{th} \cdot CSF - CST$$

T_{th} : thermal stress

CSF: cold spell day frequency

CST: integral of the minimum daily temperatures over the duration of each individual cold spell, and accumulated for all cold spells in a given time interval

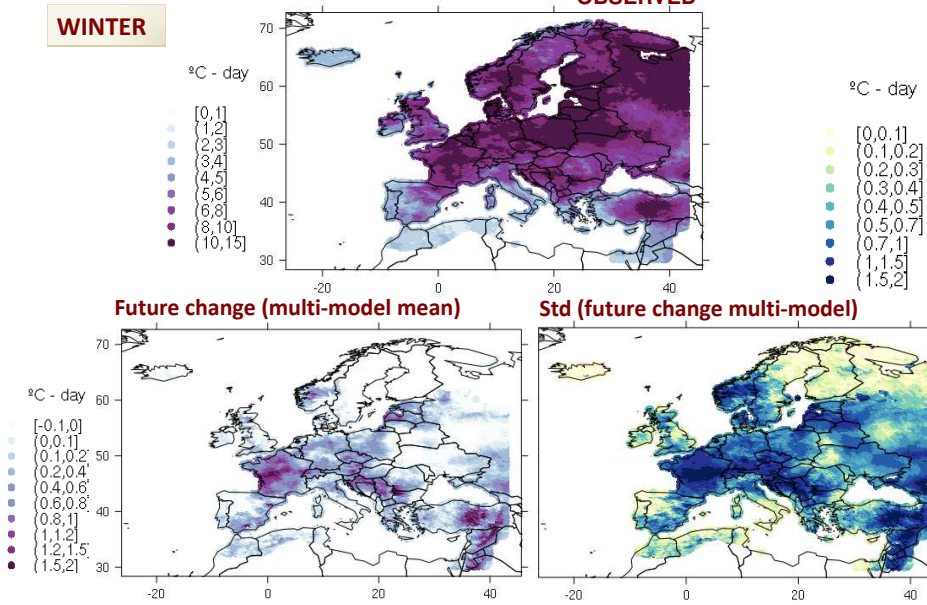
P5 of daily minimum temperature (WINTER)



COLD SPELL AMPLITUDE

WINTER

OBSERVED



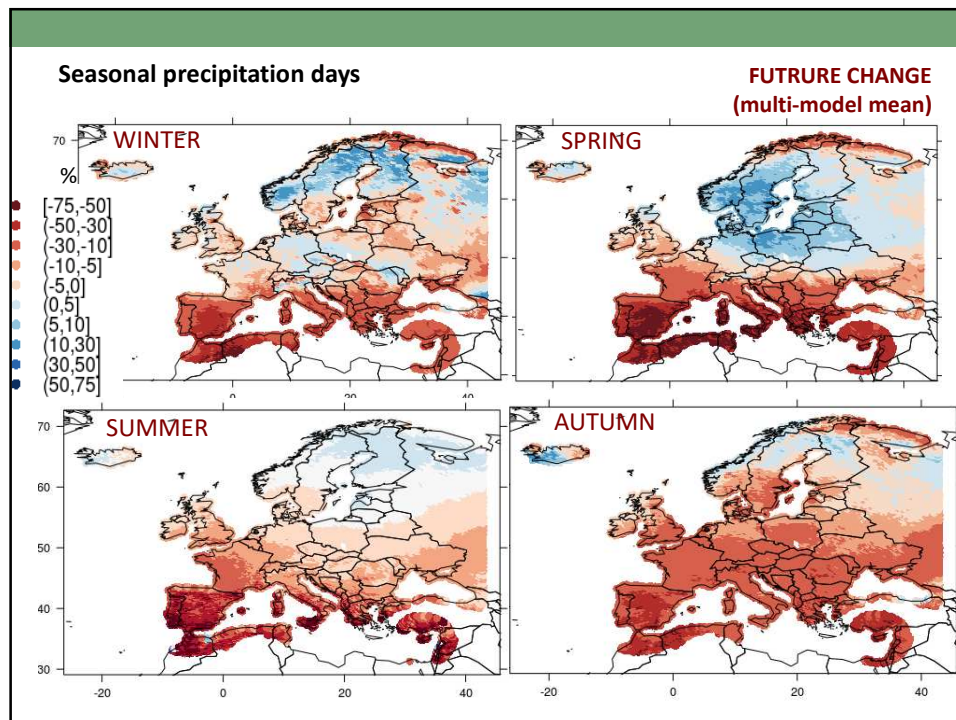
3.2 Extreme weather events

3.2.3 Heavy precipitation

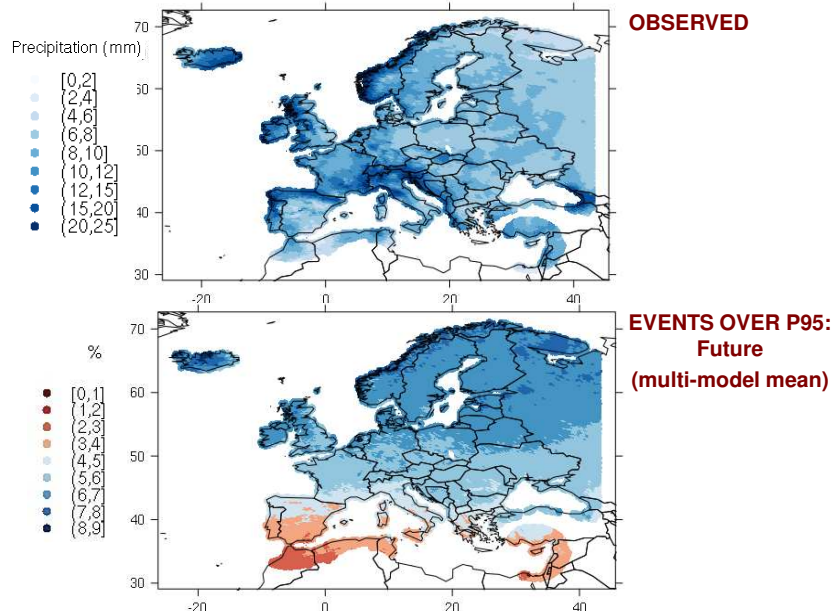
- A spell lasting $dth = 2$ or more consecutive days with *daily precipitation* (≥ 0.01 mm) above 95th percentile of observed daily precipitation

- Future change in seasonal precipitation days.
- Future events over P95 of daily annual observed precipitation.
- Heavy Precipitation Amplitude (HPA)

$$HPA = HPT - Tth \text{ HPF}$$



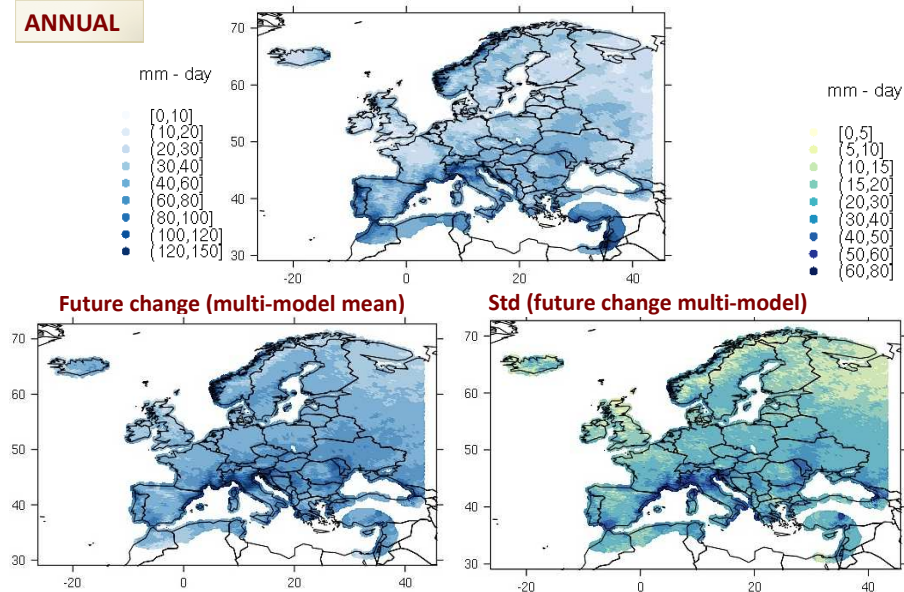
P95 of daily precipitation (ANNUAL)



HEAVY PRECIPITATION AMPLITUDE

ANNUAL

OBSERVED

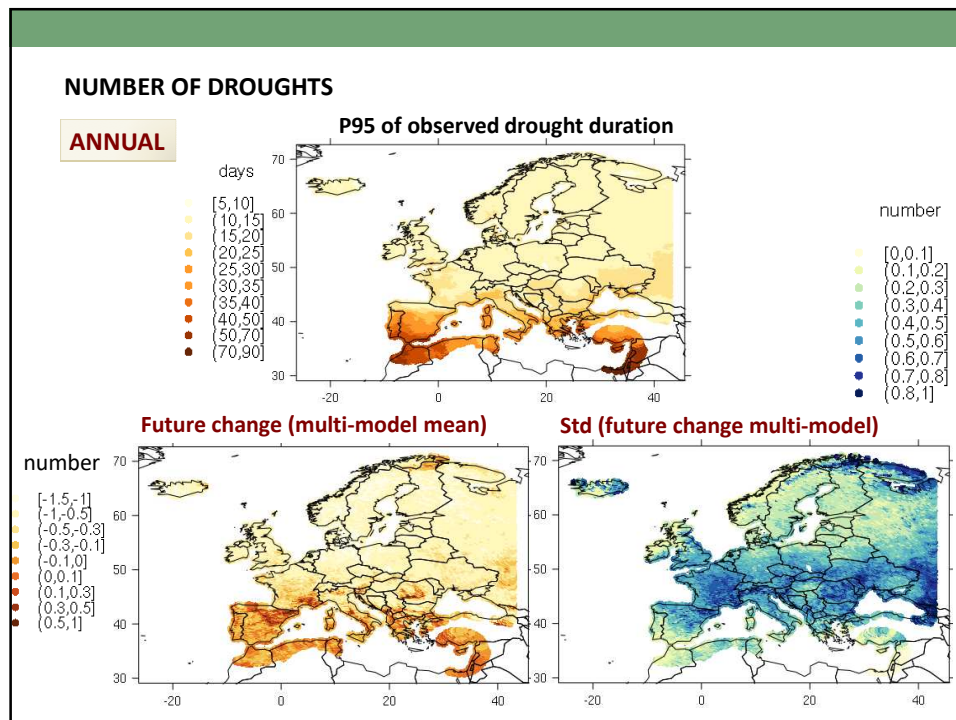


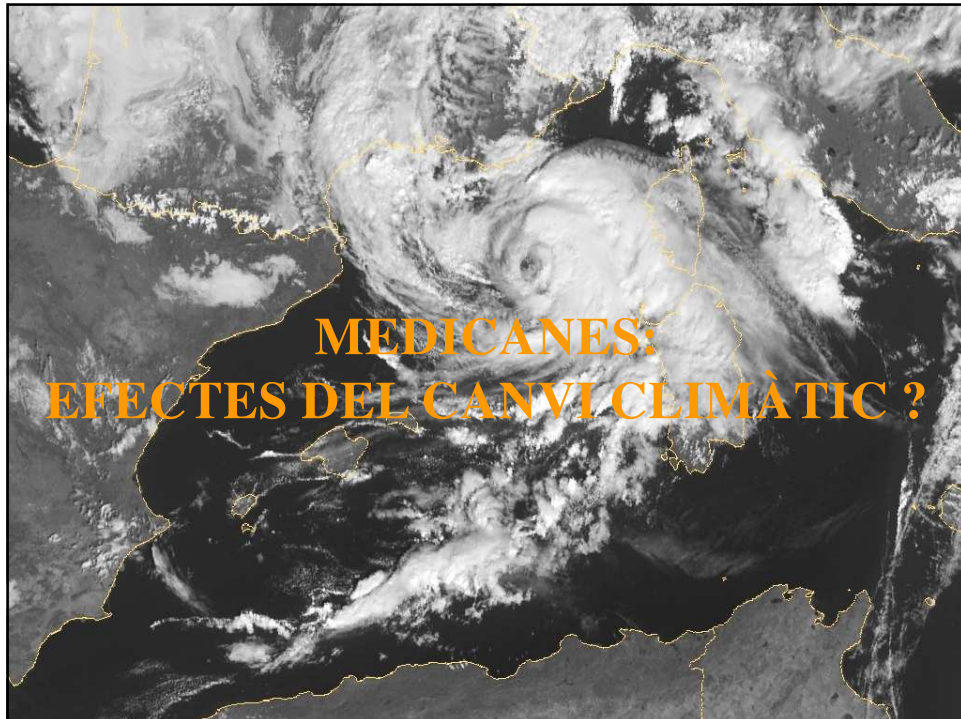
3.2 Extreme weather events

3.2.4 Droughts

- A spell lasting $d_{th} = 3$ or more consecutive days with *daily precipitation* ≤ 0.1 mm

- P95 of observed annual drought duration
- Number of future events with a duration over P95 of observed drought duration



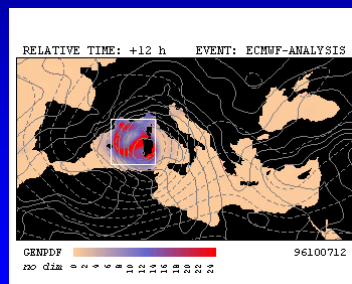
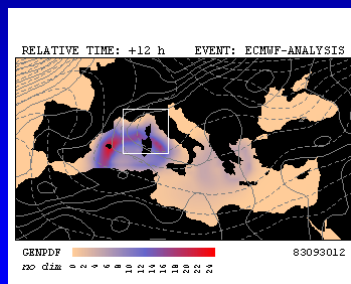


APROXIMACIÓN: Ingredientes de gran escala

- Aplicación del **índice empírico de génesis**:

$$I = 10^5 \eta^{3/2} \left(\frac{H}{50} \right)^3 \left(\frac{V_{pot}}{70} \right)^3 \left(1 + 0.1 V_{shear} \right)^{-2},$$

Parámetro GENIX
(Emanuel and Nolan, 2004)



- Ingredientes **necesarios pero no suficientes ...**

DOWNSCALING: Método dinámico-estadístico

- Adaptación del método pionero de **Kerry Emanuel** (MIT, USA)
- Generación de **miles de huracanes sintéticos** a bajo coste !!!
- Evaluación del riesgo con **gran robustez estadística**
(p.e. **períodos de retorno** viento extremo)



SYNTHETIC
analogues

