

Predicción de fenómenos extremos

Indices EFI (Extreme Forecast Index) y SOT (Shift of Tales)

Benito Elvira Montejo

belviram@aemet.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Aemet
Agencia Estatal de Meteorología

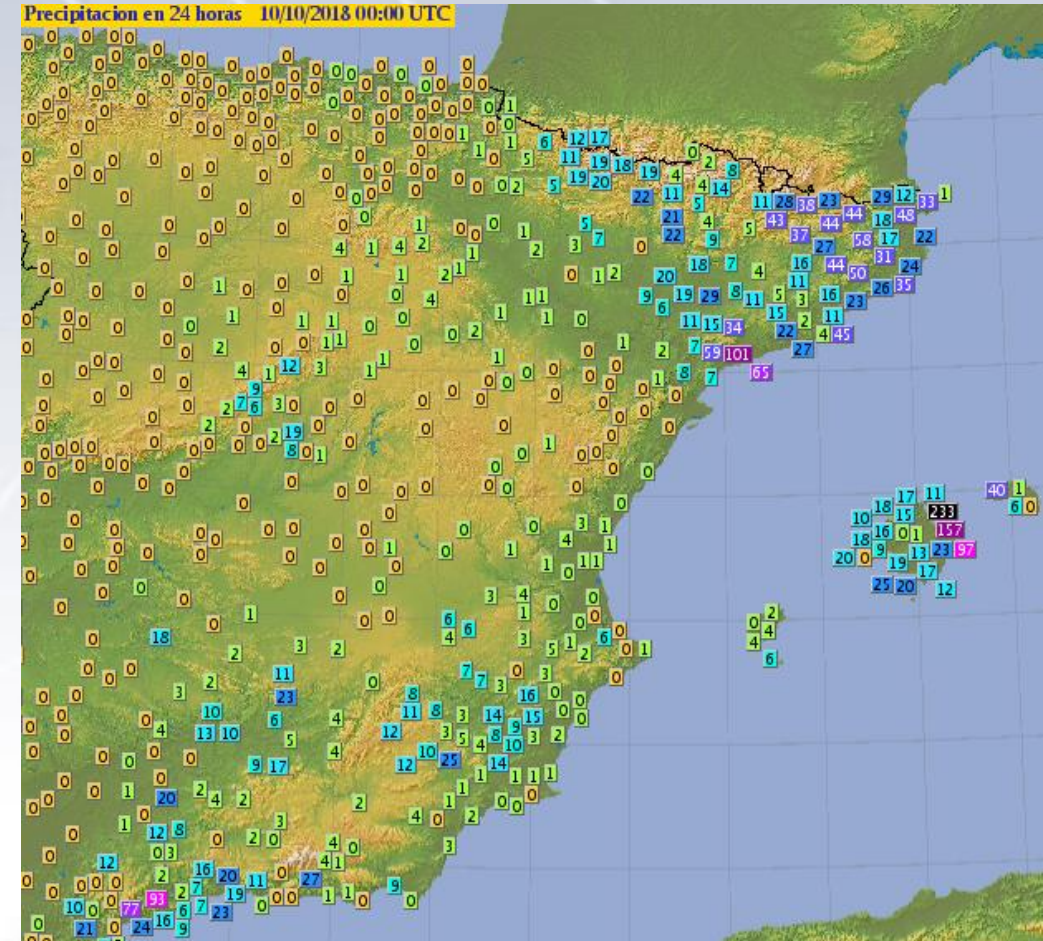
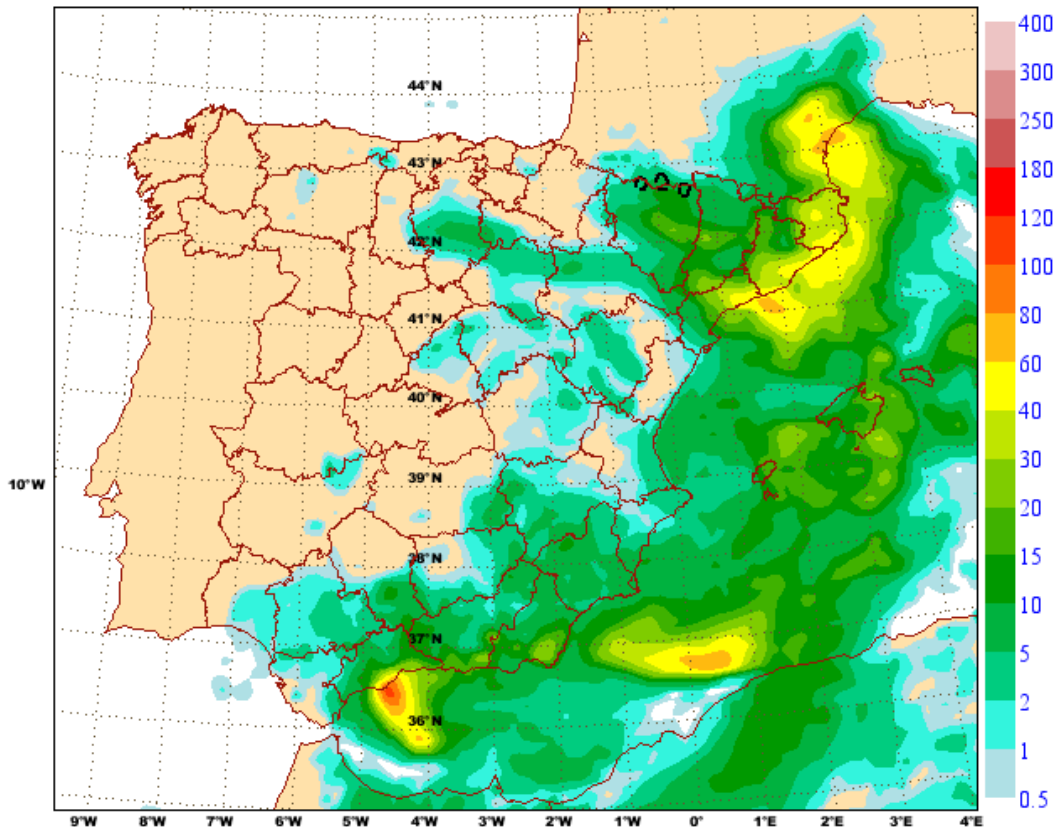
Curso PIB-M. 4ª Edición

EFI: Extreme Forecast Index

Indice para cuantificar la rareza o anomalía de un fenómeno meteorológico

Ejemplo: 8/10/2018. Precipitaciones intensas en el área Mediterránea española
HRES (D+1) y observaciones muestran valores superiores a 100 mm en 24 horas

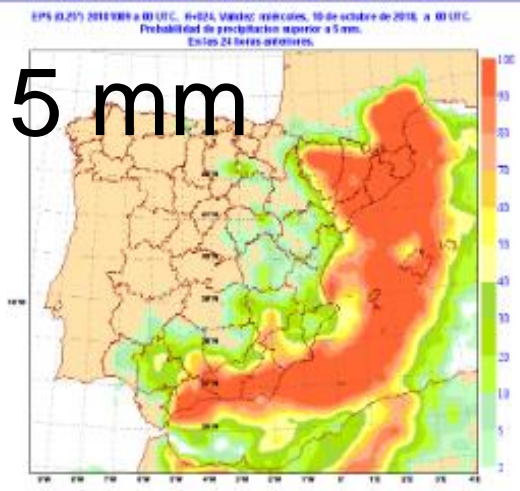
CE (0.125°) 20181009 a 00 UTC. H+24. Validez: miércoles, 10 de octubre de 2018, a 00 UTC.
Precip. total en mm (coloreada). Nieve (equivalente en agua; línea de 0.1 mm)
En las 24 horas anteriores.



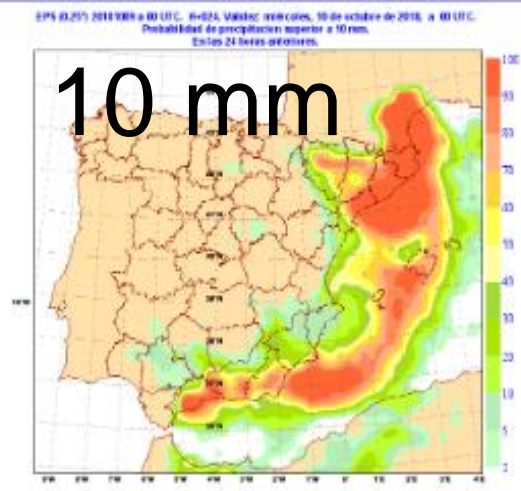
EFI: Extreme Forecast Index

Ejemplo: pcp 24 h

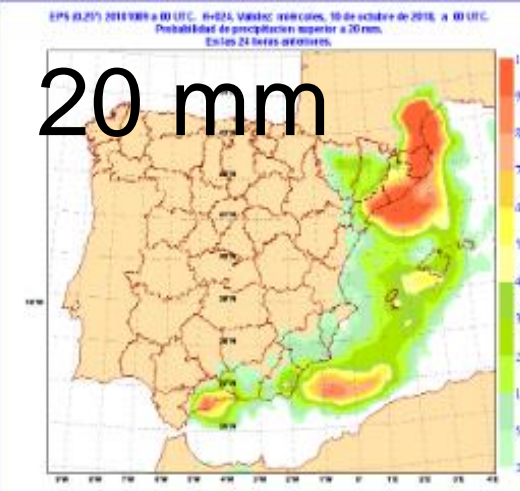
5 mm



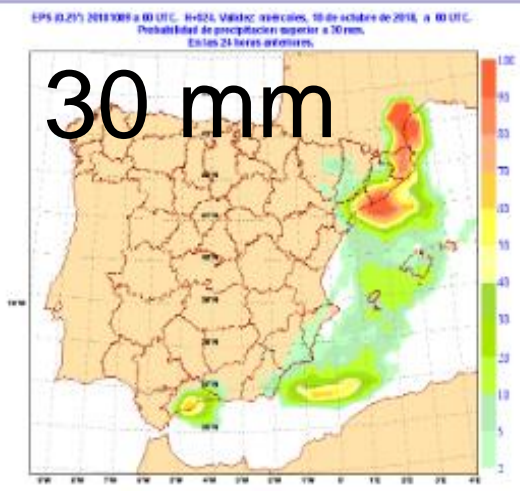
10 mm



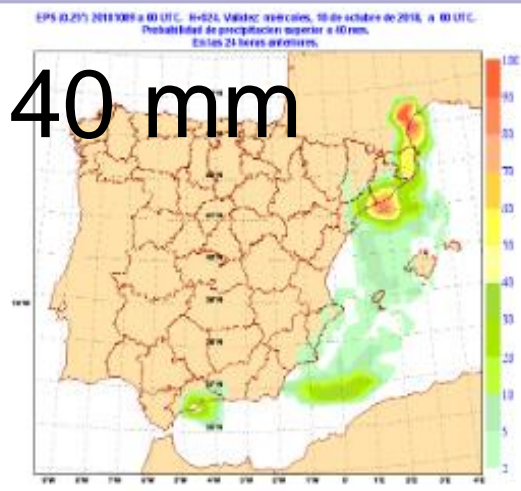
20 mm



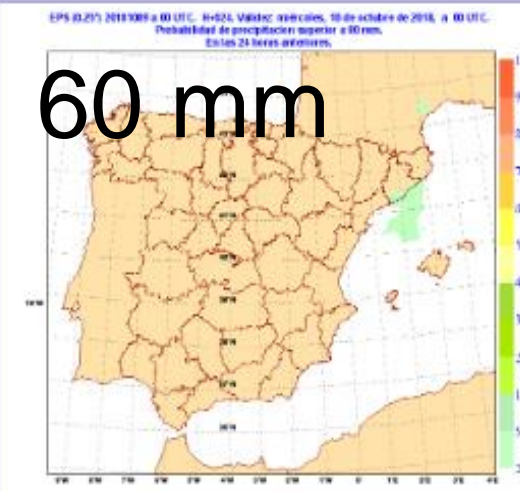
30 mm



40 mm



60 mm

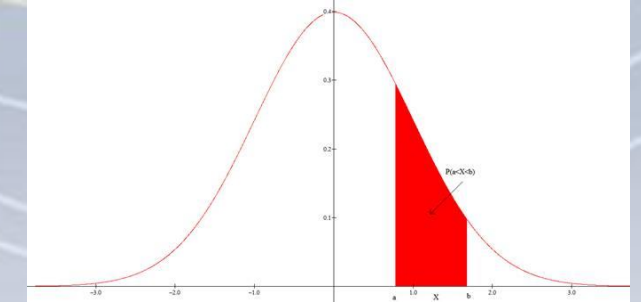


ENSemble:
Mapas de
probabilidad

En el sur de
Cataluña:
Probabilidad alta
de más de 40
mm/24 h

EFI: Extreme Forecast Index

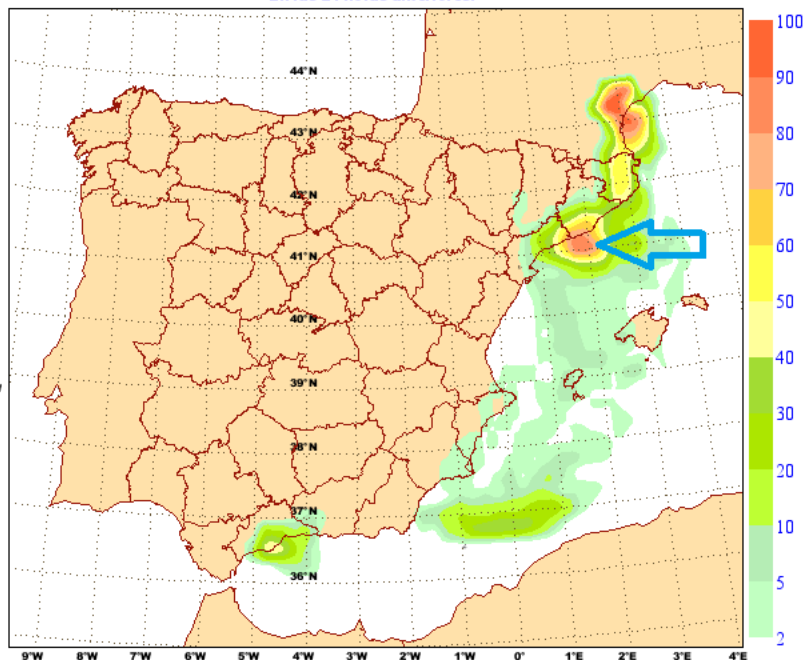
Ejemplo: pcp 24 h



ENsemble → Distribución de probabilidades:
PDF (Probability Distribution Function)

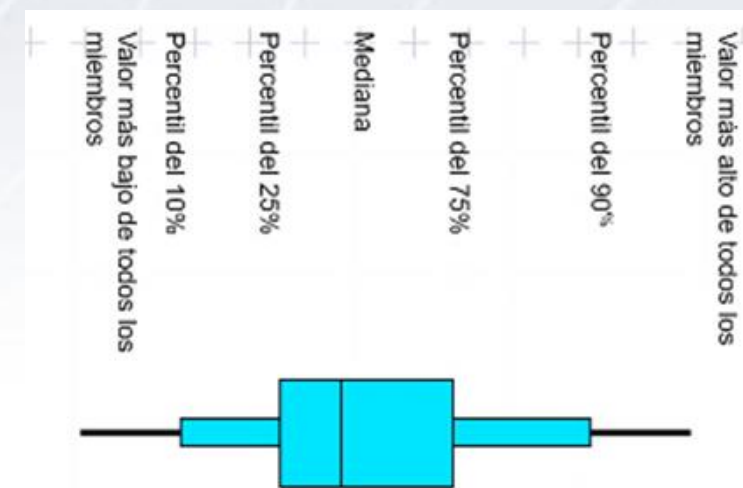
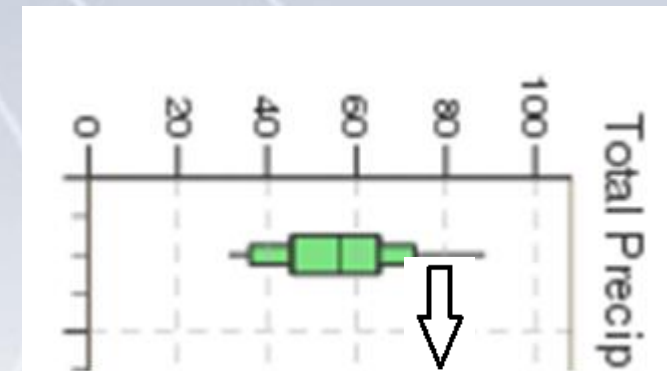
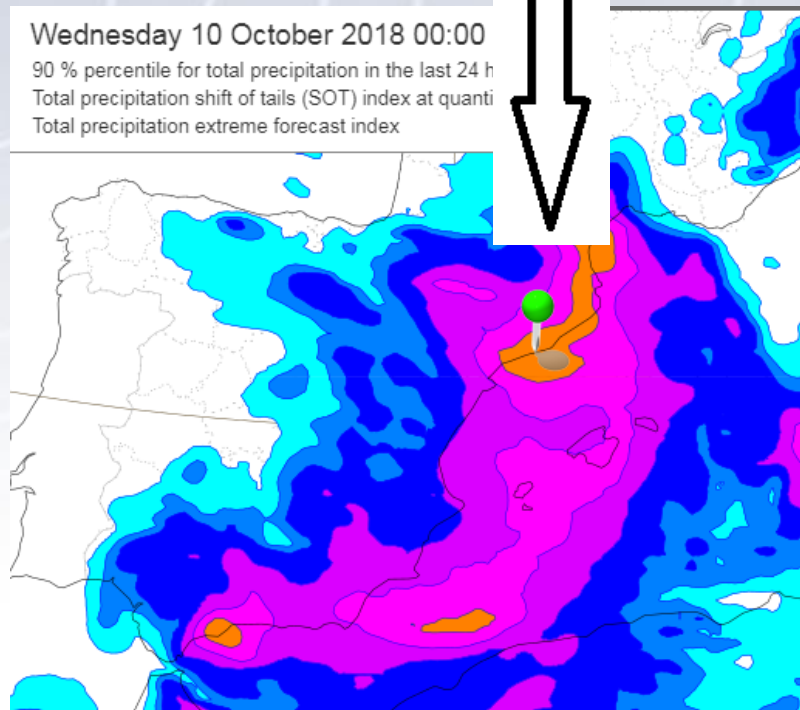
Probabilidades de superación de umbrales → Percentiles

EPS (0.25°) 20181009 a 00 UTC. H+024. Validez: miércoles, 10 de octubre de 2018, a 00 UTC.
Probabilidad de precipitación superior a 40 mm.
En las 24 horas anteriores.



Percentil 90

Wednesday 10 October 2018 00:00
90 % percentile for total precipitation in the last 24 h
Total precipitation shift of tails (SOT) index at quanti
Total precipitation extreme forecast index



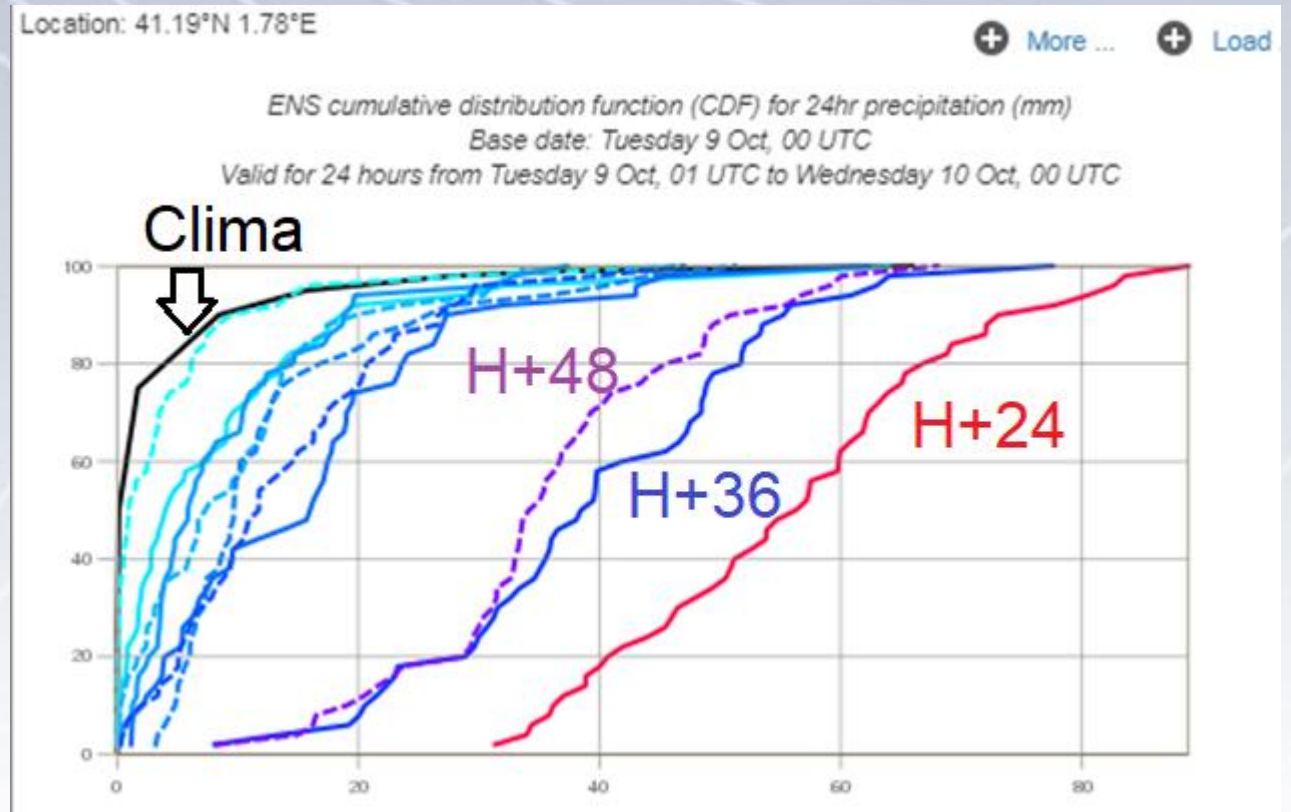
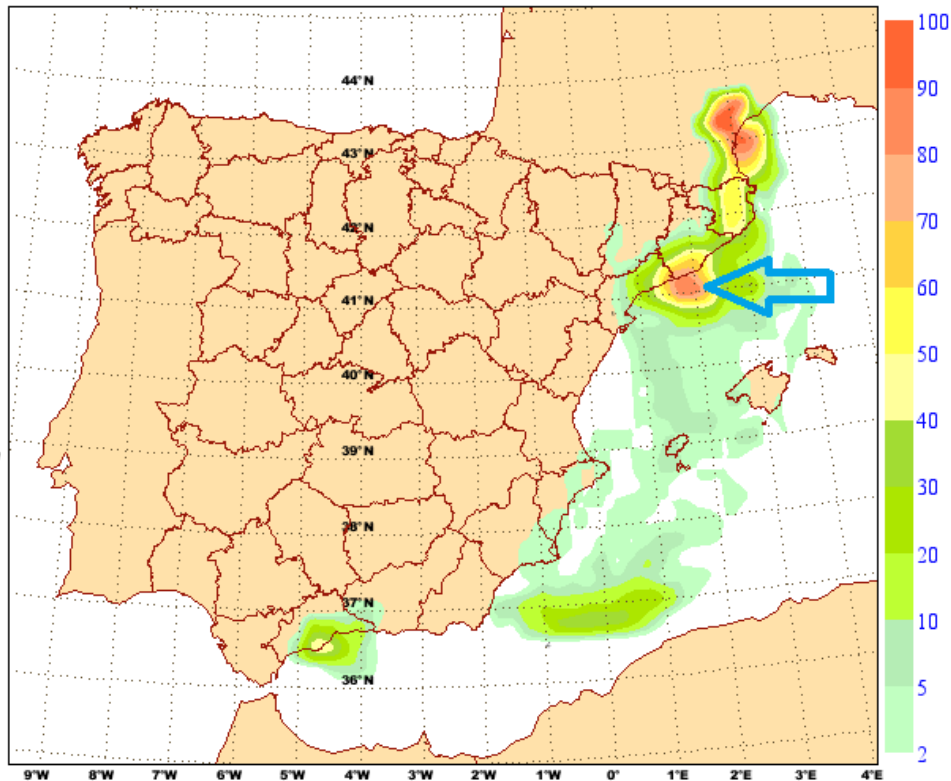
EFI: Extreme Forecast Index

Muestra los percentiles

CURVAS CDF para precipitación en 24 horas

Curvas de colores: diferentes rangos de predicción
Grandes diferencias de unas pasadas a otras

EPS (0.25°) 20181009 a 00 UTC. H+024. Válidez: miércoles, 10 de octubre de 2018, a 00 UTC.
Probabilidad de precipitación superior a 40 mm.
En las 24 horas anteriores.



Curso PIB-M.

EFI: Extreme Forecast Index

Clima del modelo -11 Miembros: Control + 10 miembros perturbados
M-Climate

- 20 años más recientes
- Condiciones iniciales: Reanálisis ERA-Interim
- Modelo: versión operativa
- 2 veces a la semana: Lunes y jueves
- Alcance: 15 días
- 9 integraciones, centradas en L o J previo (cubren un periodo de 5 semanas)
- Tamaño de la muestra: $20 * 11 * 9 = 1980$ predicciones

EFI: Extreme Forecast Index

Clima del modelo M-Climate

24h total precipitation from M-Climate at percentile 99%

24.41 mm

nearest

41.26°N 1.79°E

4.1 km

24h total precipitation from M-Climate at percentile 90%

8.06 mm

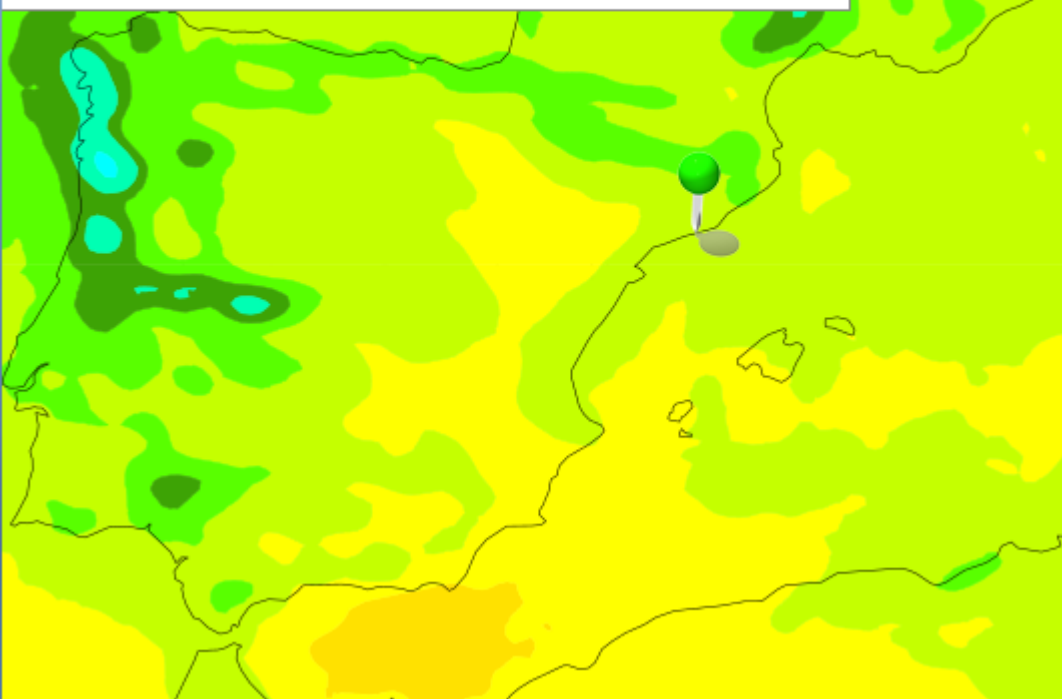
nearest

41.26°N 1.79°E

4.1 km

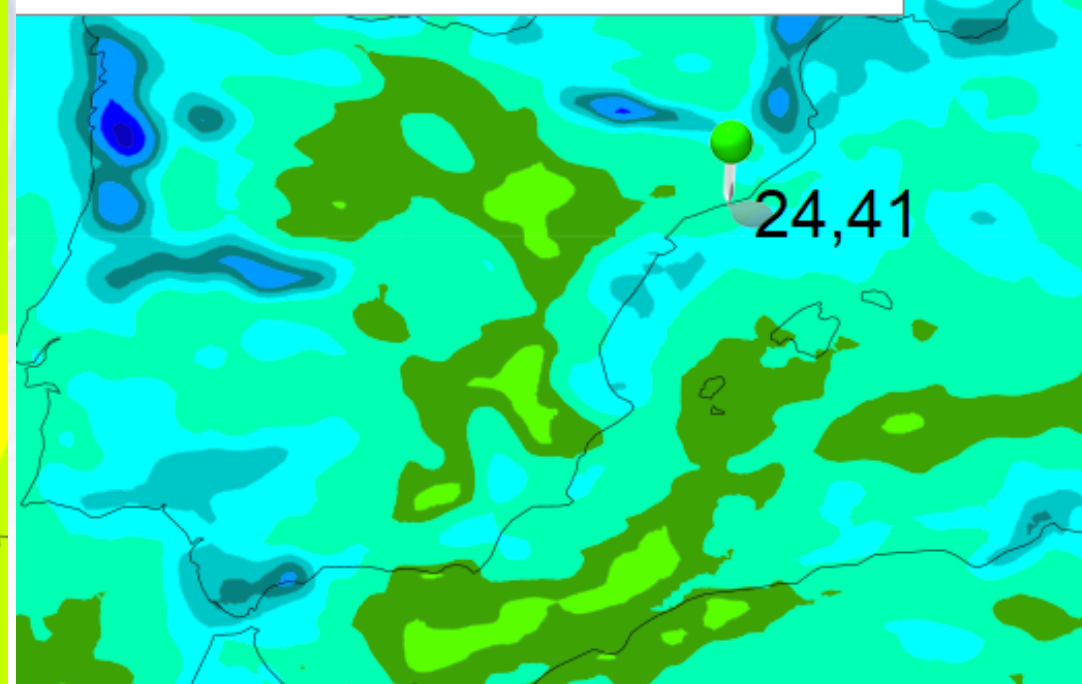
24h total precipitation from M-Climate at percentile 90%

0.1 1 2 5 10 15 20 30 40 50 60 80 100 150 200 250 300 500 700 1000

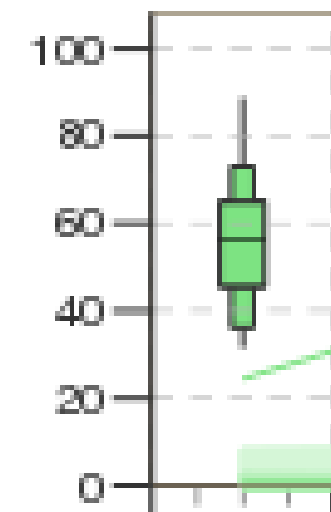


24h total precipitation from M-Climate at percentile 99%

0.1 1 2 5 10 15 20 30 40 50 60 80 100 150 200 250 300 500 700 1000



Total Preci



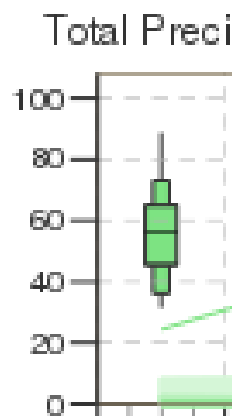
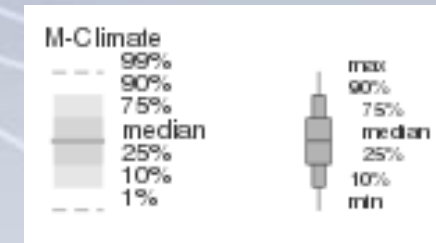
M-Climate
99%
90%
75%
median
25%
10%
1%

max
90%
75%
median
25%
10%
min

EFI: Extreme Forecast Index

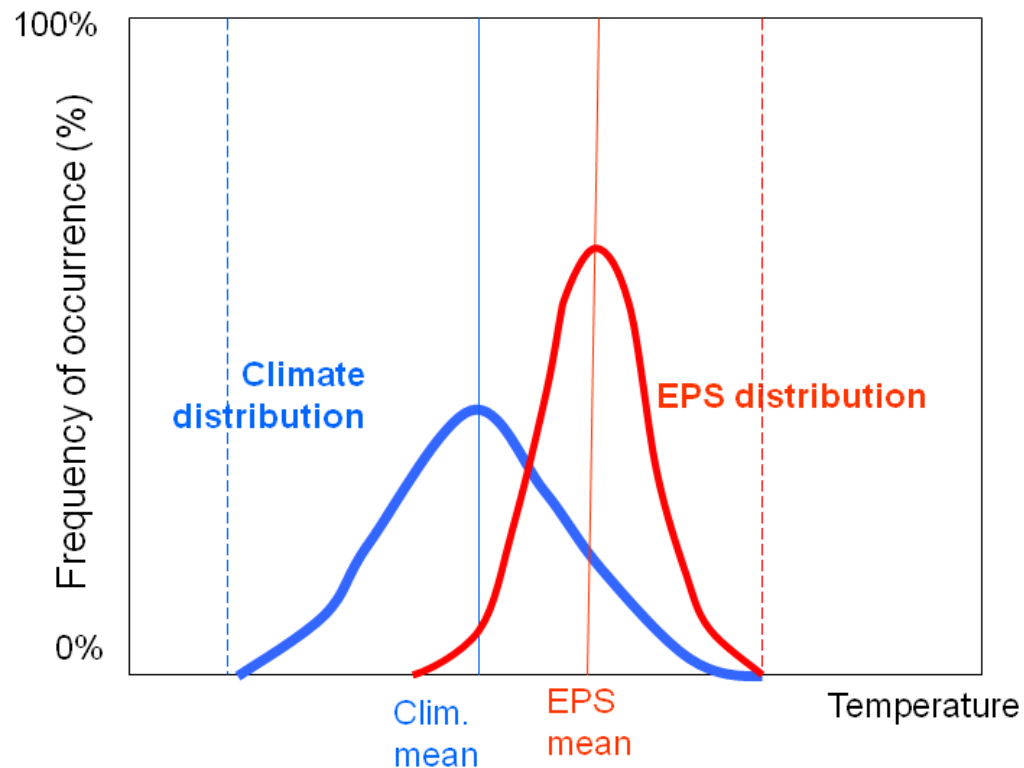
Comparación del clima del modelo y del ENSemble

Comparación curva azul (clima) y roja (EPS)



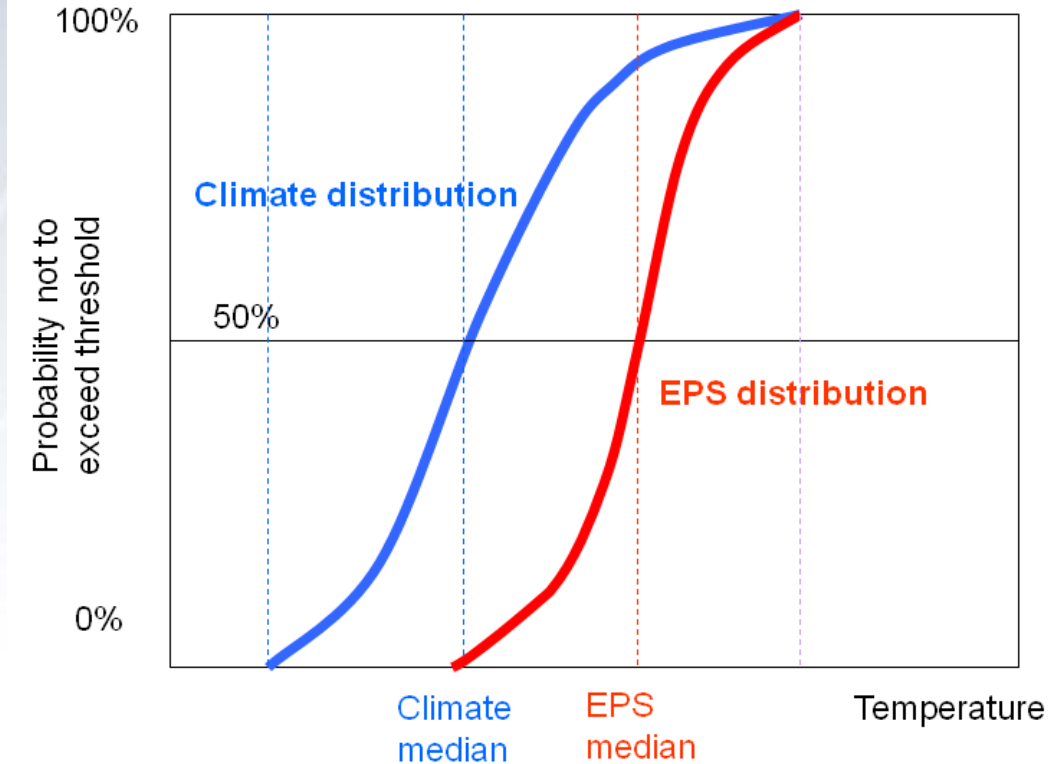
Probability density functions

Means and asymmetric distributions are easily spotted



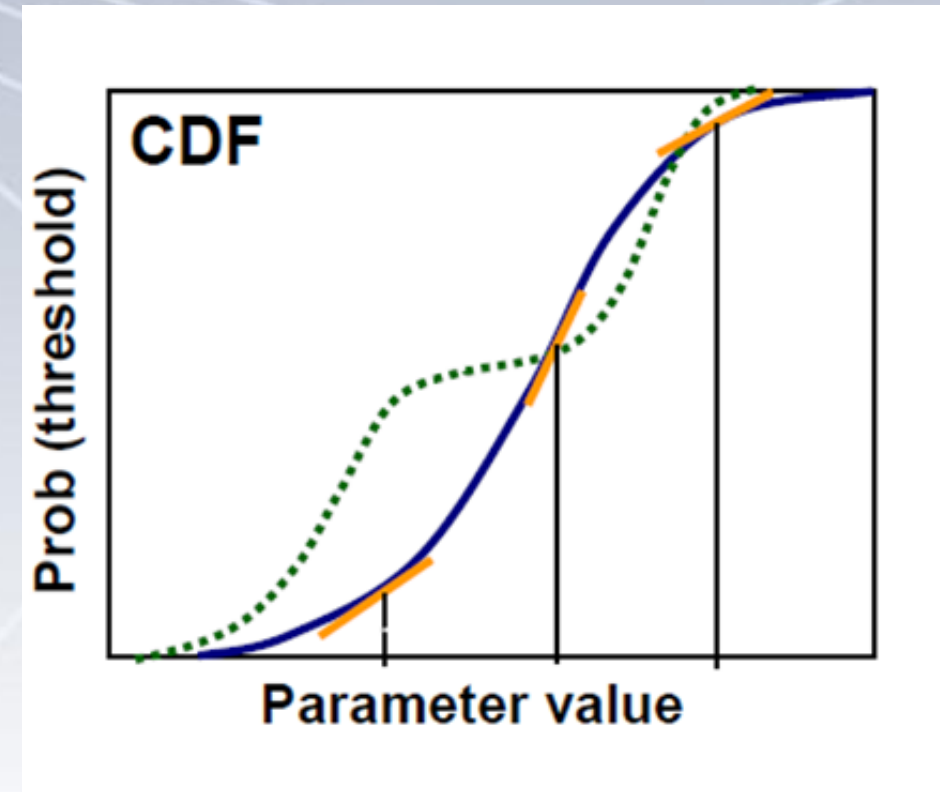
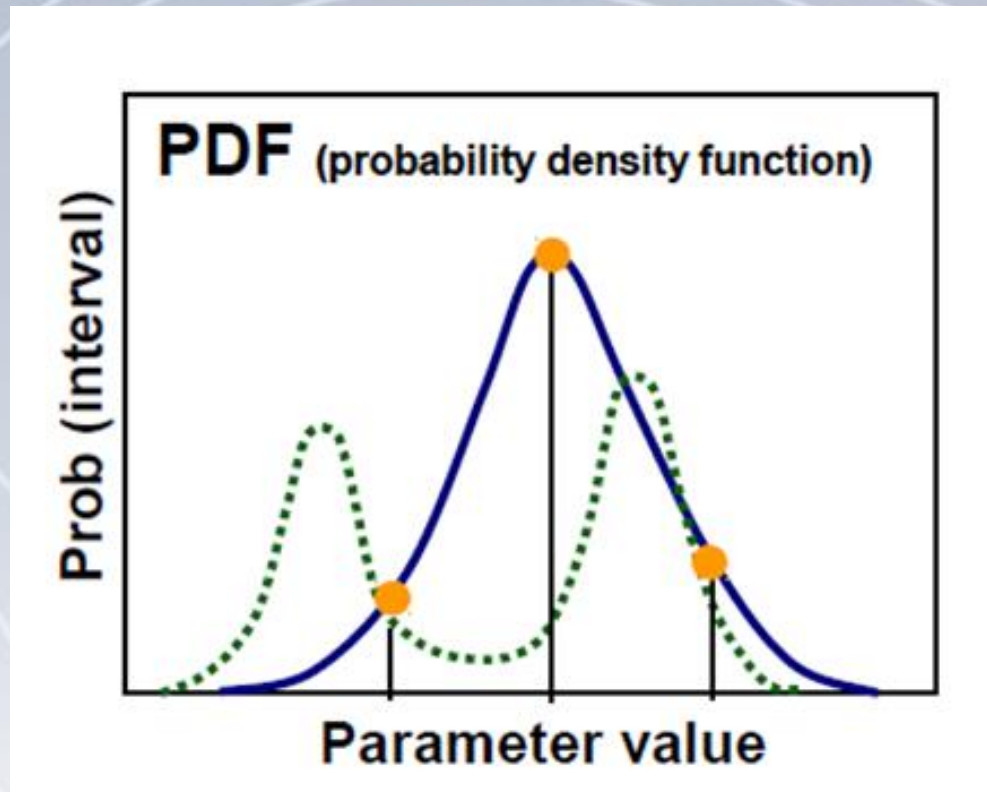
Cumulative distribution

Medians and percentiles are easily spotted



EFI: Extreme Forecast Index

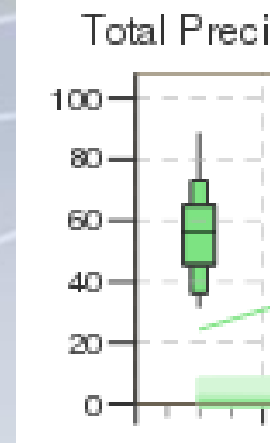
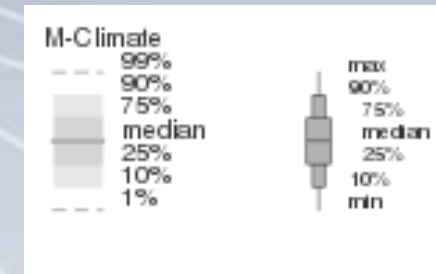
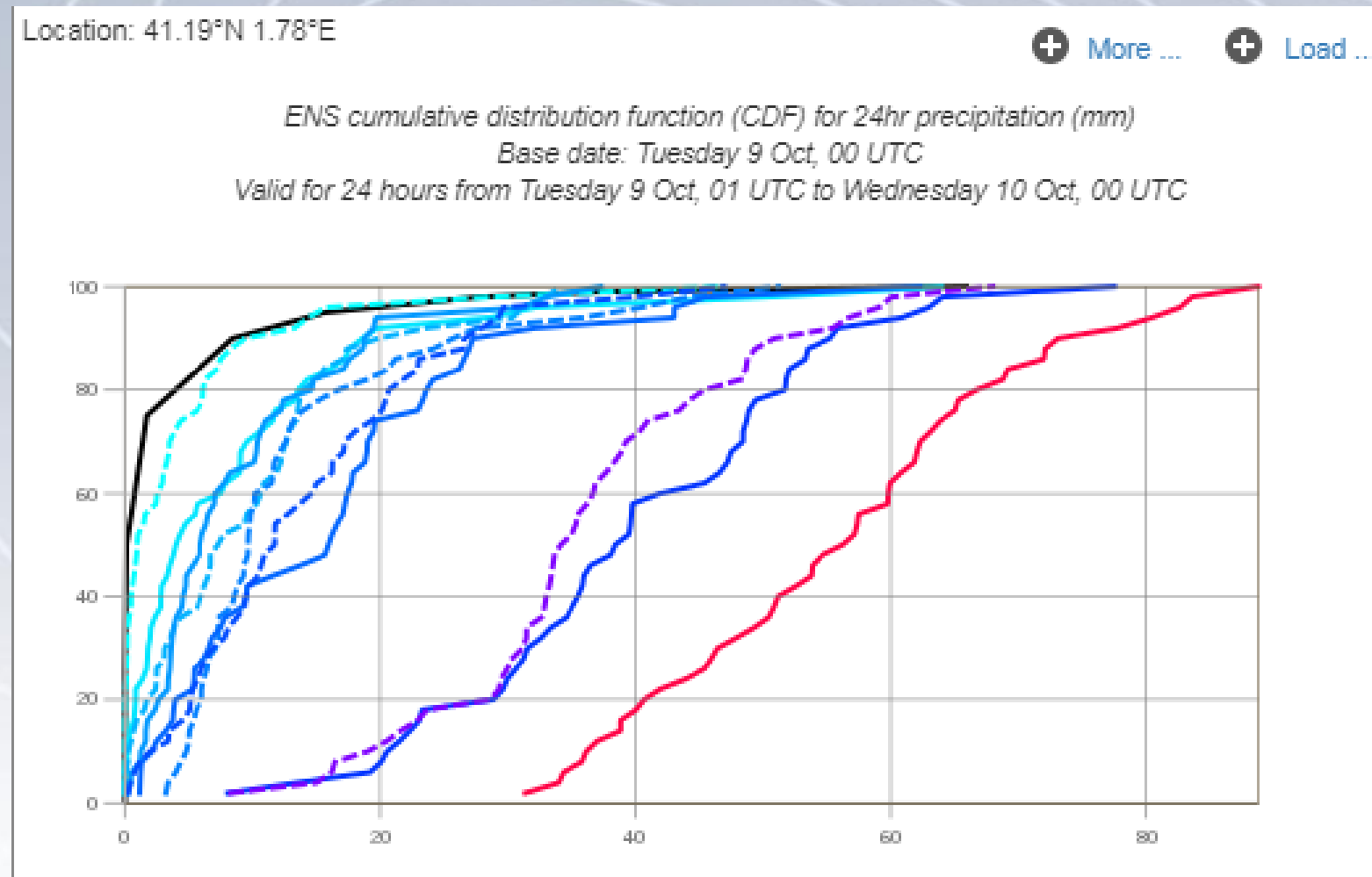
Comparación PDF y CDF



- Valores de PDF \rightarrow pendiente de CDF
- Cuanto mayor es la pendiente más estrecha es la PDF \Rightarrow mayor confianza en la predicción
- Un escalón en la CDF \Rightarrow PDF bimodal

EFI: Extreme Forecast Index

Comparación del clima del modelo y del ENSemble



Comparación curva negra y curvas de colores →

EFI = f (rango de predicción)

EFI: Extreme Forecast Index. Definición

Proporcional al área entre las 2 curvas

Entre -1 y +1

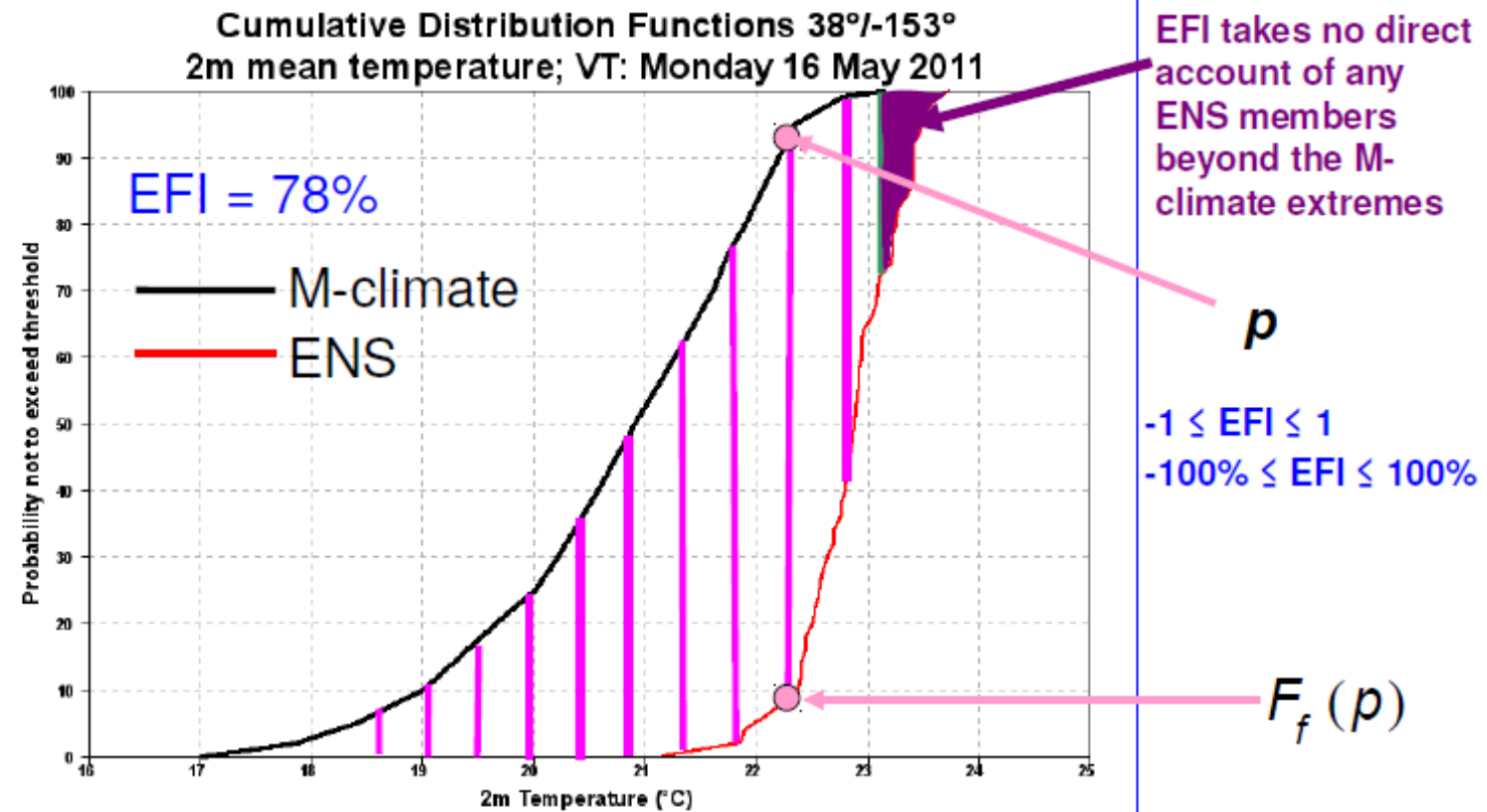
Tienen más peso los extremos de M-Climate

No tiene en cuenta a los miembros fuera del M-Climate

$$EFI = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \left(\frac{p - F_f(p)}{\sqrt{p(1-p)}} \right) dp$$

Represented by pink lines below

More weight to extremes of M-climate

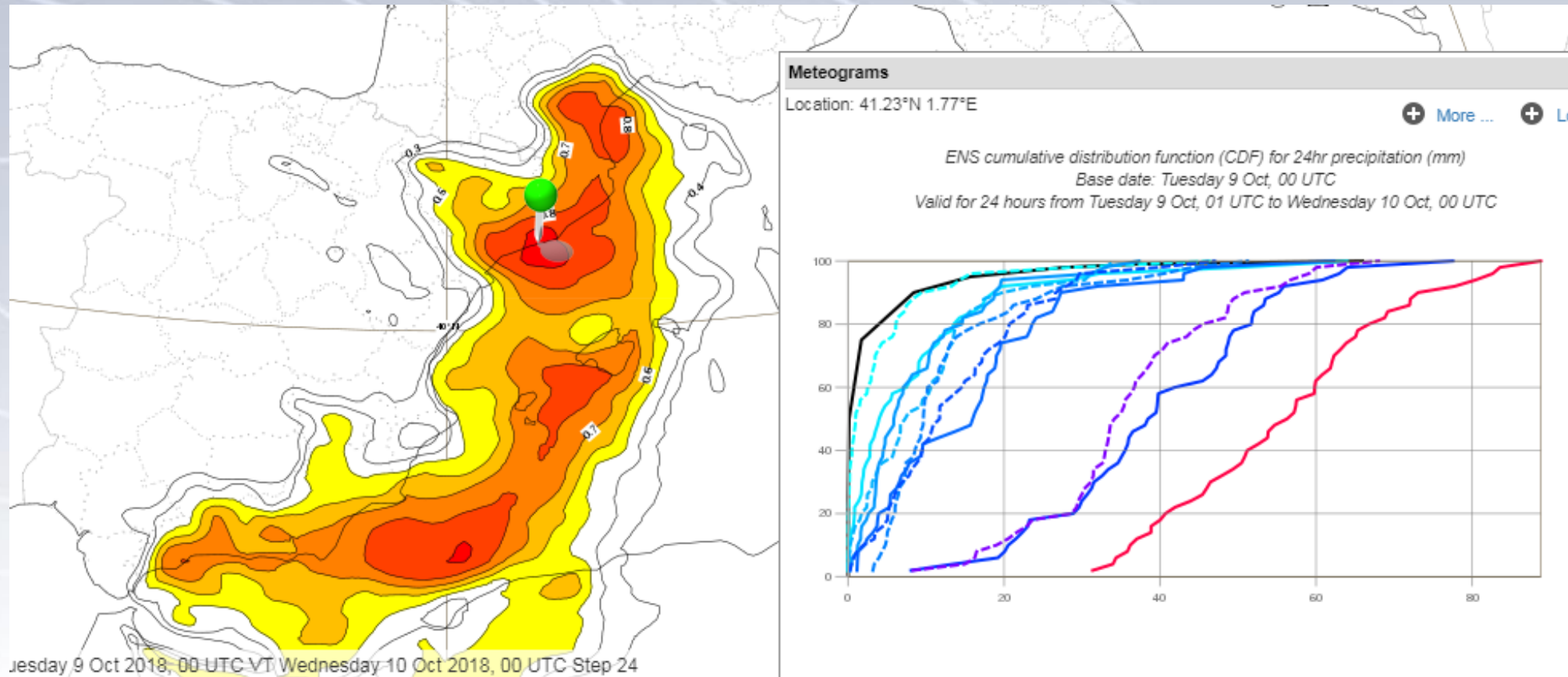


EFI: Extreme Forecast Index. Ejemplo 8 octubre 2018

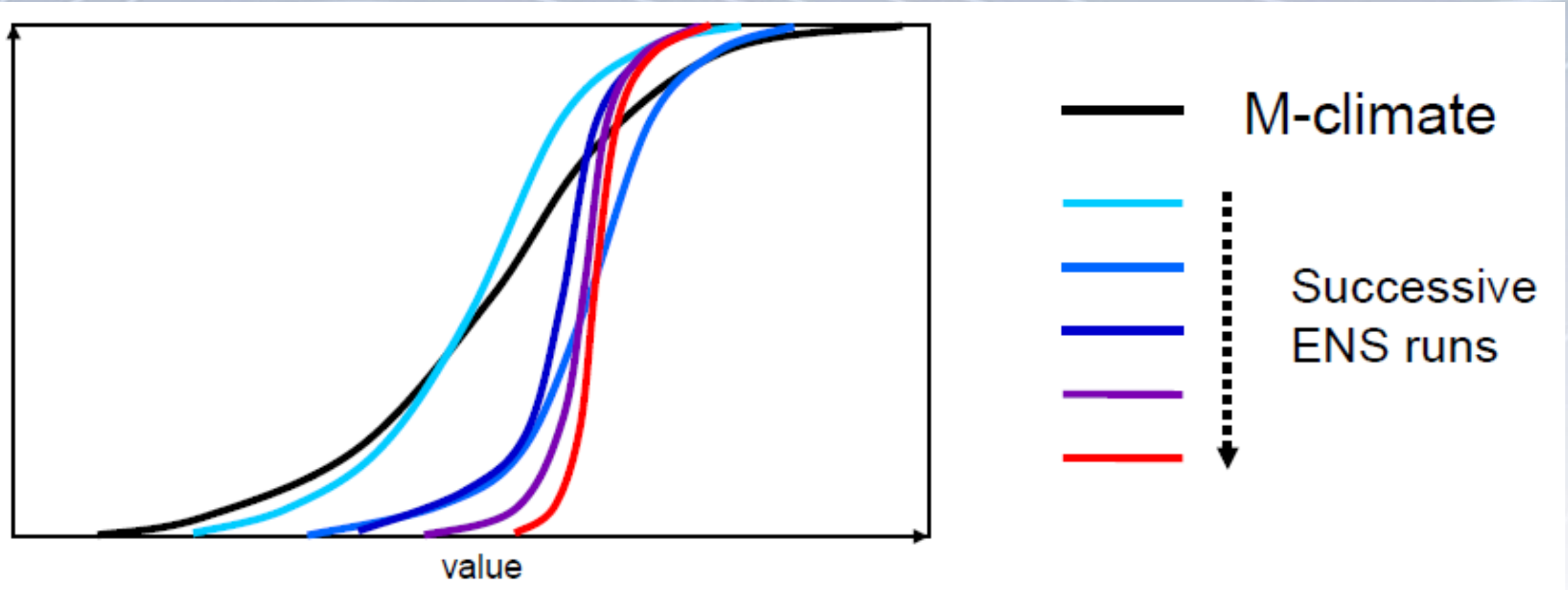
EFI > 0.9

Significa que es muy poco habitual que en esas fechas el modelo ENS prediga unos valores tan altos de precipitación.

El predictor ha de tener en cuenta esta información a la hora de elaborar los avisos de fenómenos adversos



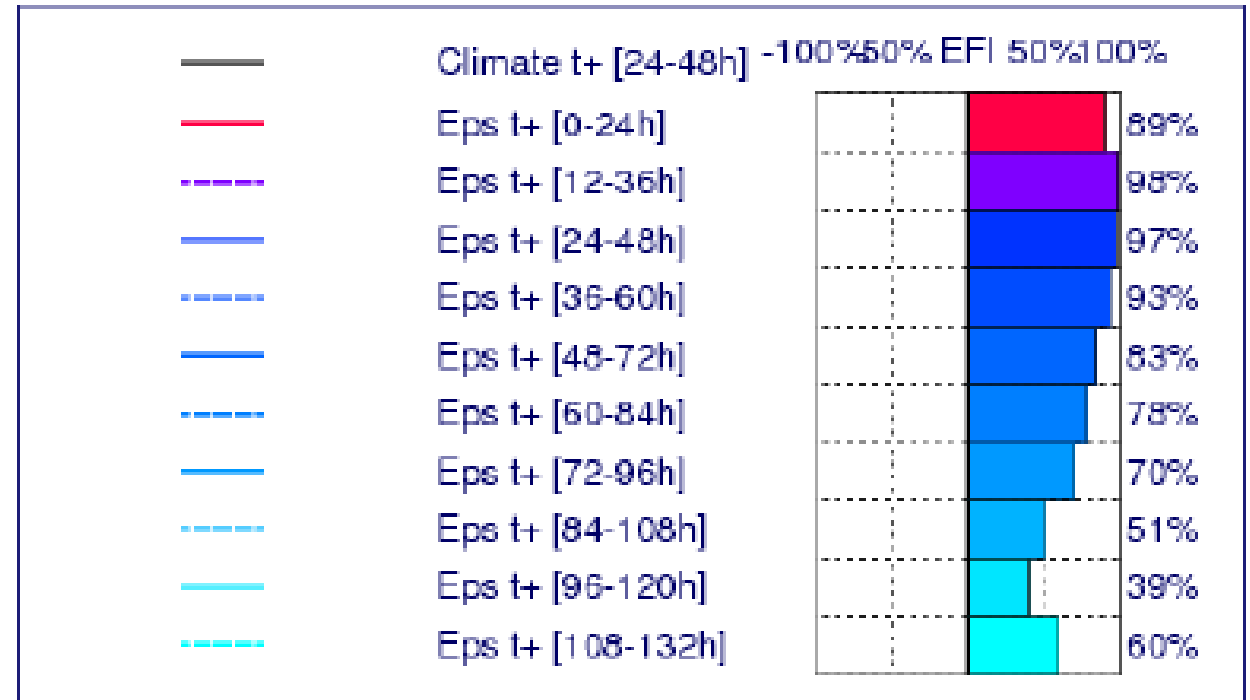
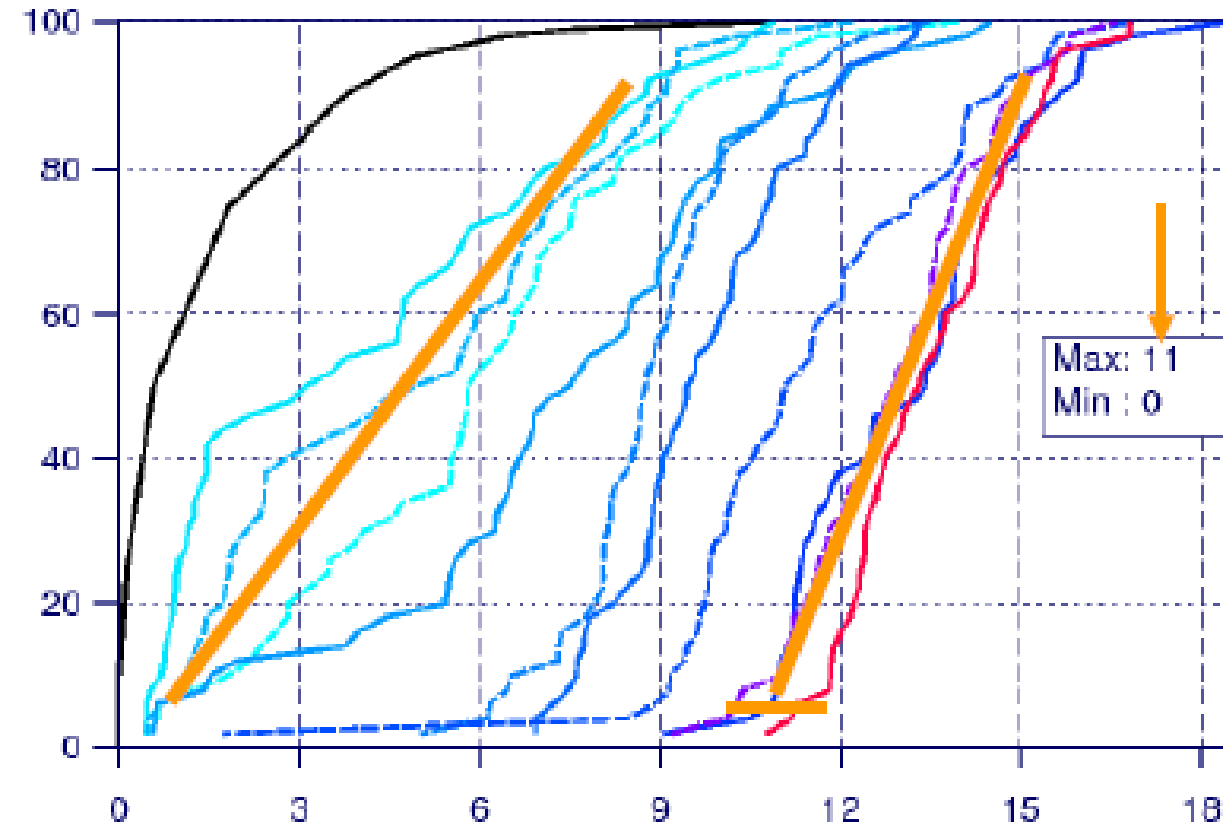
Comportamiento ideal de las sucesivas curvas CDF



- Alcances largos → CDF suele ser similar al M-climate
- Pendiente de la CDF aumenta en sucesivas pasadas → disminuye la dispersión (buen comportamiento del ENS)

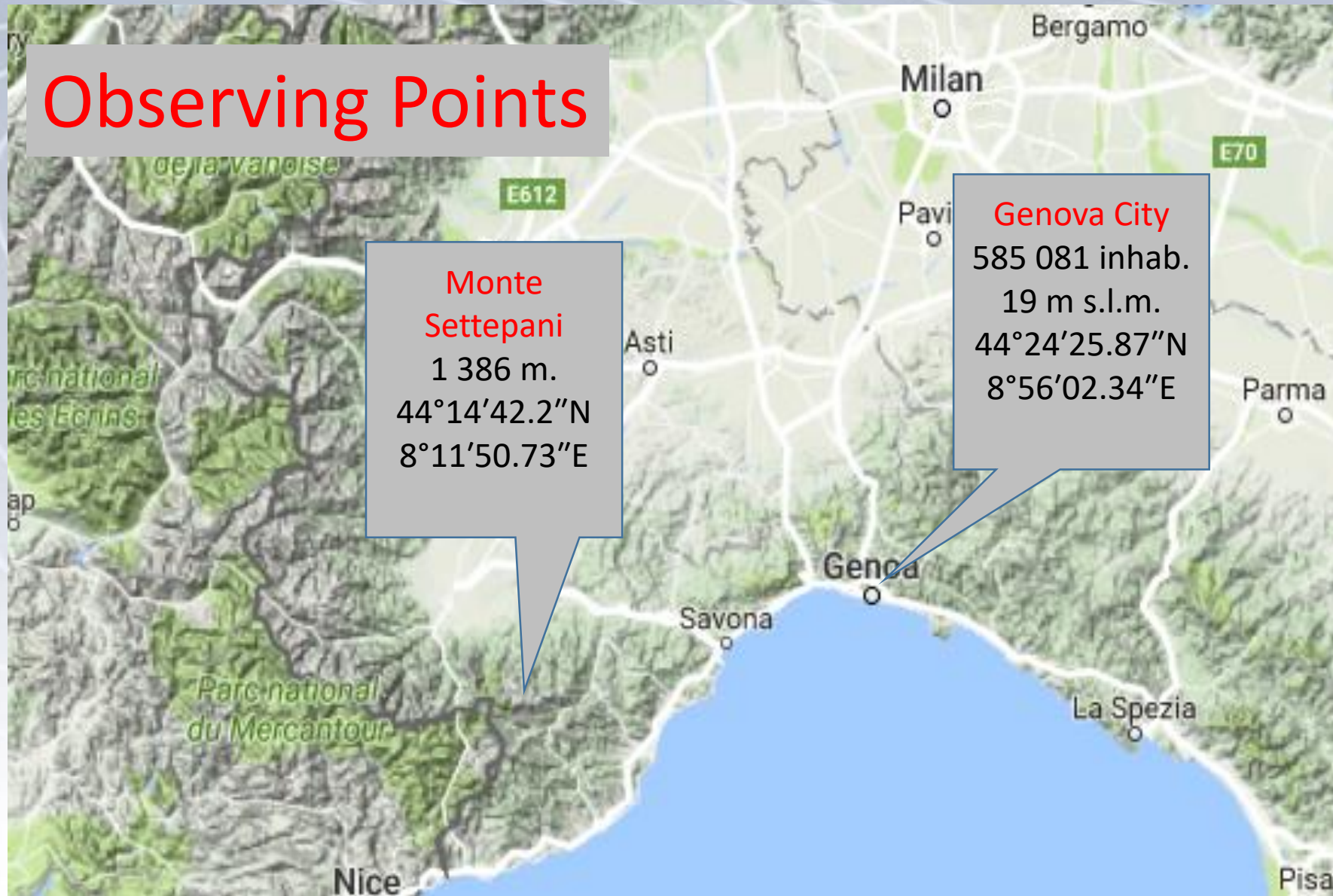
Comportamiento ideal de las sucesivas curvas CDF

CDF for 24h precipitation (mm)



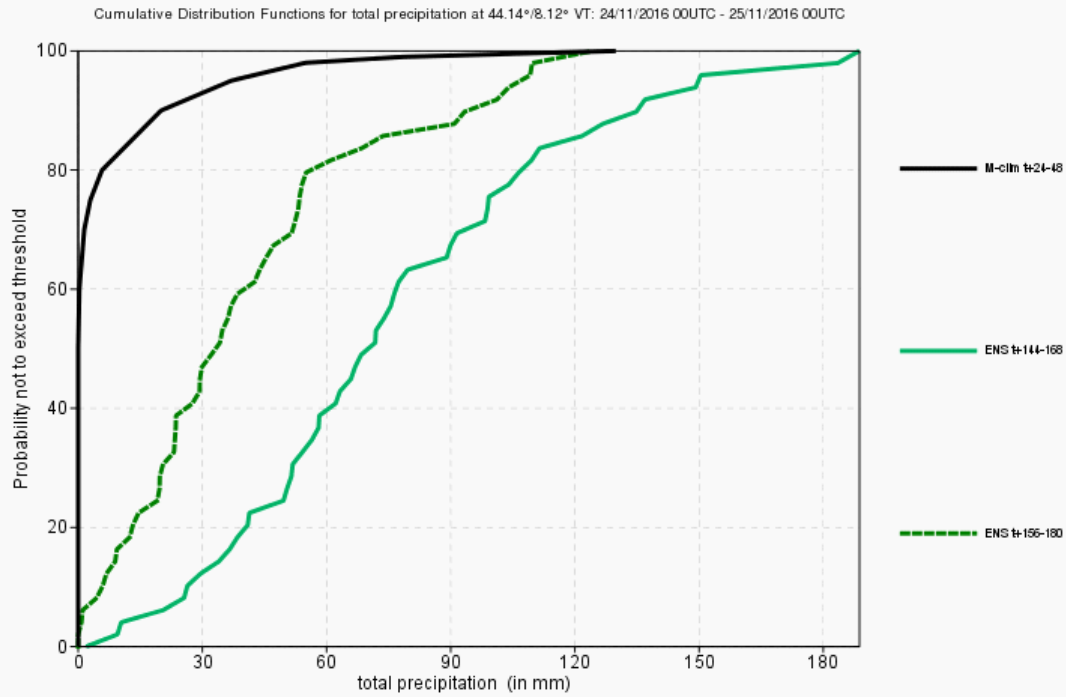
Comportamiento ideal de las sucesivas curvas CDF

Observing Points



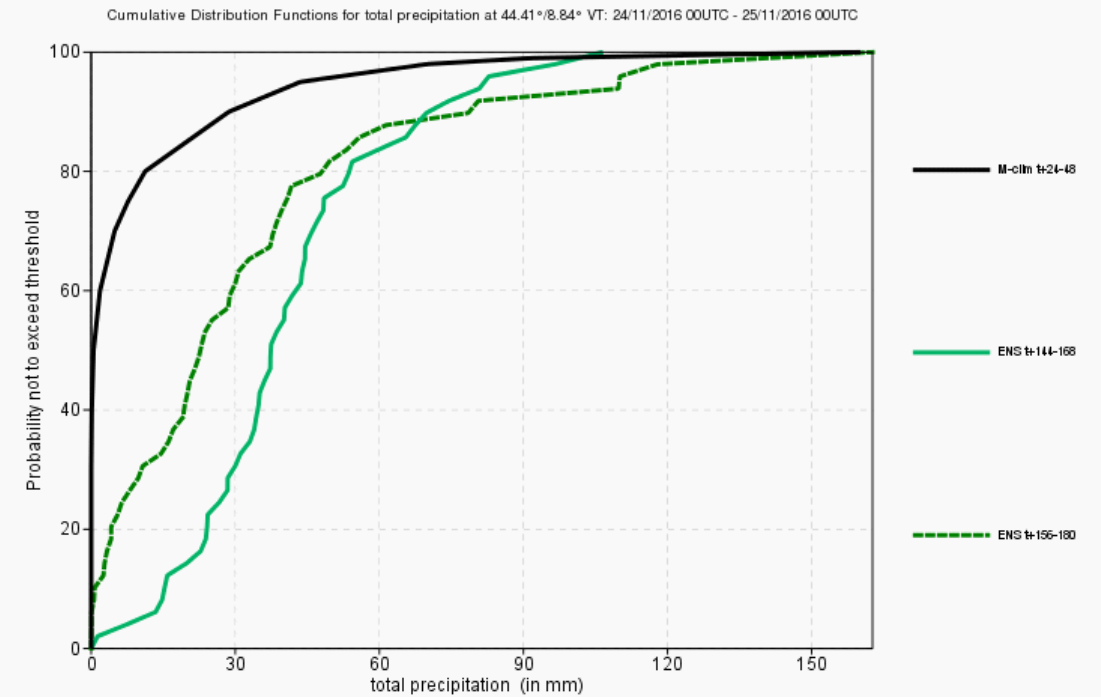
Comportamiento ideal de las sucesivas curvas CDF

www.gif-animator.com - UNREGISTERED



Settepani

www.gif-animator.com - UNREGISTERED



Genova

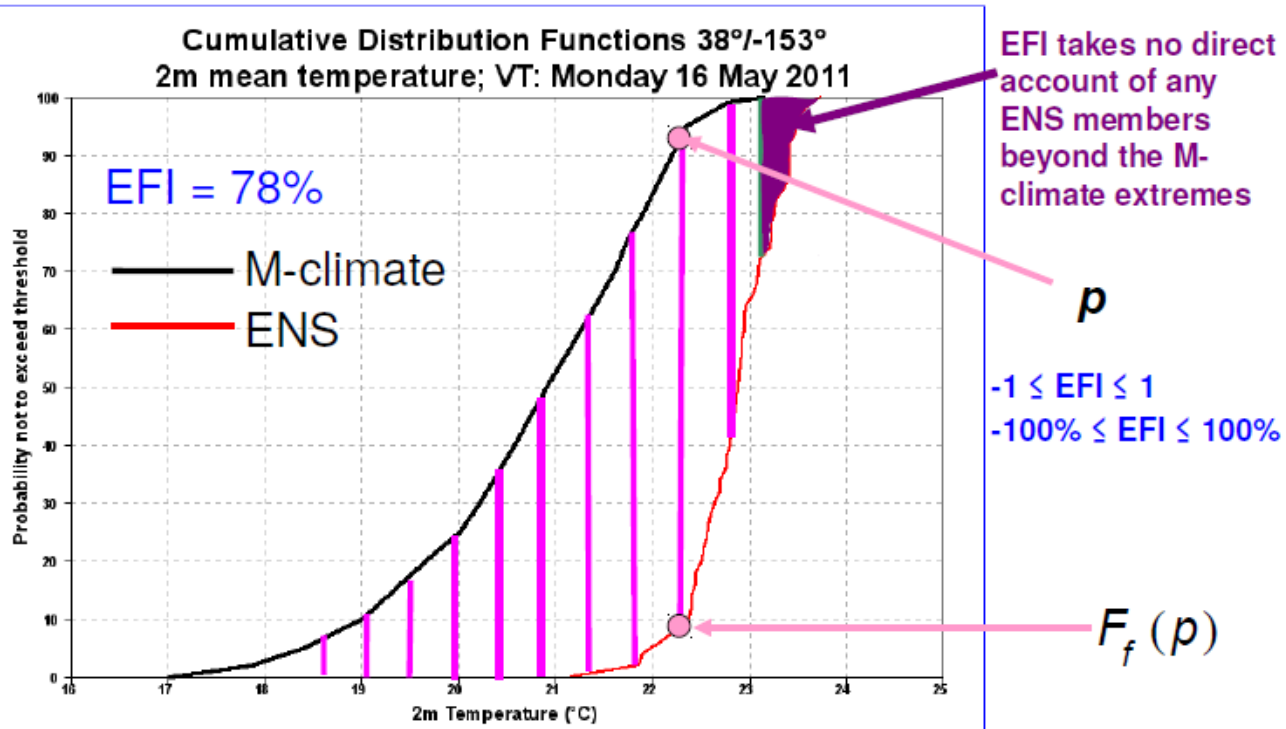
SOT: Shift of Tales

EFI no tiene en cuenta los miembros que se alejan del M-climate

$$EFI = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \left(\frac{p - F_f(p)}{\sqrt{p(1-p)}} \right) dp$$

Represented by pink lines below

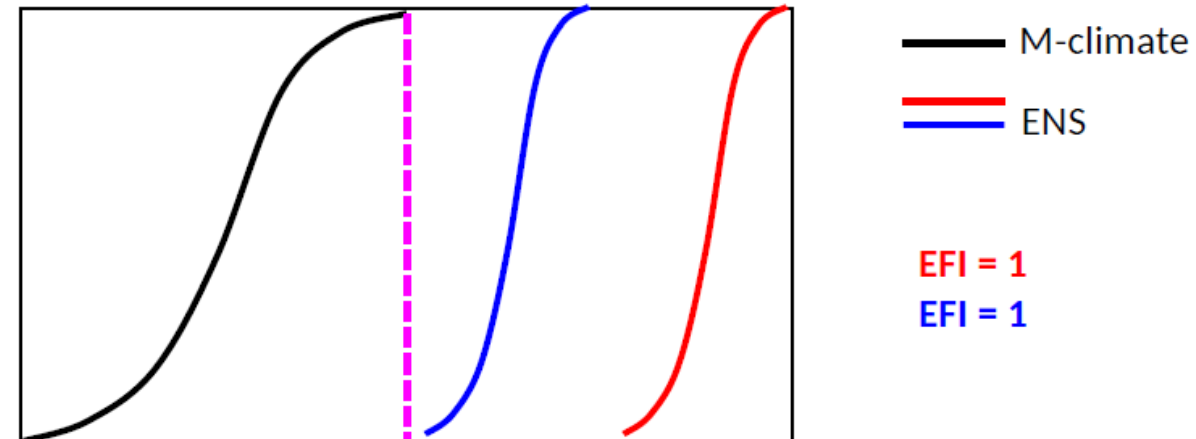
More weight to extremes of M-climate



SOT:

Para resolver este problema

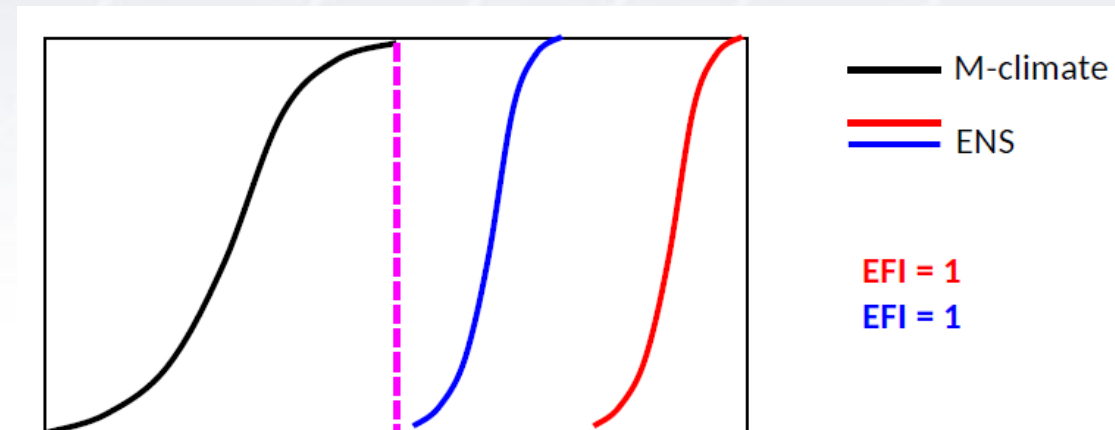
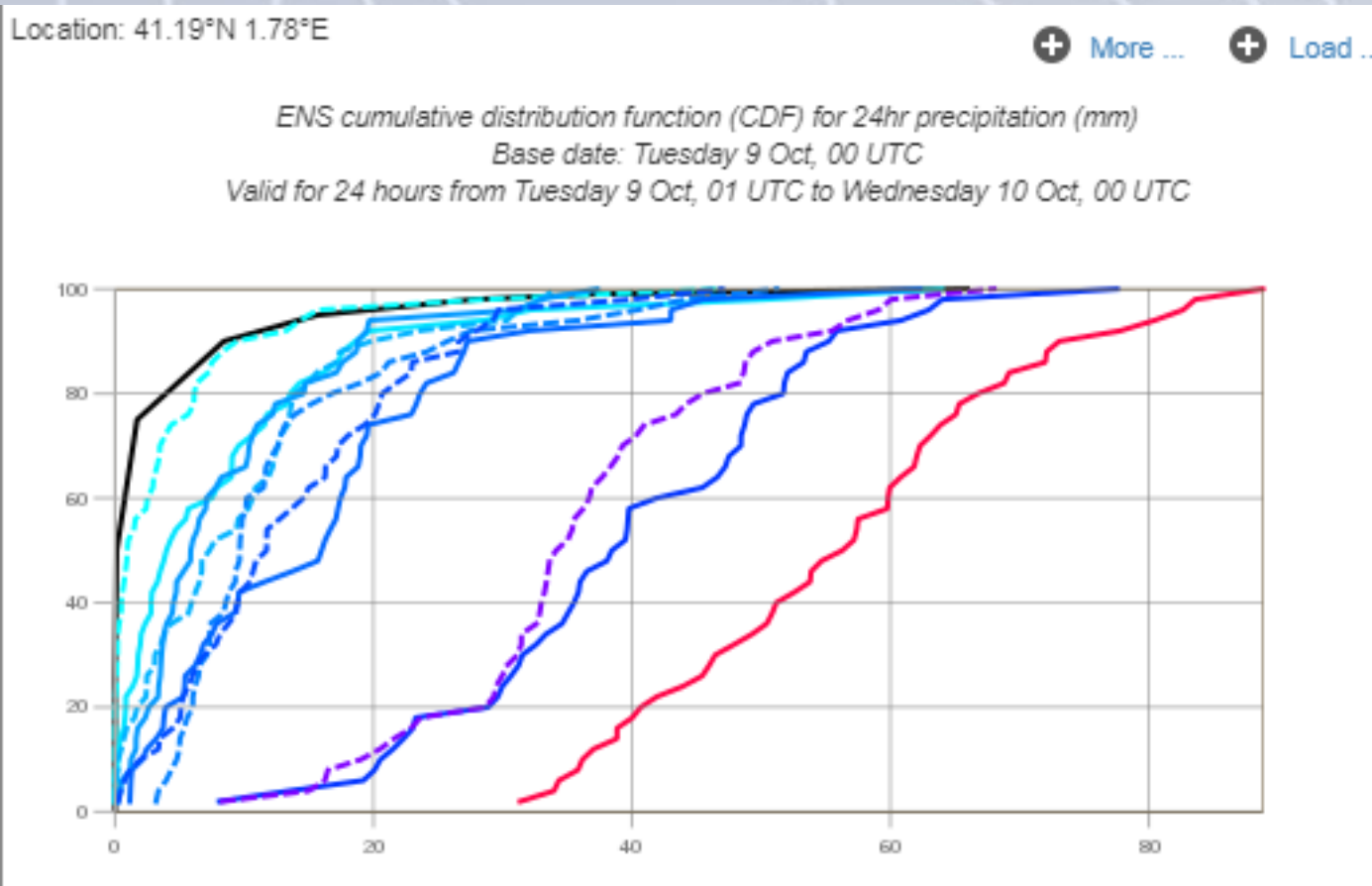
Permite diferenciar situaciones con $EFI = 1$ y que son más extremas



SOT: Shift of Tales

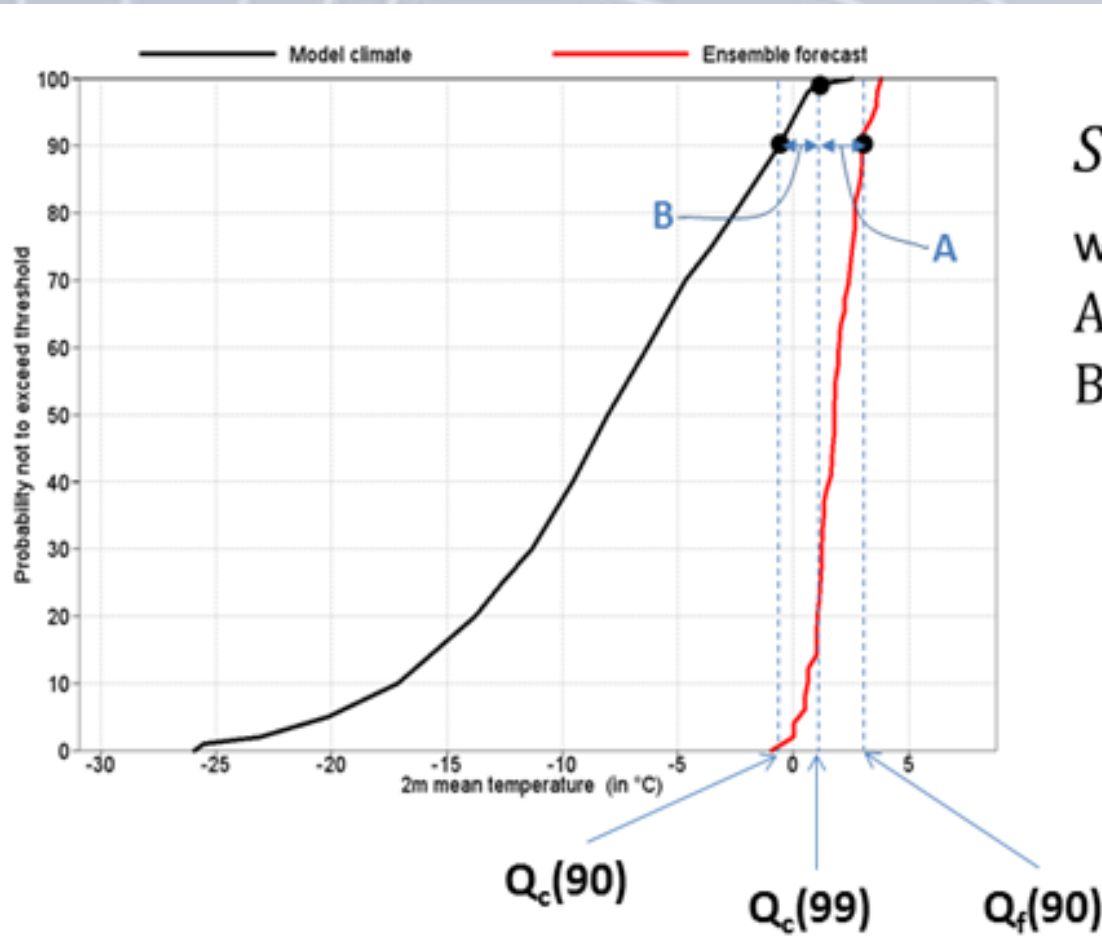
Ejemplo 8/10/2018

Las curvas de los rangos D+1 a D+2 se salen de la distribución del clima



SOT: Shift of Tales

Numerador A: compara percentil 90 de la predicción con percentil 99 del clima
 $A > 0 \rightarrow$ Fenómeno extremo (no necesariamente adverso)

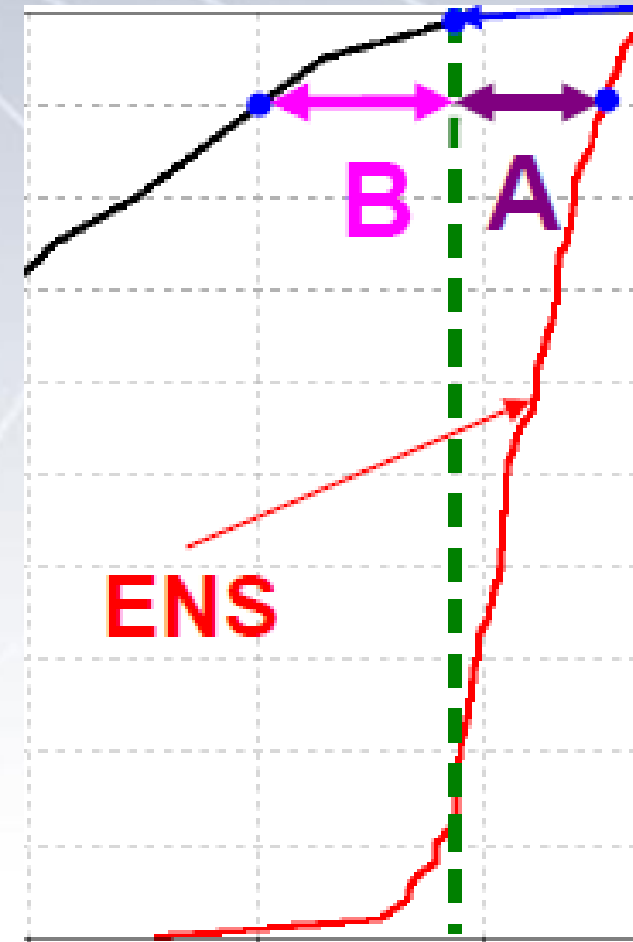


$$SOT(90) = \frac{A}{B}$$

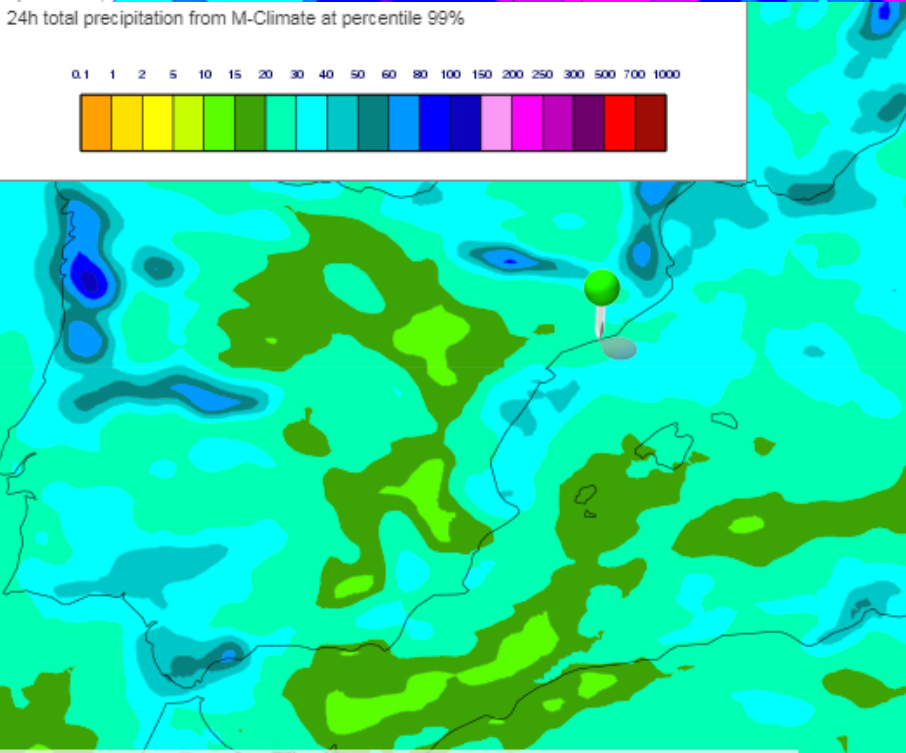
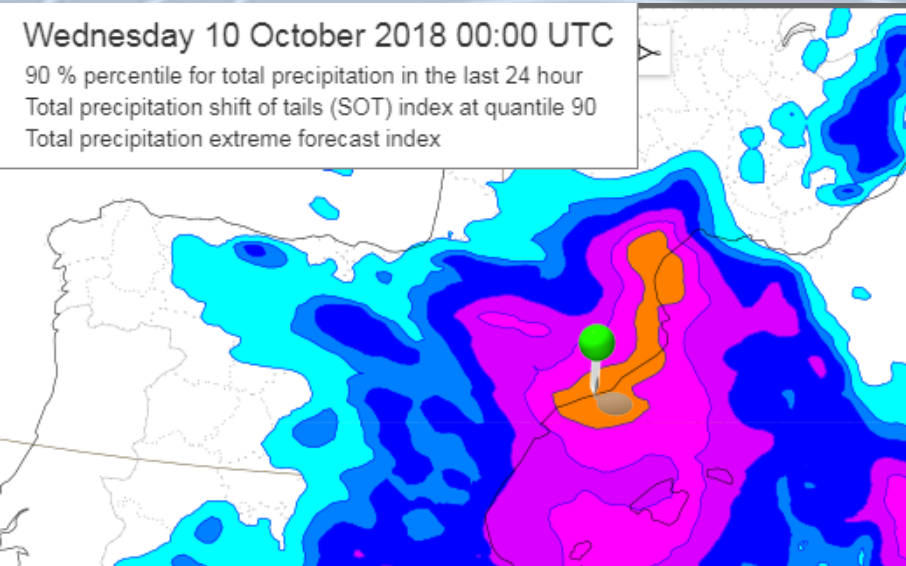
where

$$A = Q_f(90) - Q_c(99)$$

$$B = Q_c(99) - Q_c(90)$$

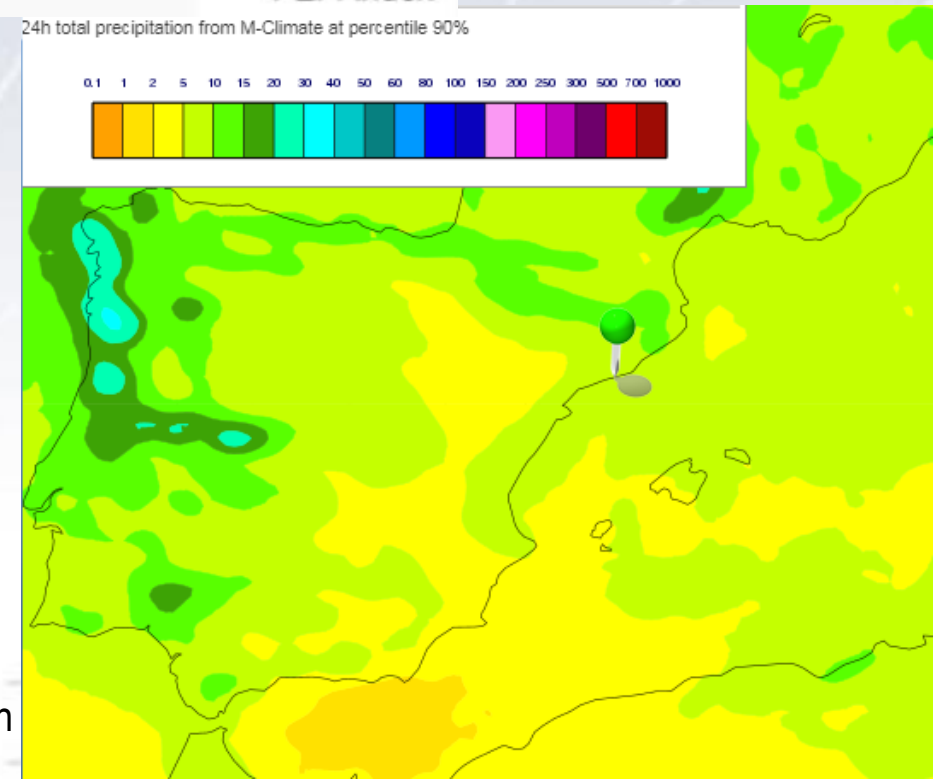
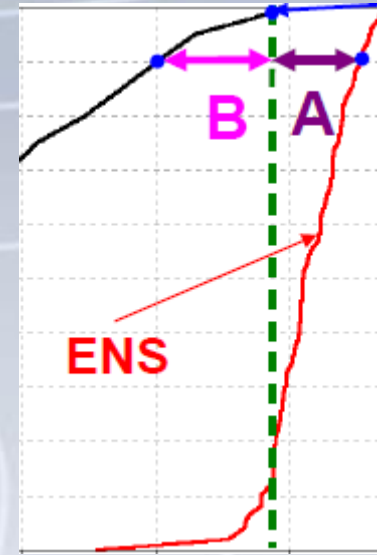


SOT: Shift of Tales



Data values near location 41.23°N 1.77°E, Tuesday 9 Oct, 00 UTC T+24

Layer	Value
24h total precipitation from M-Climate at percentile 99%	24.41 mm
24h total precipitation from M-Climate at percentile 90%	8.06 mm
90 % percentile for total precipitation in the last 24 hour	73.07 mm
Total precipitation shift of tails (SOT) index at quantile 90	2.6 SOT index
Total precipitation extreme forecast index	1 EFI index



$$SOT(90) = \frac{A}{B}$$

where

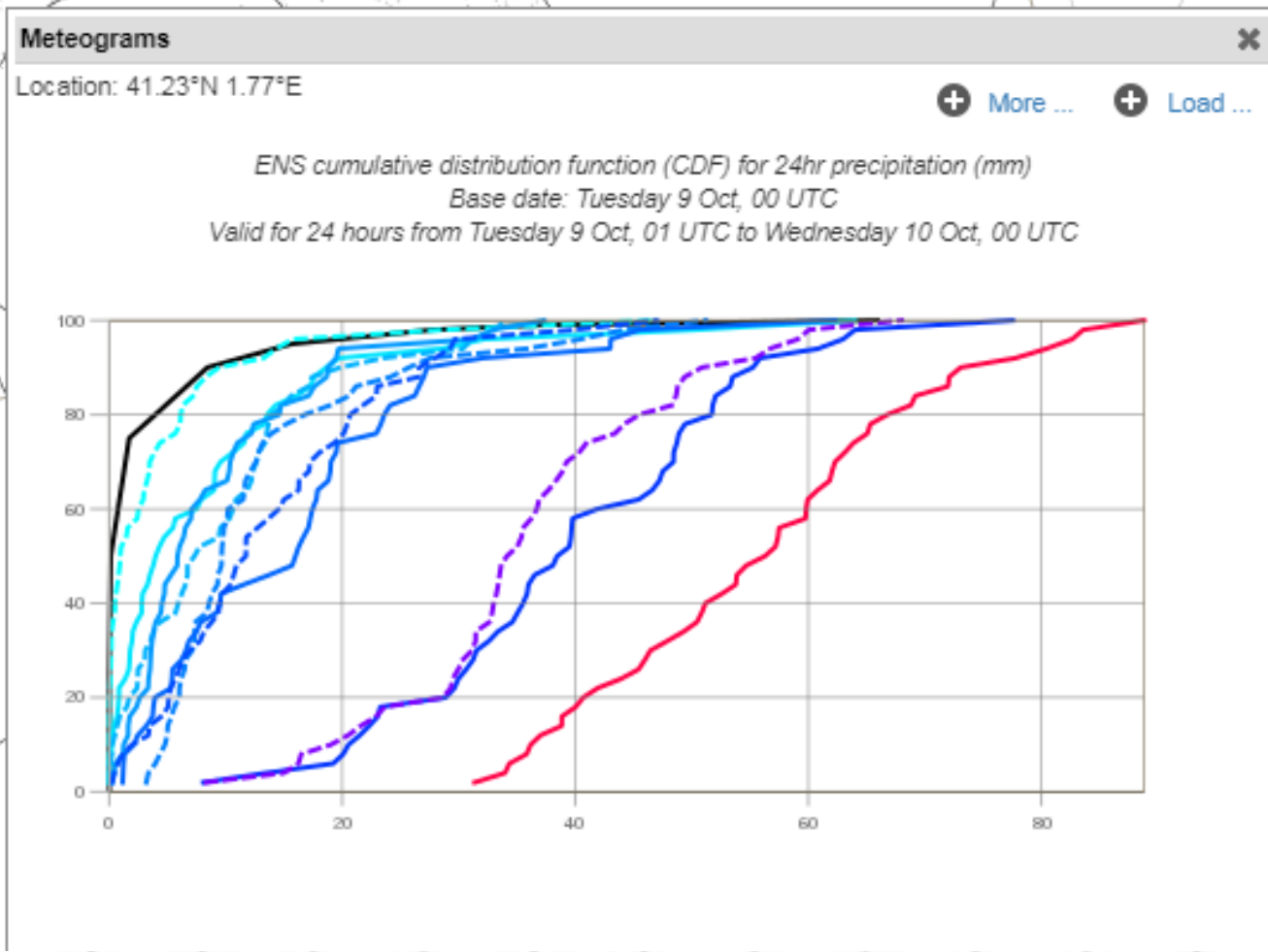
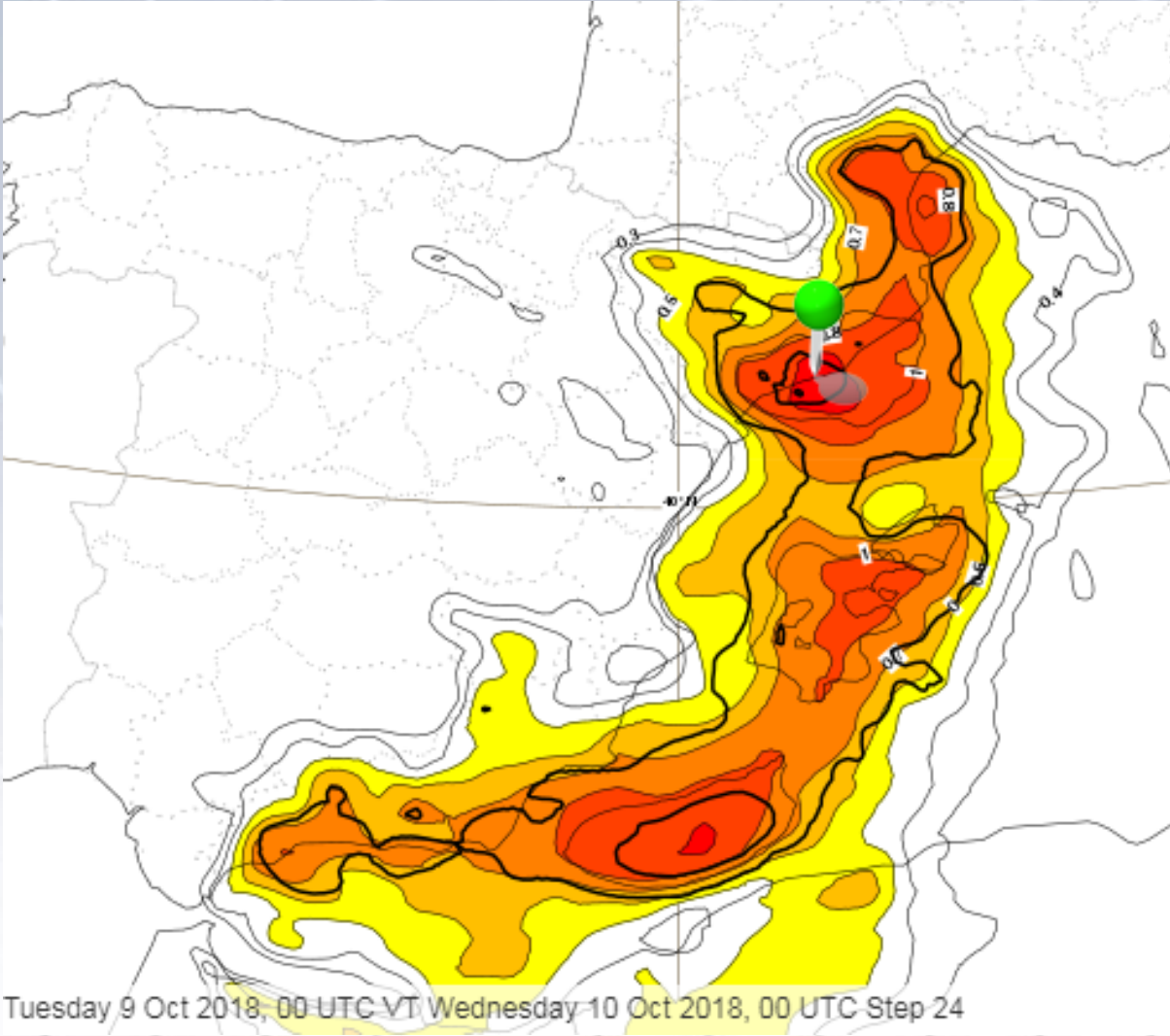
$$A = Q_f(90) - Q_c(99)$$

$$B = Q_c(99) - Q_c(90)$$

SOT: Shift of Tales

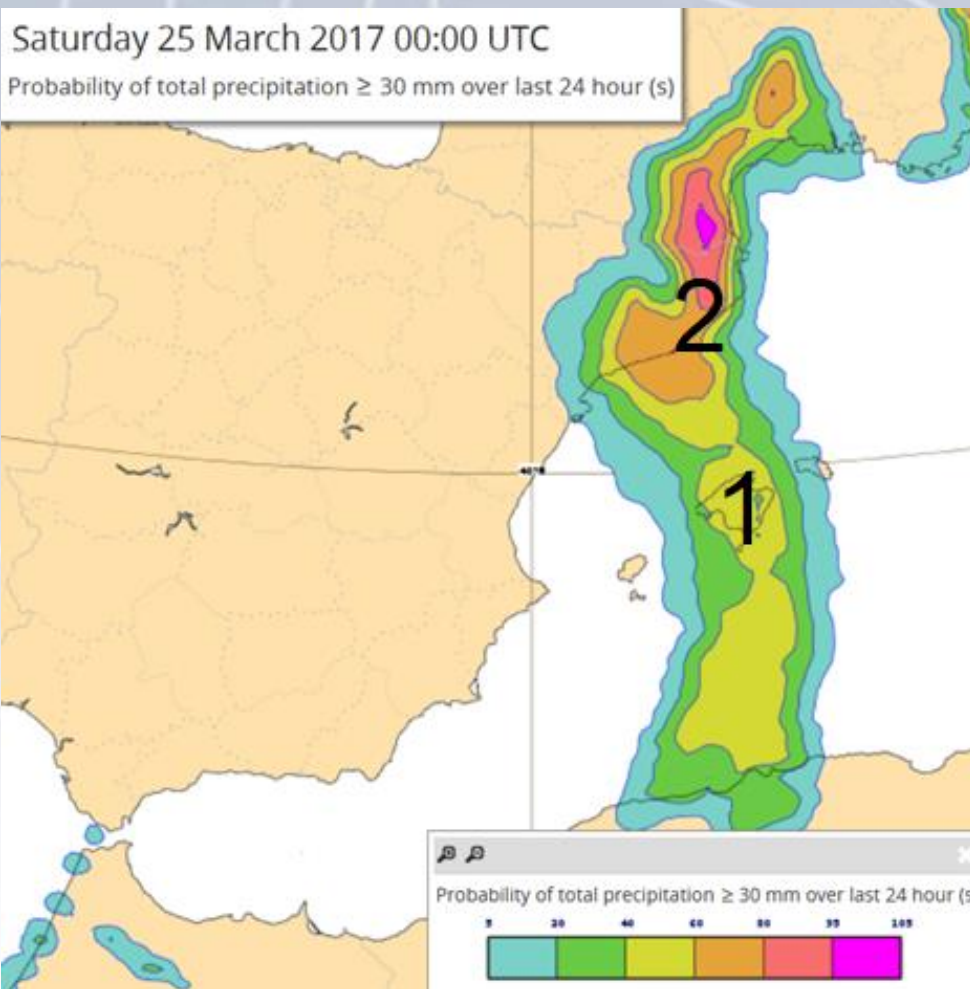
EFI = 1 → fenómeno extremo

SOT > 0, 1, 2 → extremadamente raro → probable récord (de precipitación 24 horas)

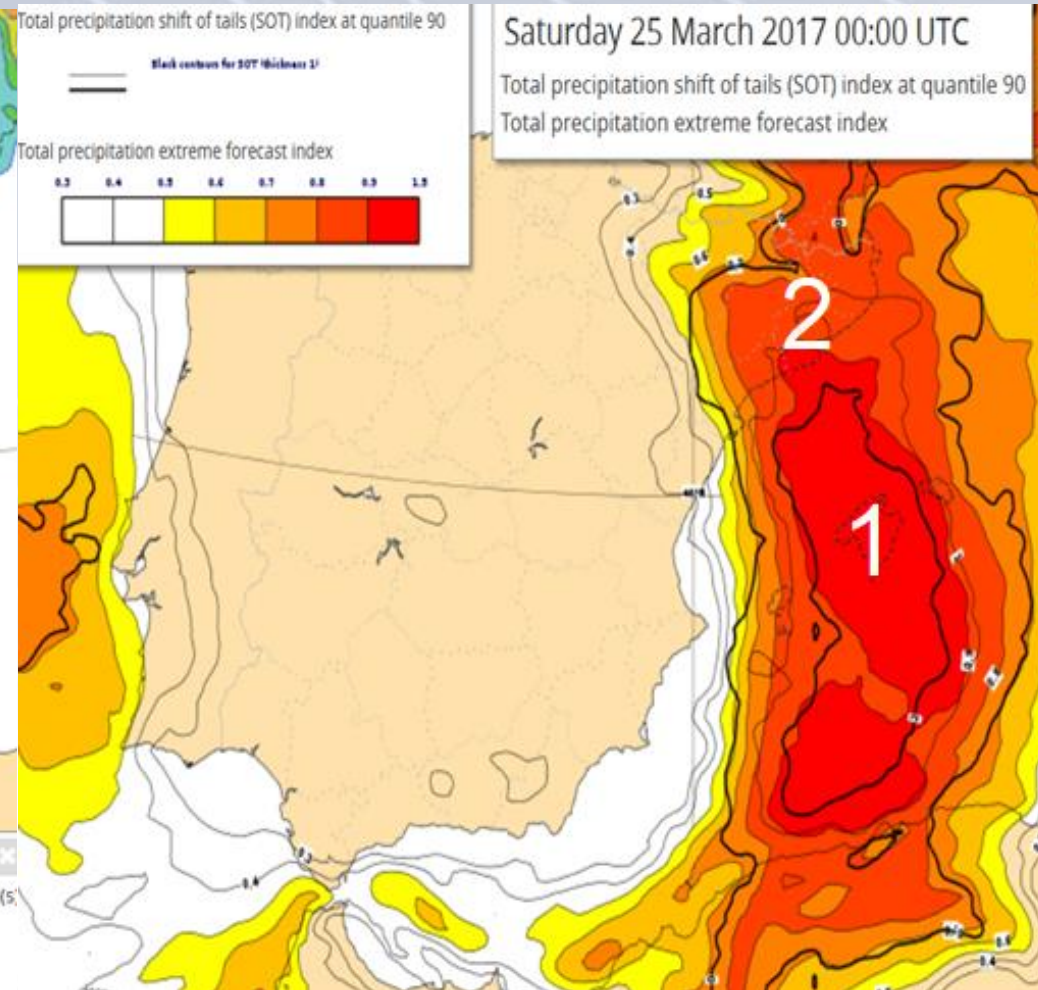


EFI: Extreme Forecast Index. Ejemplo 25 marzo 2017

Mapa de probabilidad de pcp > 30 mm



Mapa de EFI



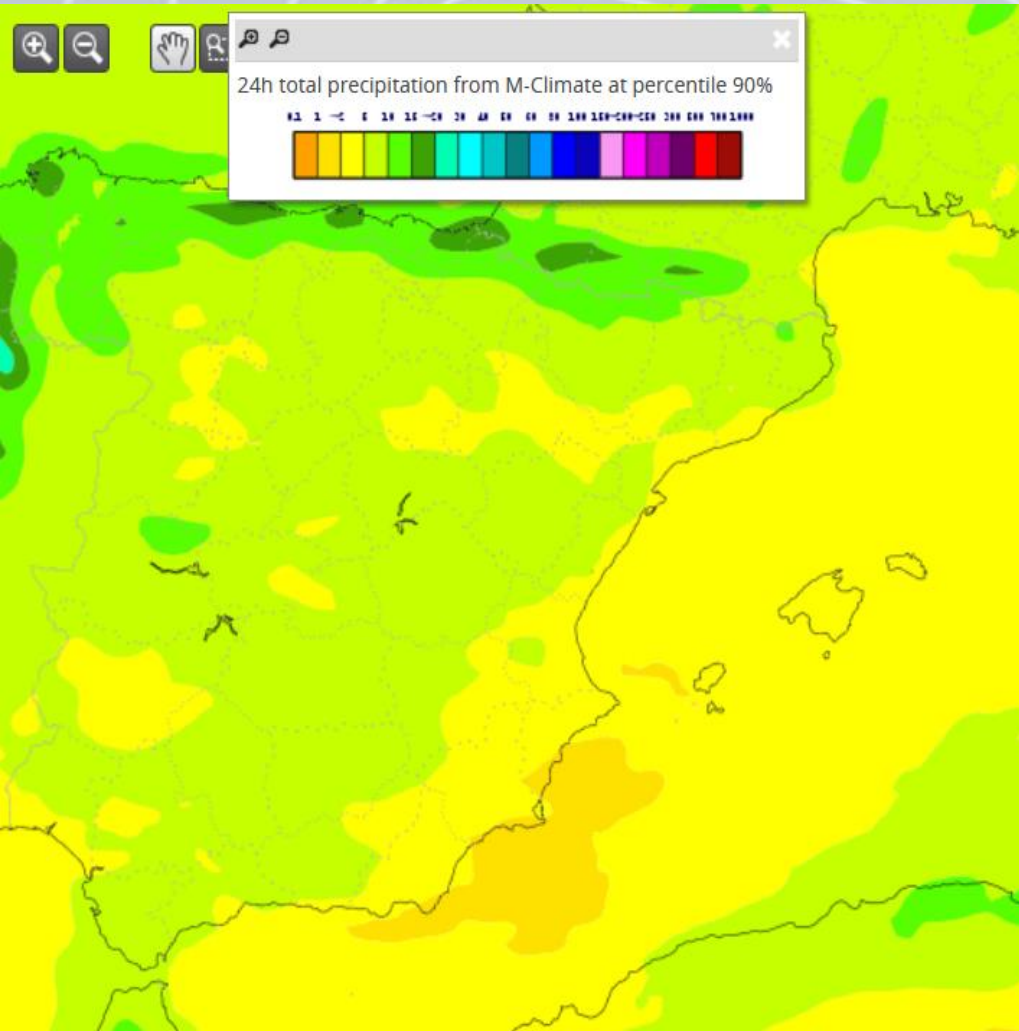
EFI >
en Mallorca (1)
que en
Cataluña (2)

¿qué significa?

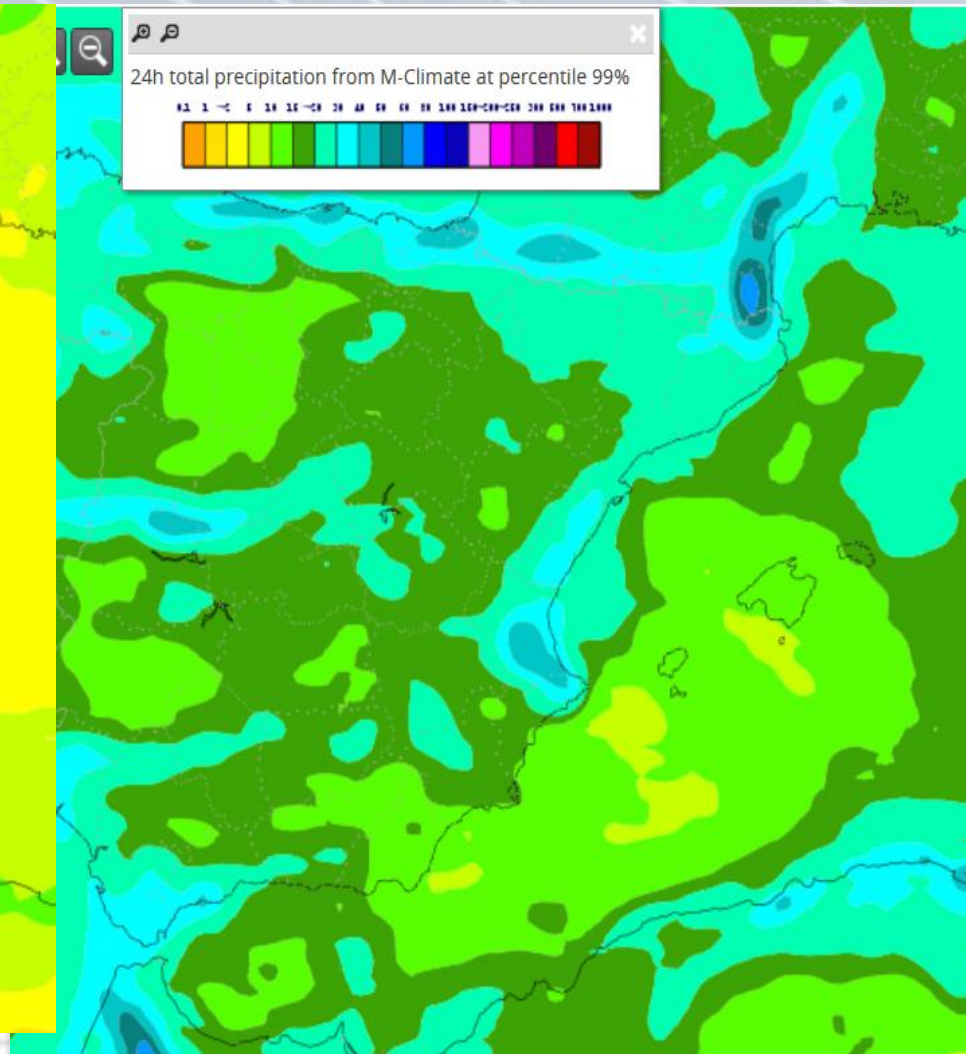
1. En Mallorca lloverá más que en Cataluña?
2. En Mallorca en marzo las precipitaciones intensas son más raras que en Cataluña?

EFI: Extreme Forecast Index. Ejemplo 25 marzo 2017

Percentil 90 del clima del modelo



Percentil 99 del clima del modelo



Ambos valores son mayores en Cataluña →

Están más habituados a las lluvias intensas

EFI y SOT. Conclusiones

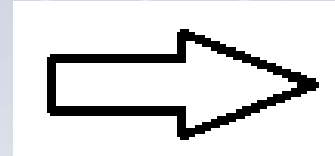
Índices de rareza, de tiempo anómalo

Depende de:

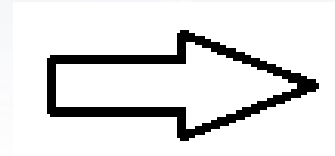
- Época del año
- Lugar
- Rango de predicción

Tiempo adverso?

SI



NO



Utilidad

Indica al predictor que está ante un fenómeno potencialmente muy adverso

Útil para notas informativas relativas al tiempo anormal para las fechas