

Introducción a la predicción operativa

Características de la predicción probabilística

Papel del predictor

Benito Elvira Montejo

belviram@aemet.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

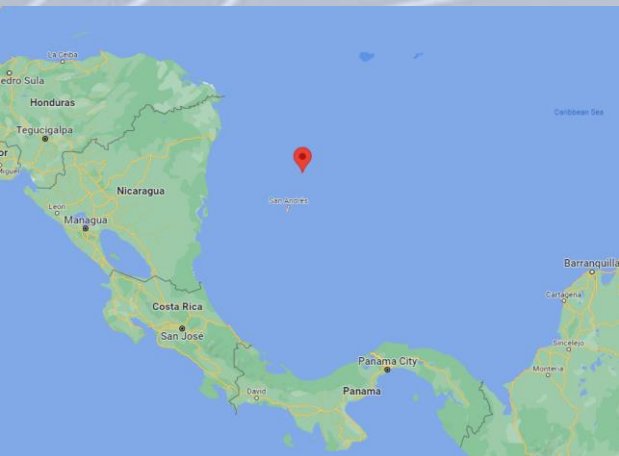
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Aemet
Agencia Estatal de Meteorología

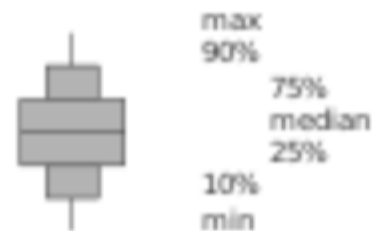
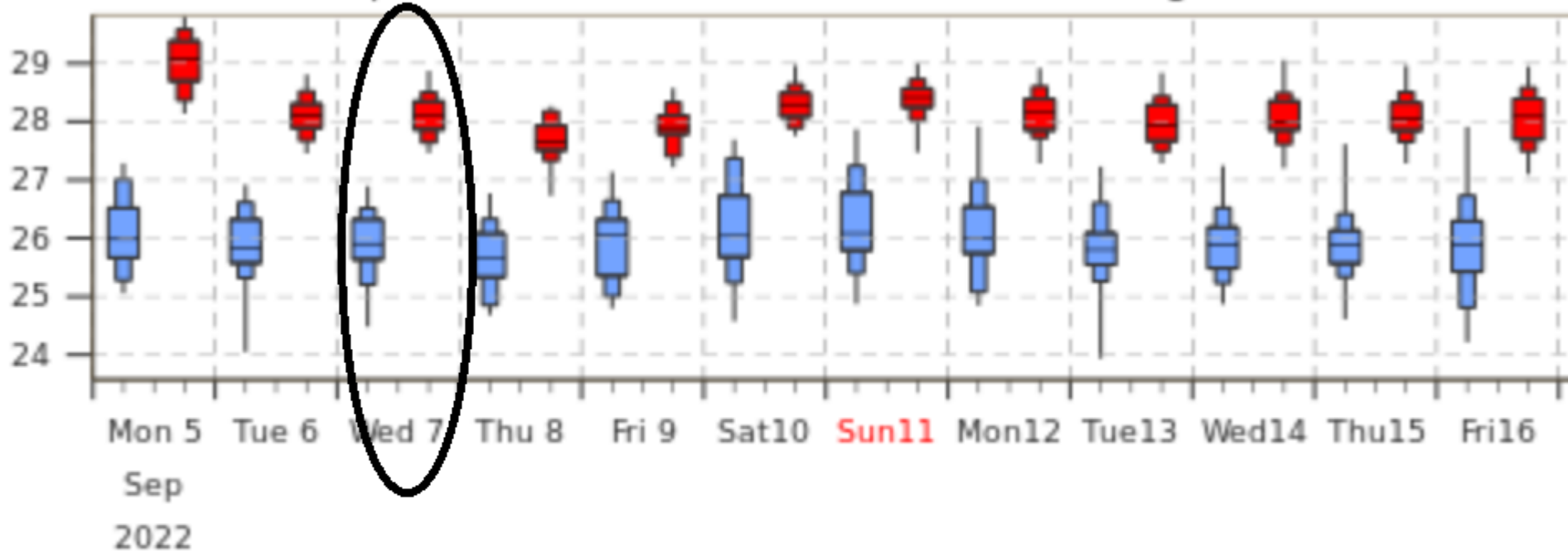
Curso PIB-M. 4ª Edición

Uso de productos HRES y ENS. Papel del predictor

Predicción de Tmáx. ENS



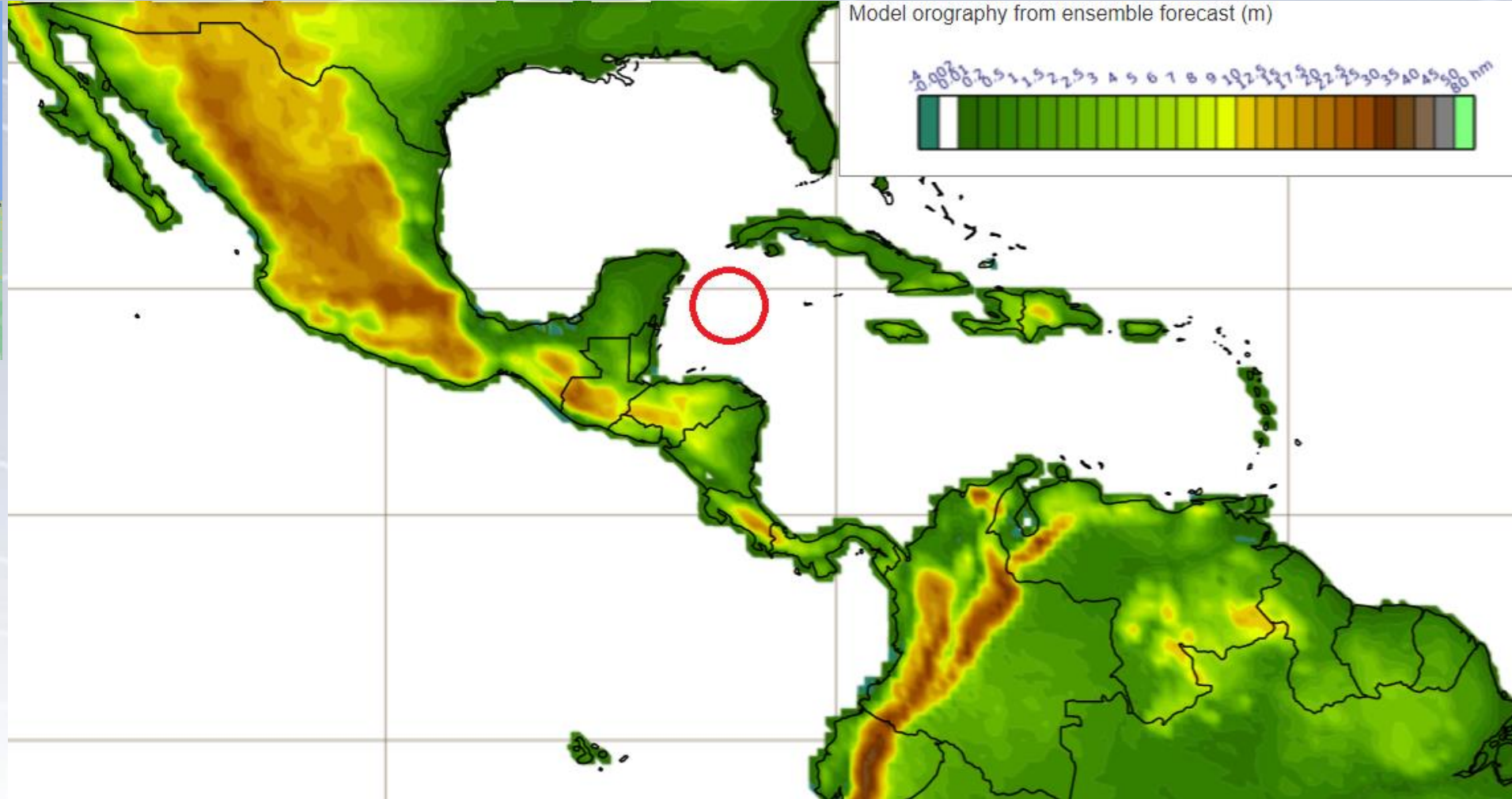
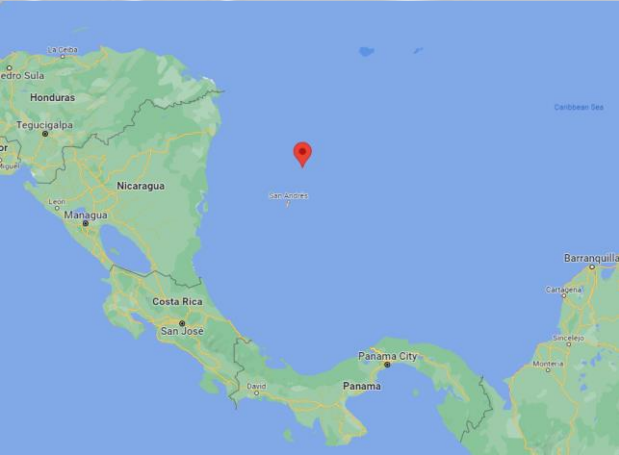
2m min/max Temperature (°C) reduced to 0 m (station height) from -4 m (ENS)



Probabilidad:
100% entre
27.5 y 28.8 °C



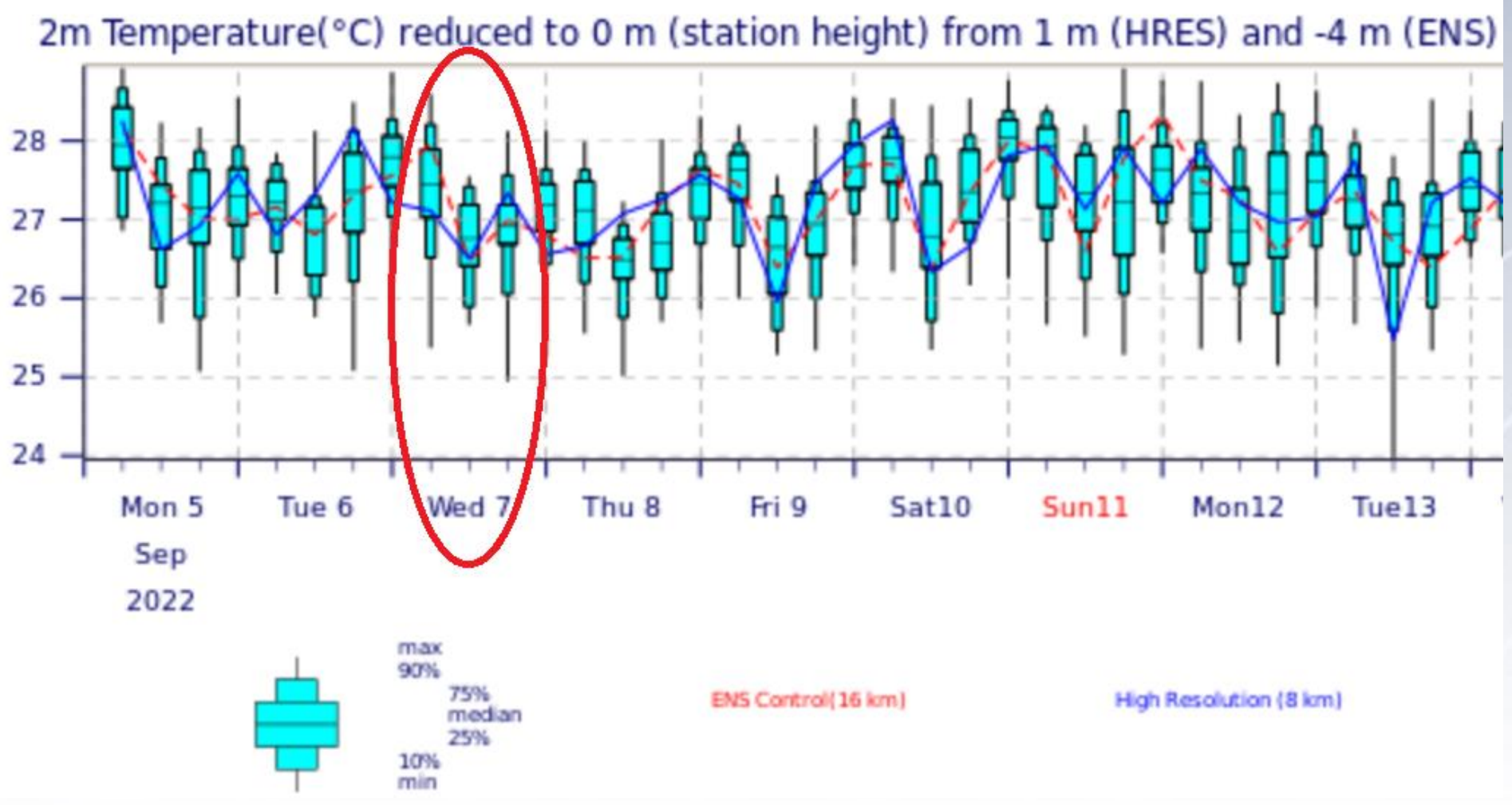
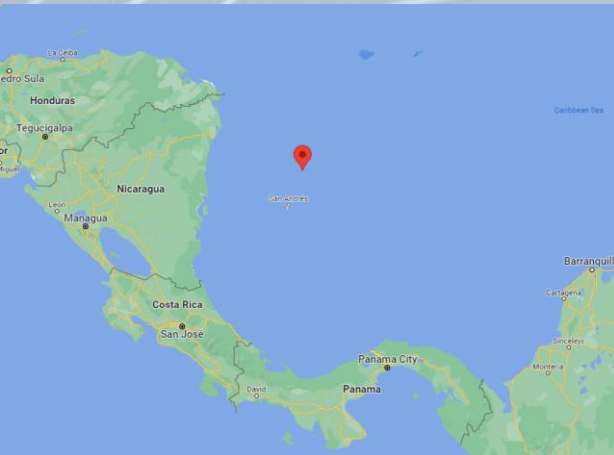
Uso de productos HRES y ENS. Papel del predictor



ENS

Isla Providencia =
mar

Uso de productos HRES y ENS. Papel del predictor

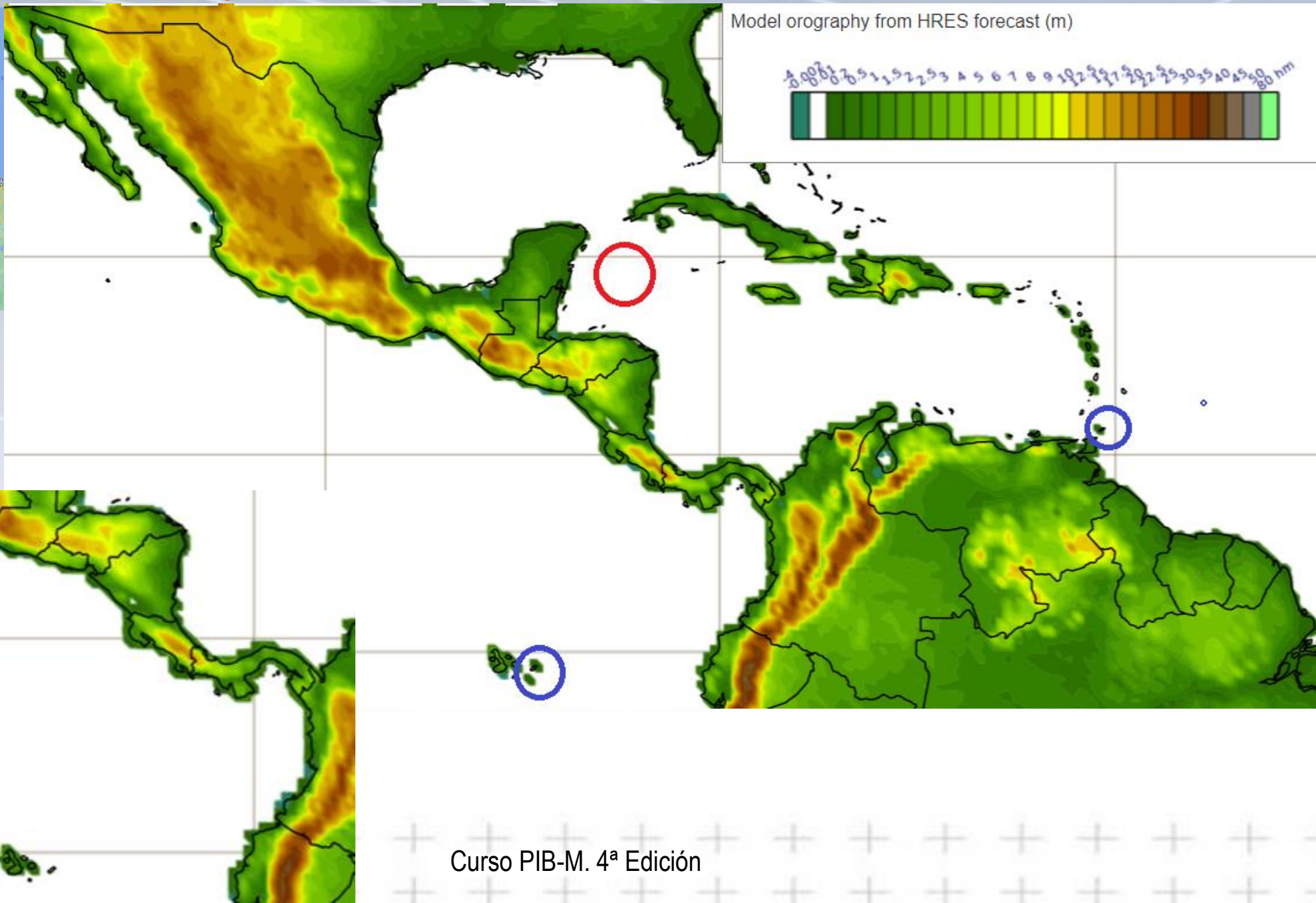
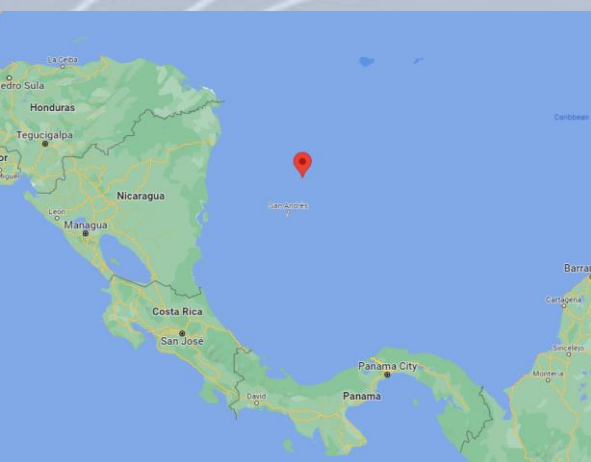


HRES

Bastante similar a Control

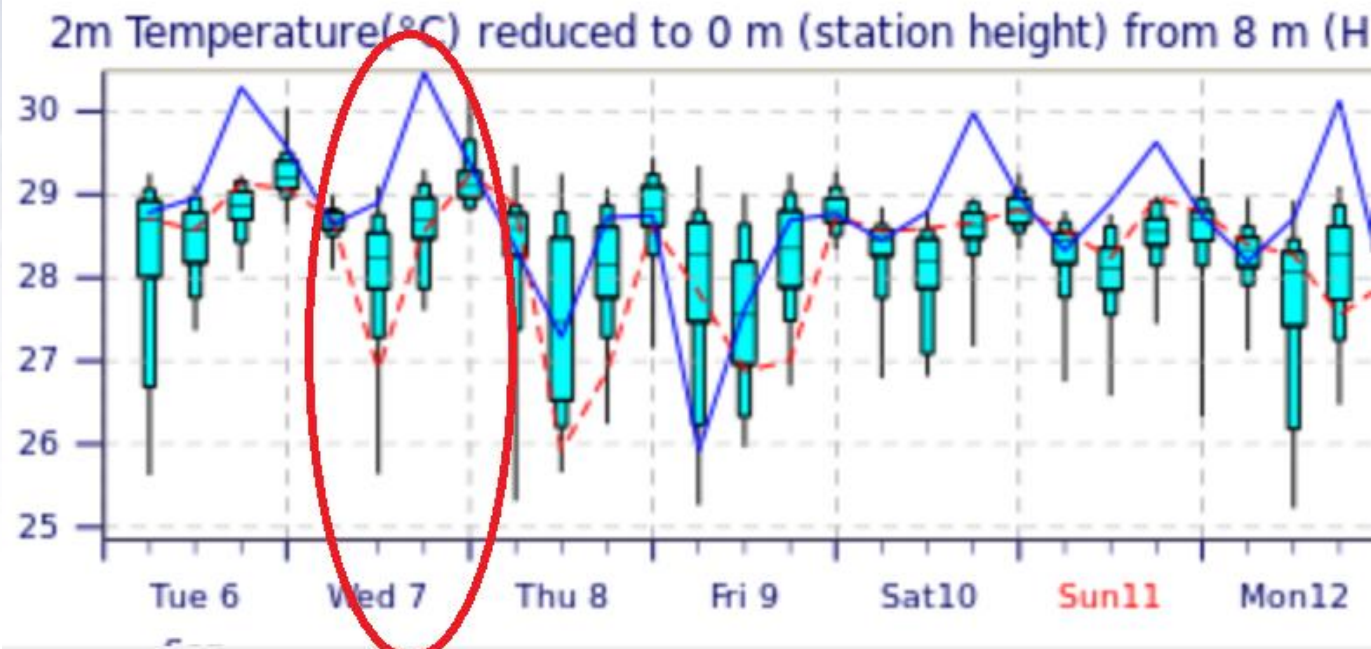
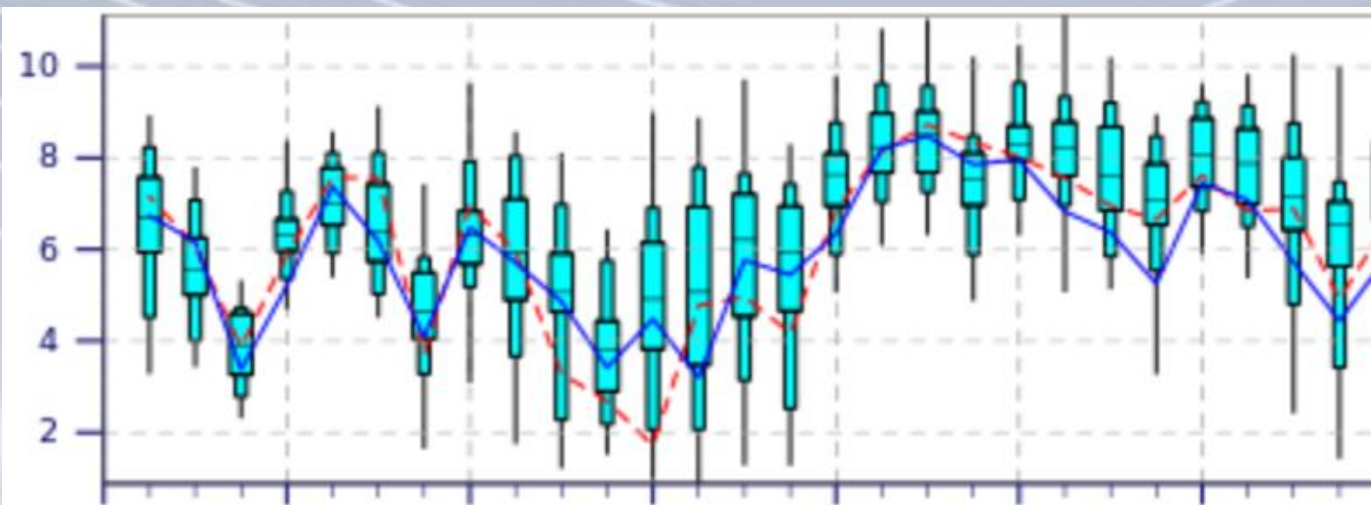
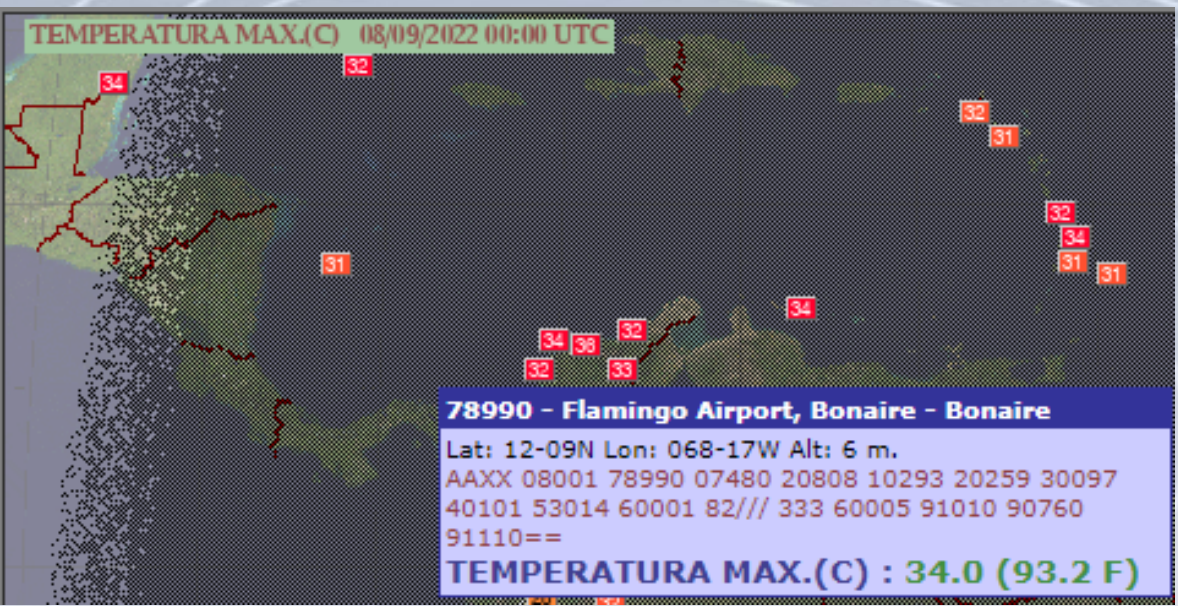
Dentro del abanico de opciones del ENS

Uso de productos HRES y ENS. Papel del predictor



HRES
Isla Providencia =
mar

Uso de productos HRES y ENS. Papel del predictor



Mejor orografía de HRES →
Predicción más realista
El predictor ha de ser consciente:
- Ventajas
- Limitaciones
de las herramientas disponibles

Características de los productos del ENS

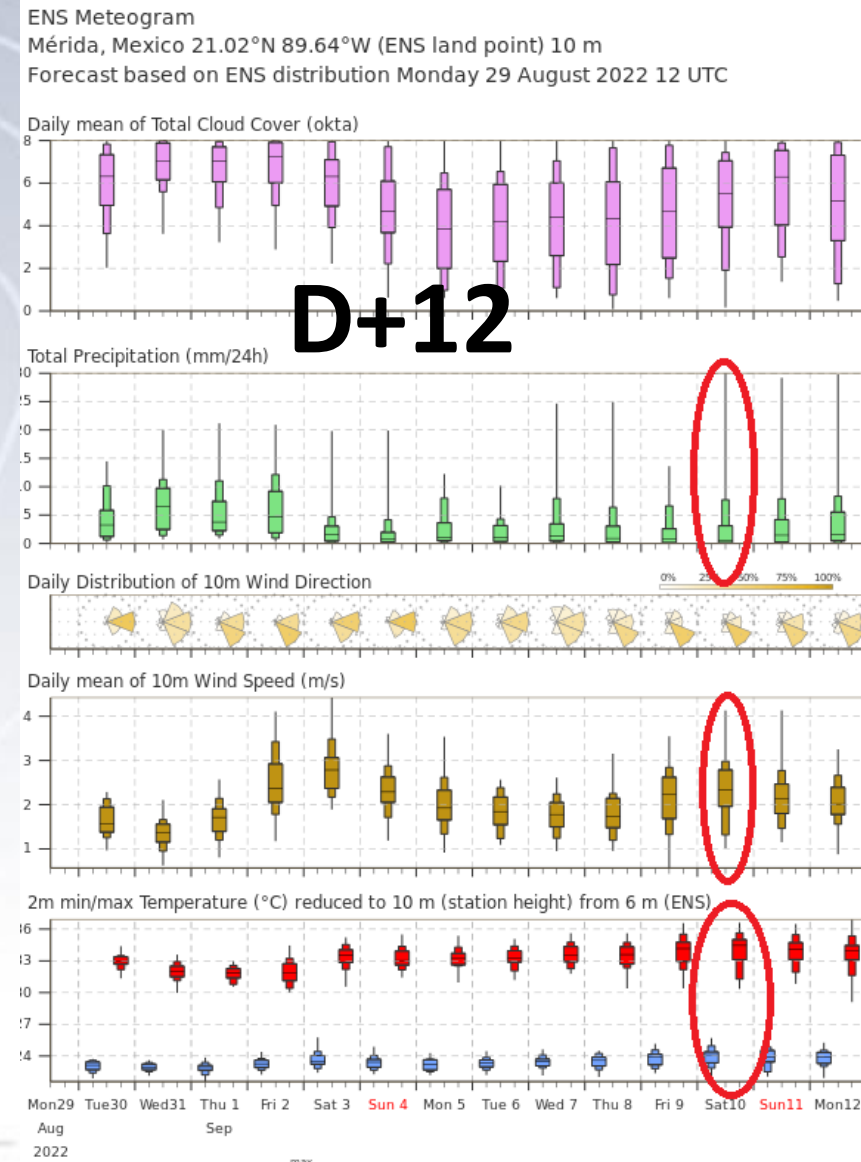
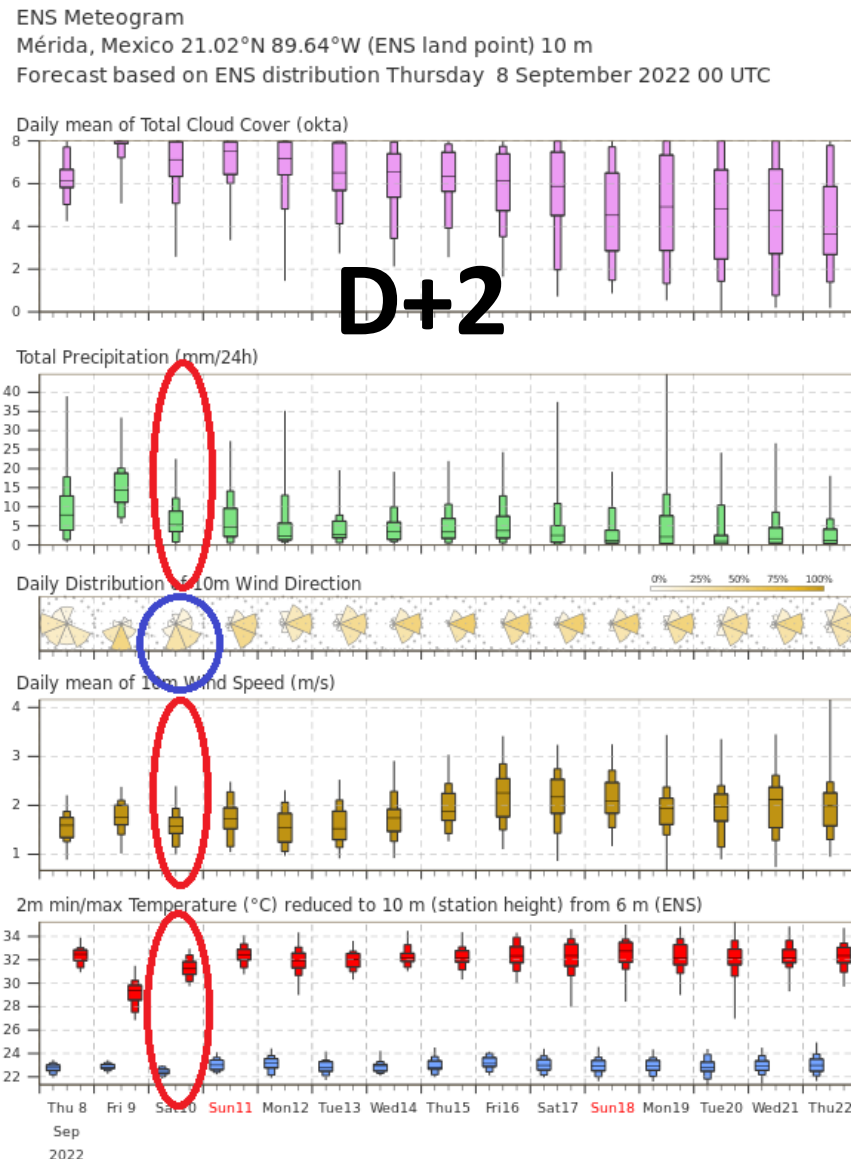
Evolución de las probabilidades al disminuir el rango de predicción

De la ambigüedad → a la concreción (determinismo)

De los valores bajos-medios → altos y bajos

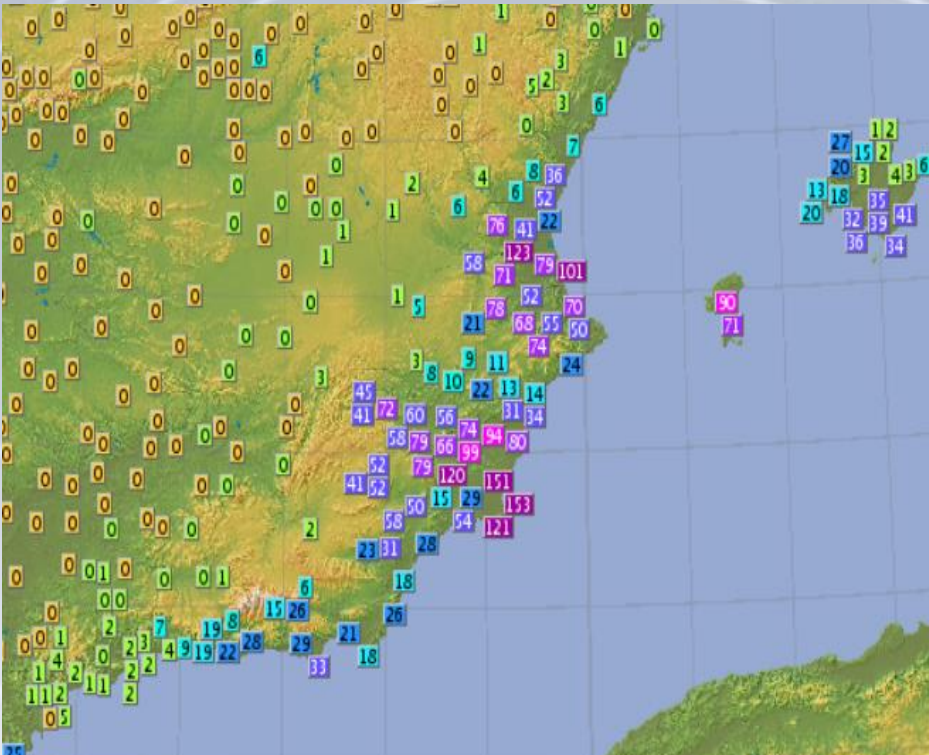
Disminución de la incertidumbre

Dirección del viento:
Ha aumentado la incertidumbre??



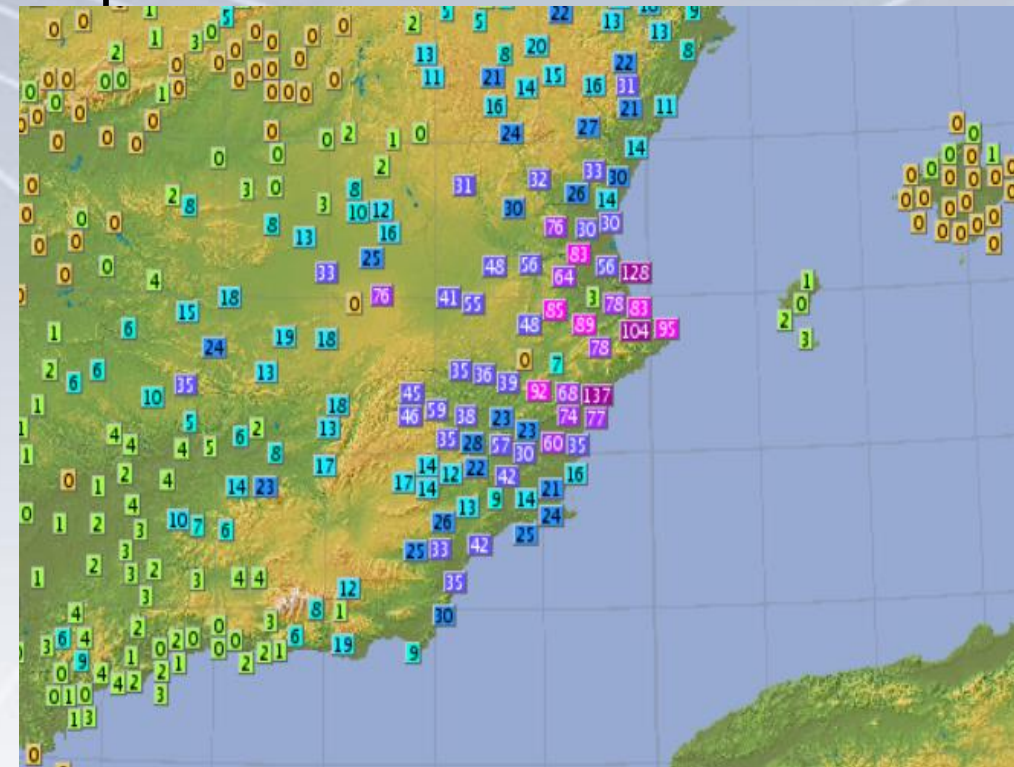
Características de los productos del ENS

Evolución de las probabilidades al disminuir el rango de predicción



Izda:
Incremento gradual de las probabilidades
Situación predecible

Dcha:
Incremento gradual de las probabilidades
Predecible sólo desde D+4.5



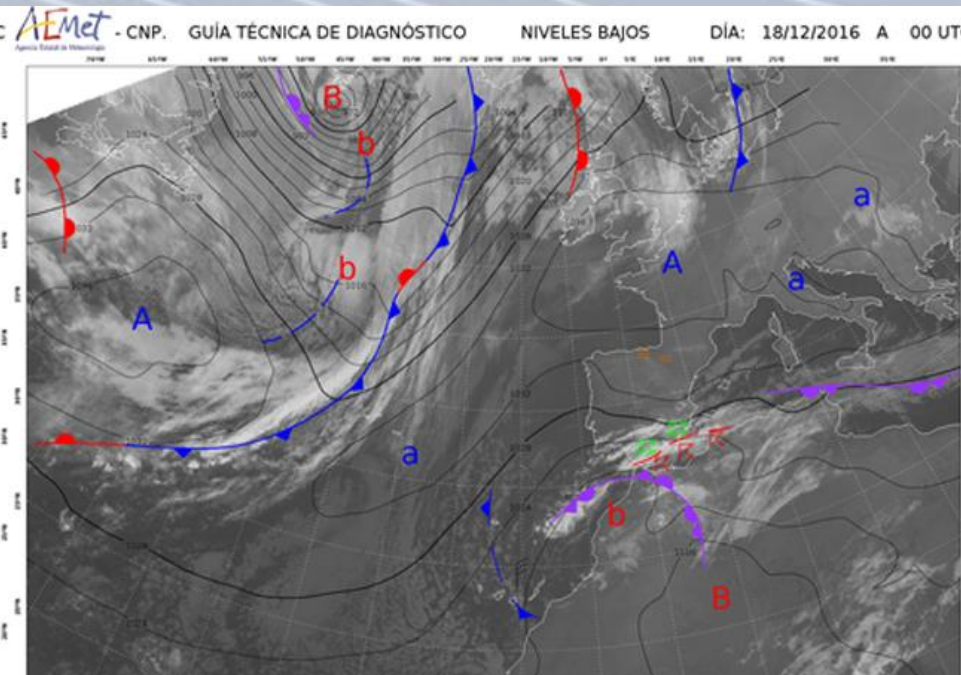
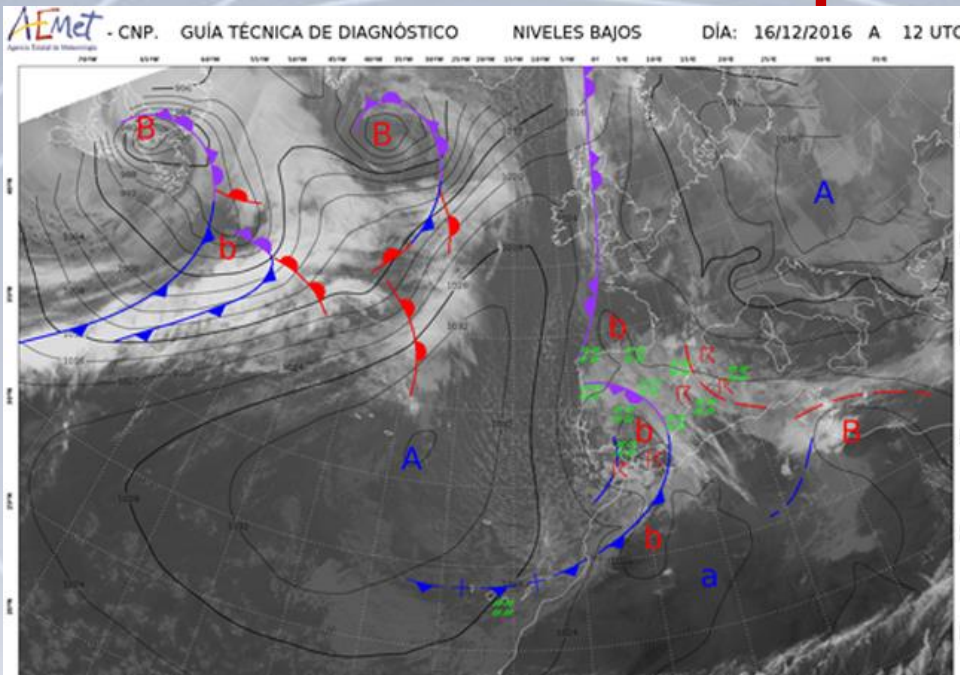
13/3/2017

Pasada:	8/12/2016 a 12 UTC	9/12/2016 a 00 UTC	9/12/2016 a 12 UTC	10/12/2016 a 00 UTC	10/12/2016 a 12 UTC	11/12/2016 a 00 UTC	11/12/2016 a 12 UTC	12/12/2016 a 00 UTC	12/12/2016 a 12 UTC
Probabilidad:	22%	48%	52%	Dato no disponible	72%	78%	100%	100%	100%

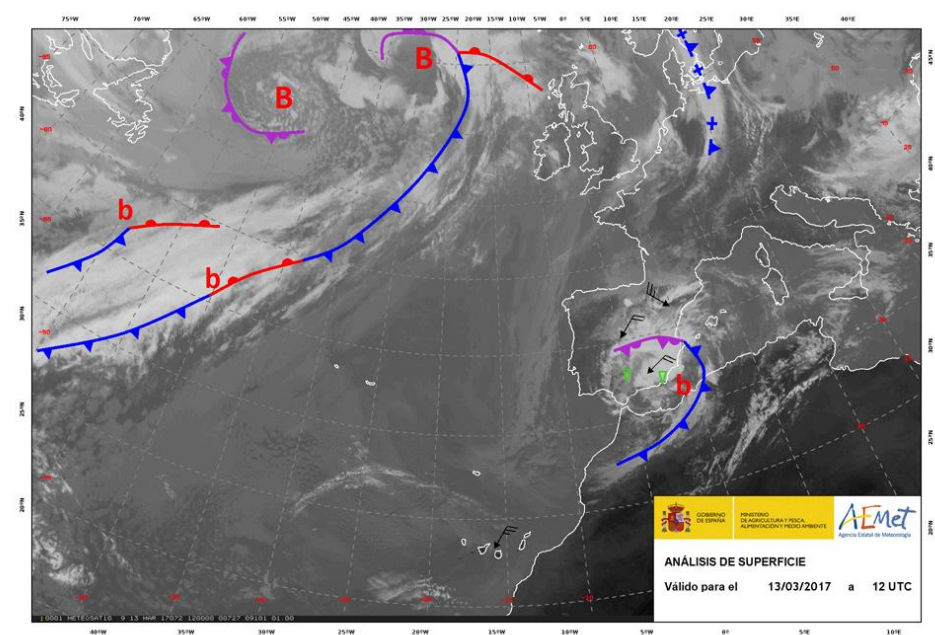
Precipitación en 24 horas, 00 a 24 UTC.
18/12/2016.

Pasada:	6/3/2017 a 12 UTC D+7	7/3/2017 a 00 UTC D+6.5	7/3/2017 a 12 UTC D+6	8/3/2017 a 00 UTC D+5.5	8/3/2017 a 12 UTC D+5	9/3/2017 a 00 UTC D+4.5	9/3/2017 a 12 UTC D+4
Prob-1	12%	26%	28%	42%	44%	100%	100%
Prob-2	12%	14%	6%	14%	0%	46%	86%

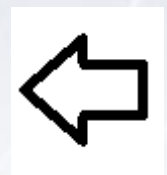
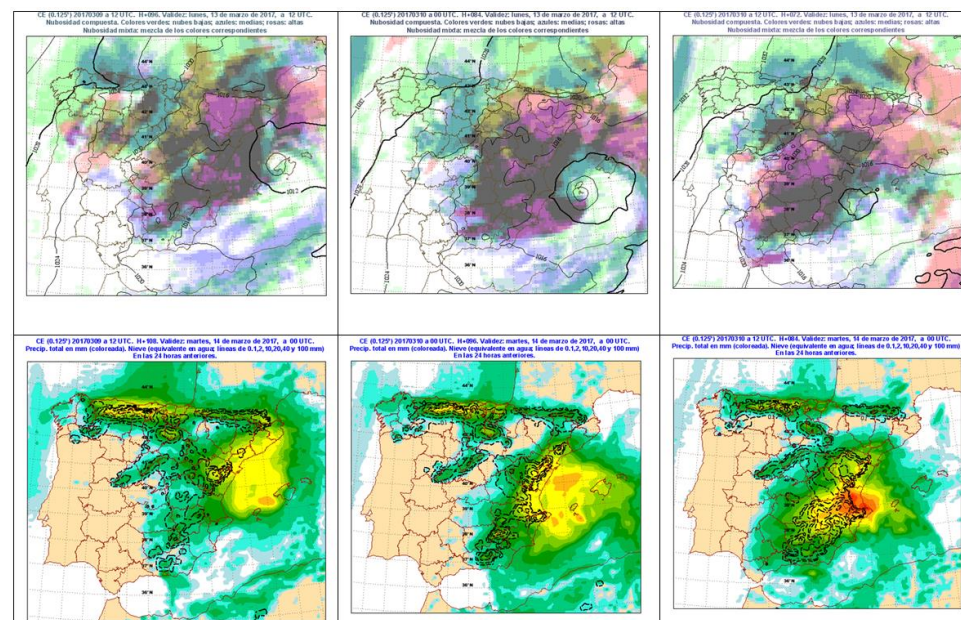
Características de los productos del ENS



Río atmosférico conformado por grandes sistemas de presión



Documento de trabajo interno de la AEMET, sin valor estorero. Agencia Estatal de Meteorología. FMMAT/LEMMODOO_20161218

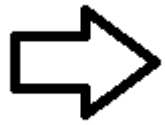


Fuerte dependencia de posición e intensidad de baja mesoescalar

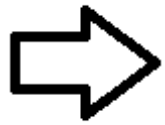
Características de los productos del ENS

Evolución de las probabilidades al disminuir el rango de predicción

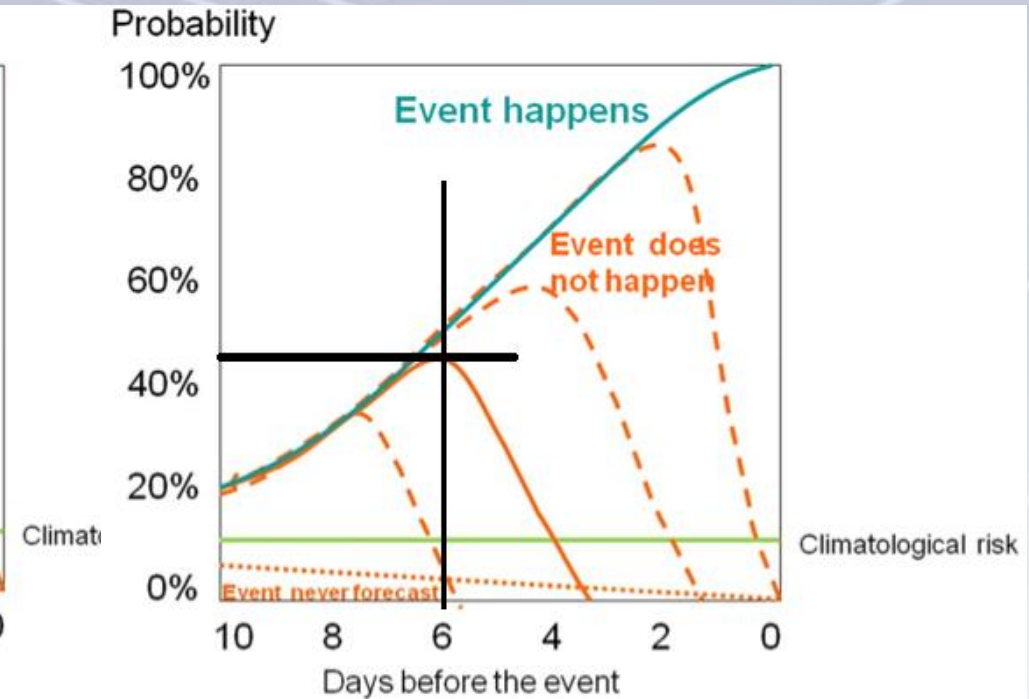
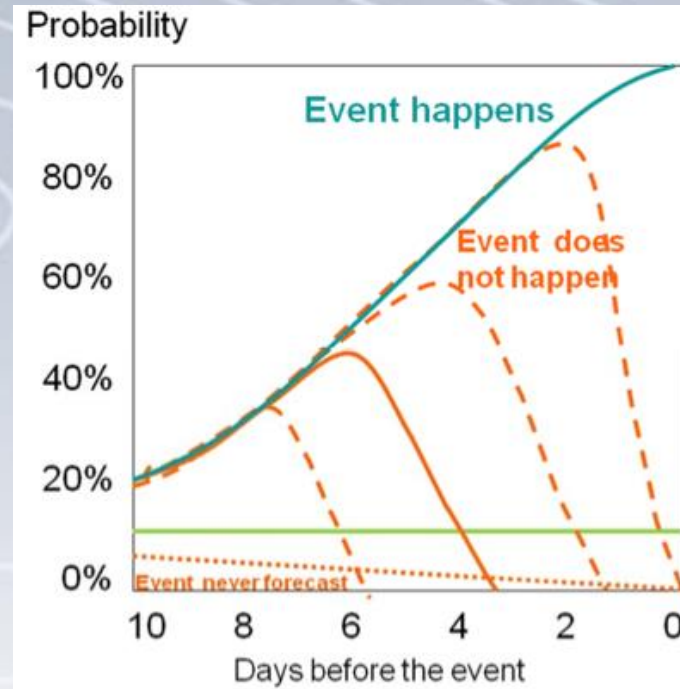
30 50 20
40 60



70 90
100



20 10
0



Probabilidades:

- No siempre crecen o decrecen de forma continua
- Posibles saltos de un día a otro
- Importancia de la consistencia

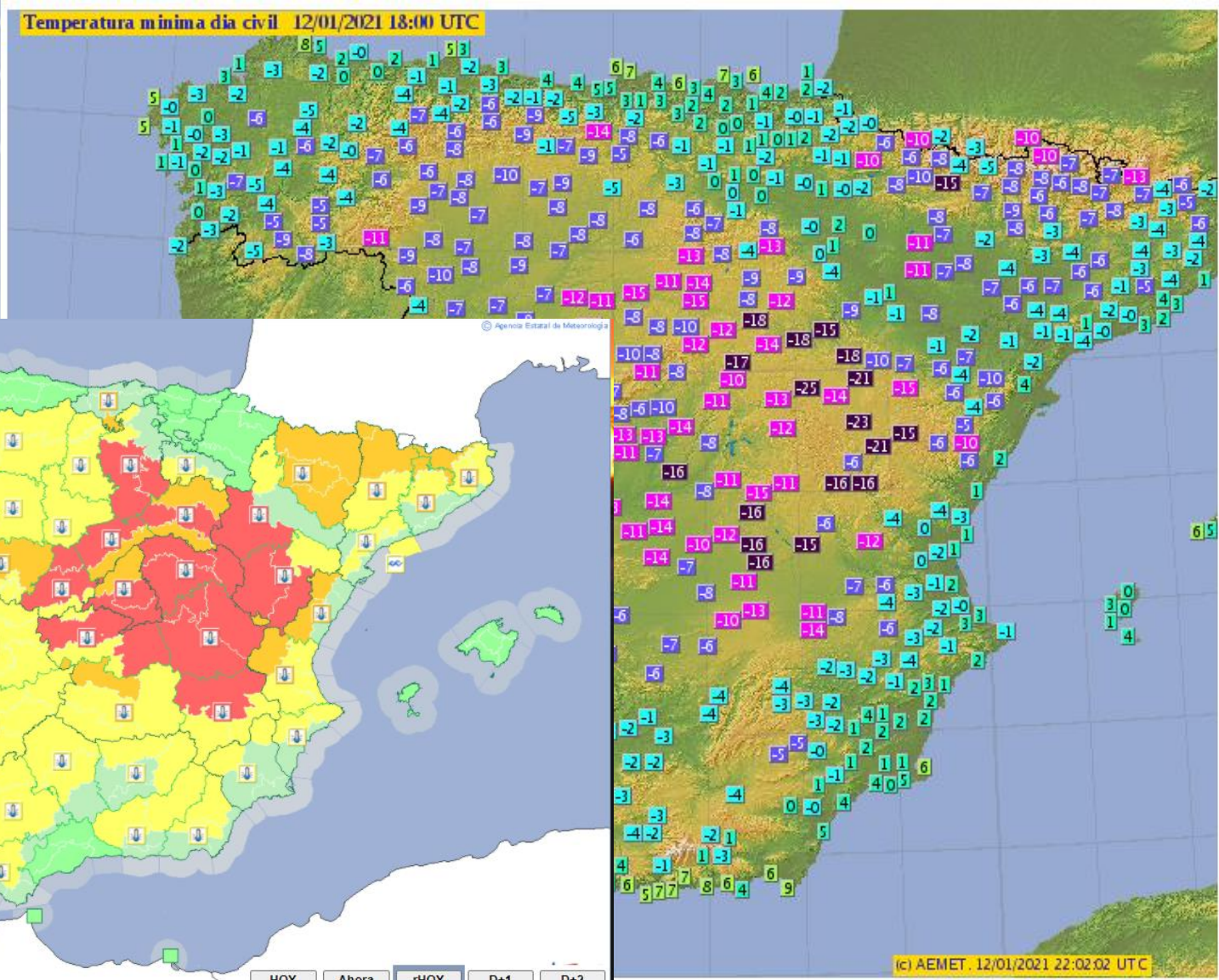
D+6:

→ 45% de ocurrencia del fenómeno

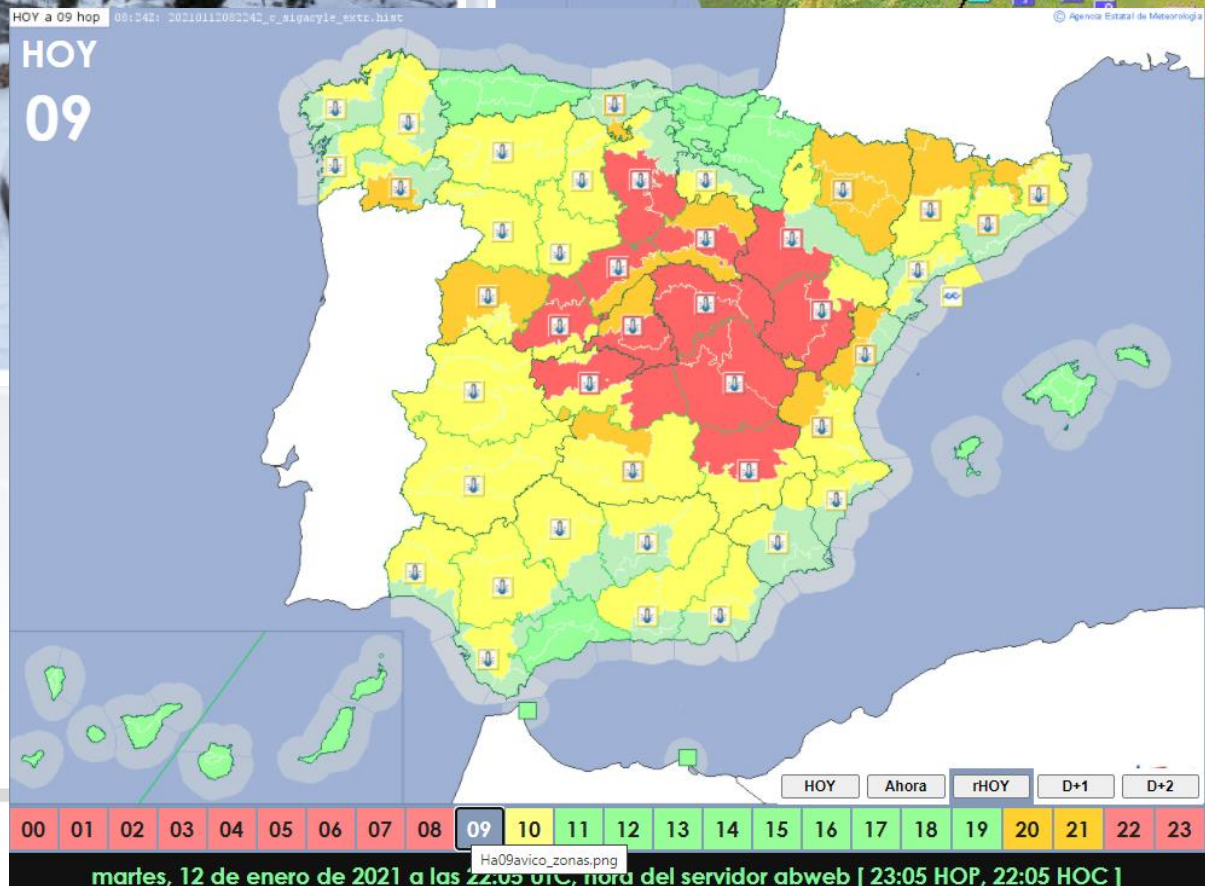
→ 55% de que NO ocurra

Características de los productos del ENS

Evolución de las probabilidades al disminuir el rango de predicción



Post-Filomena:
Fuertes heladas



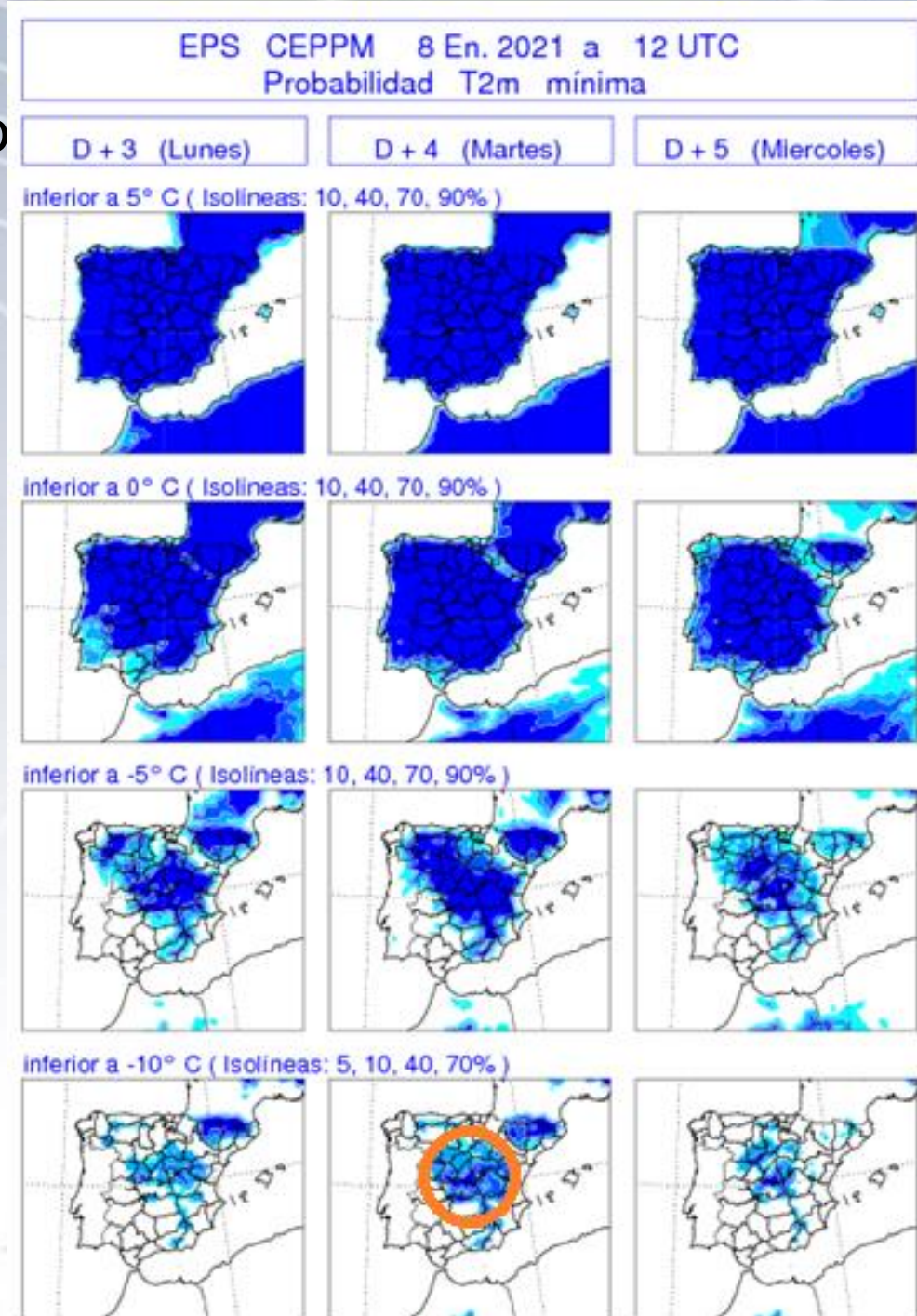
Características de los productos del ENS

Evolución de las probabilidades al disminuir el rango



D+4:

- 100% de $T_{min} < -5^{\circ}C$
- Probabilidad media-alta de $T < -10^{\circ}C$

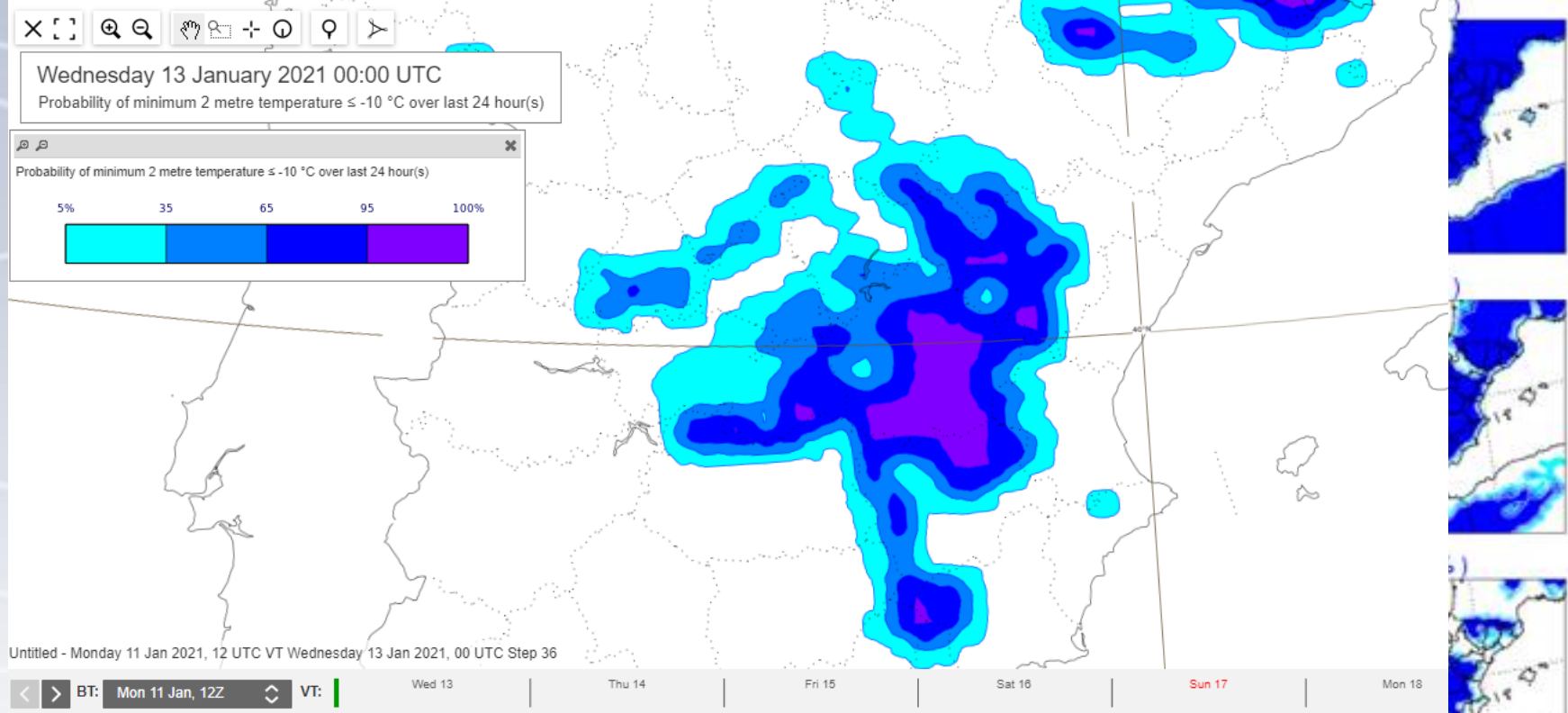


Características de los productos del ENS

Evolución de las probabilidades al disminuir el rango de precipitación

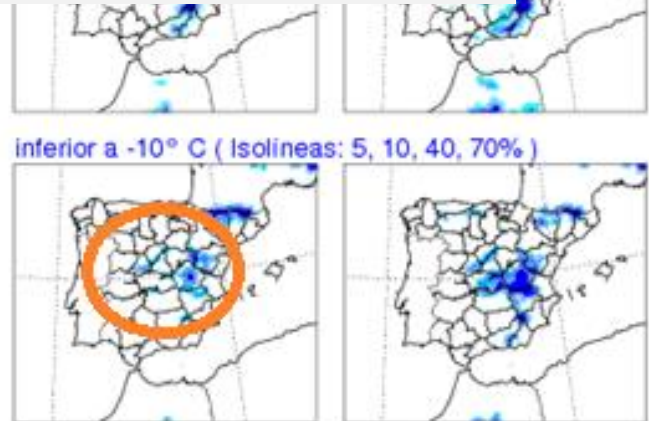
EPS CEPPM 11 En. 2021 a 00 UTC
Probabilidad T2m mínima

H + 12 (Lunes) H + 36 (Martes)



D+1:

- 30-50 de $T_{\min} < -5^{\circ}\text{C}$
- Probabilidad muy baja de $T < -10^{\circ}\text{C}$



Características de los productos del ENS

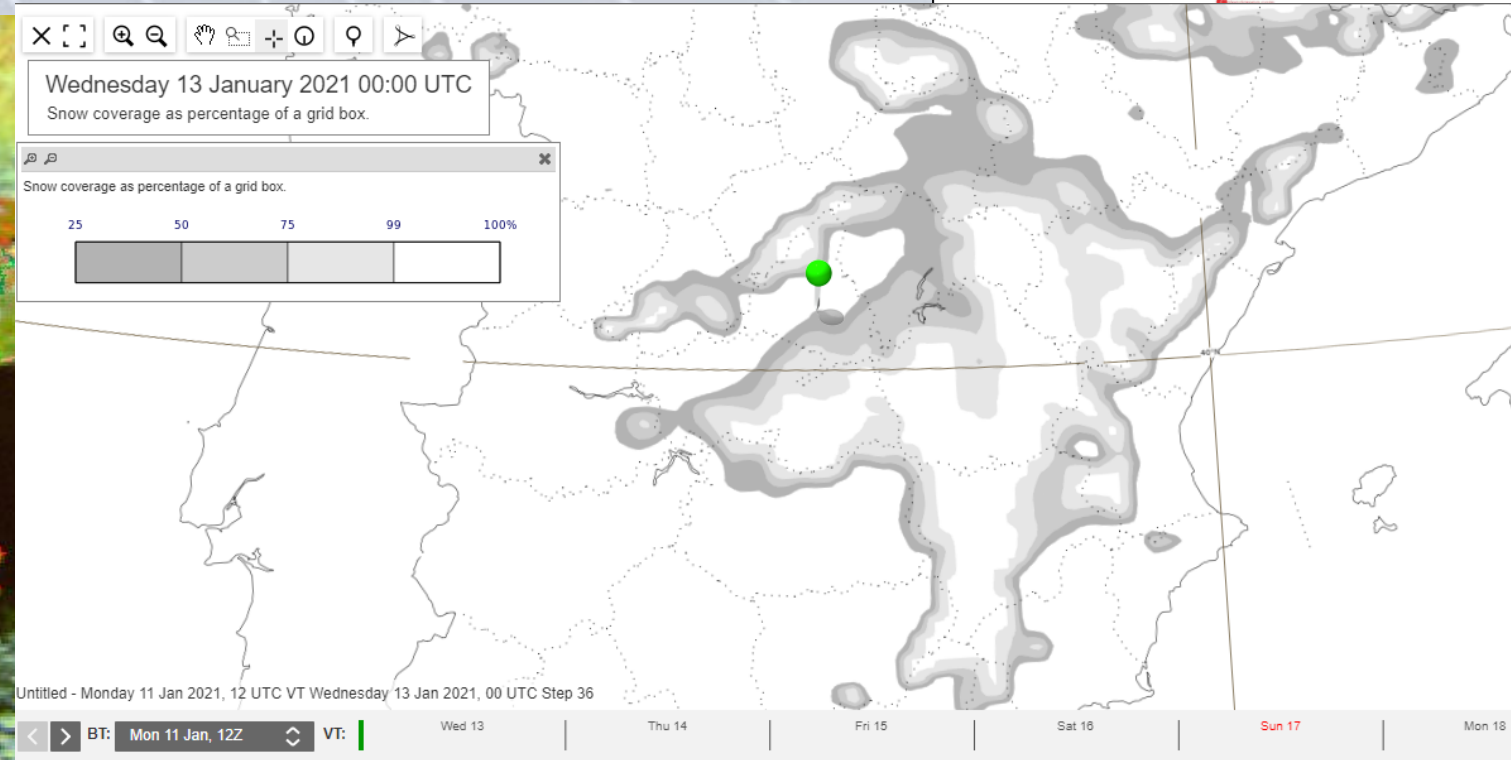
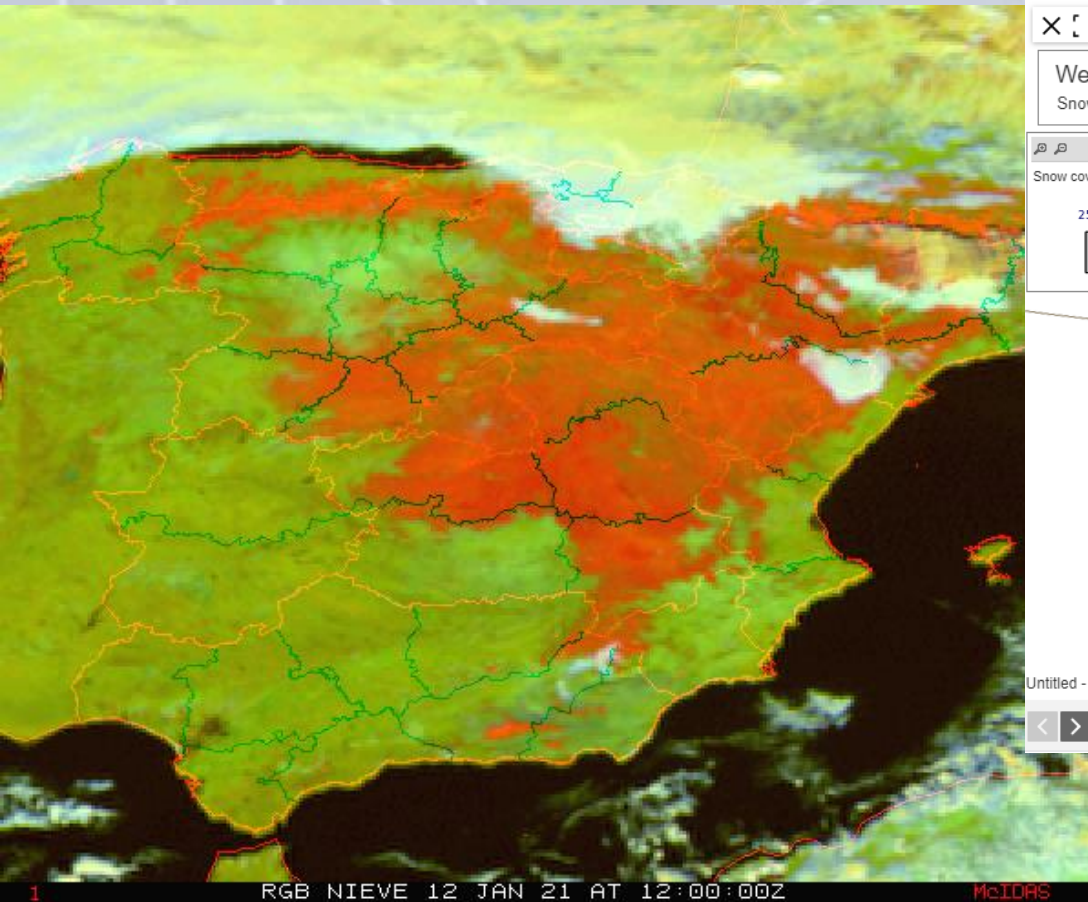
Causa:

- Mal análisis de la cobertura nivosa

Conclusión:

- El predictor ha de ser **CRÍTICO** con los productos

ENERO 2021						
VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31



Características de los productos del ENS: Fiabilidad

RAE: “Probabilidad de buen funcionamiento de algo”

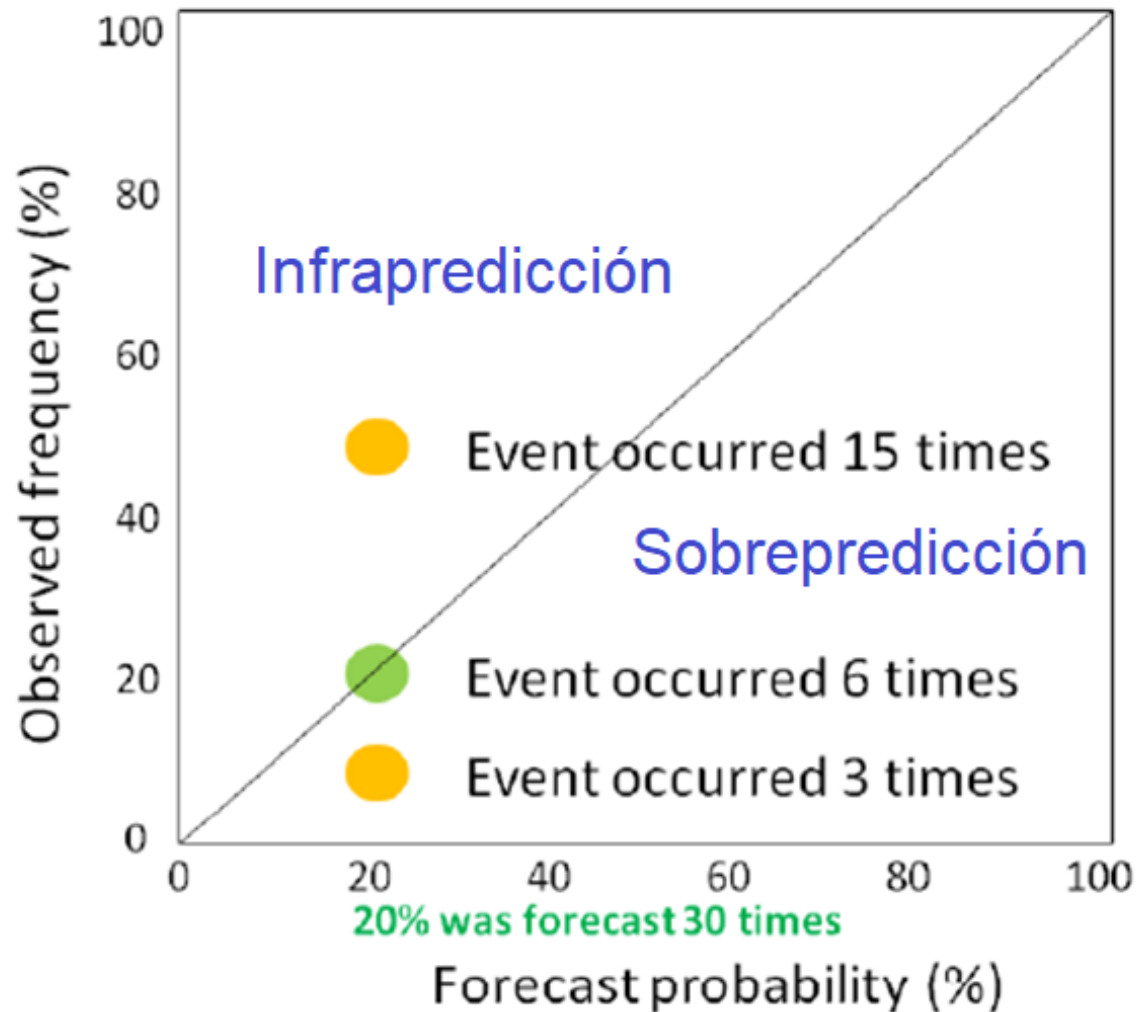


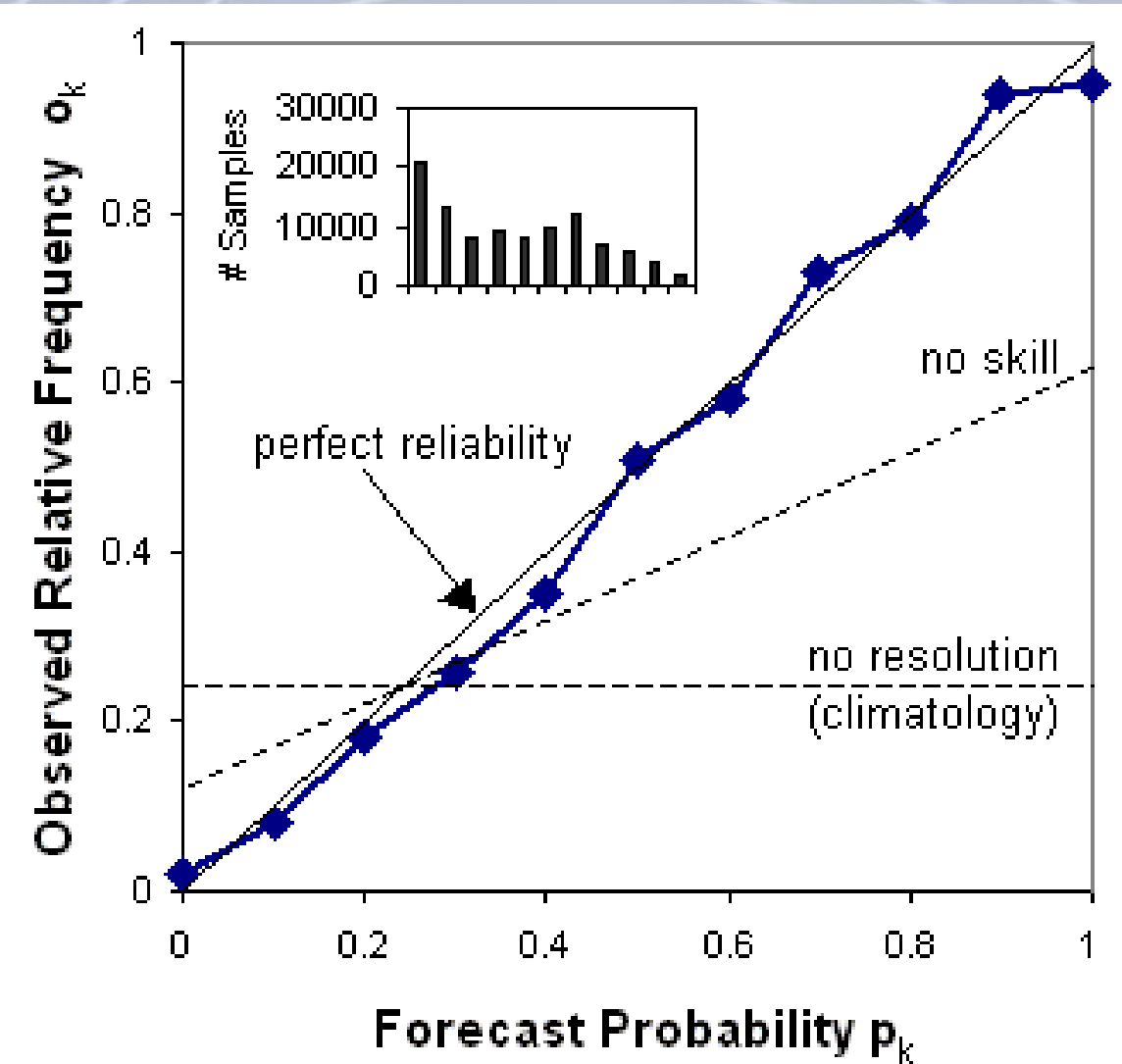
Diagrama de fiabilidad: muestra la frecuencia con que se observa un suceso que se ha previsto con determinada probabilidad.

Un sistema de predicción probabilística tiene fiabilidad máxima cuando:
frecuencia observada = probabilidad prevista

Por lo tanto, una fiabilidad perfecta estará representada por la diagonal del diagrama.

La probabilidad climatológica usada como predicción presenta una fiabilidad máxima

Características de los productos del ENS: Fiabilidad

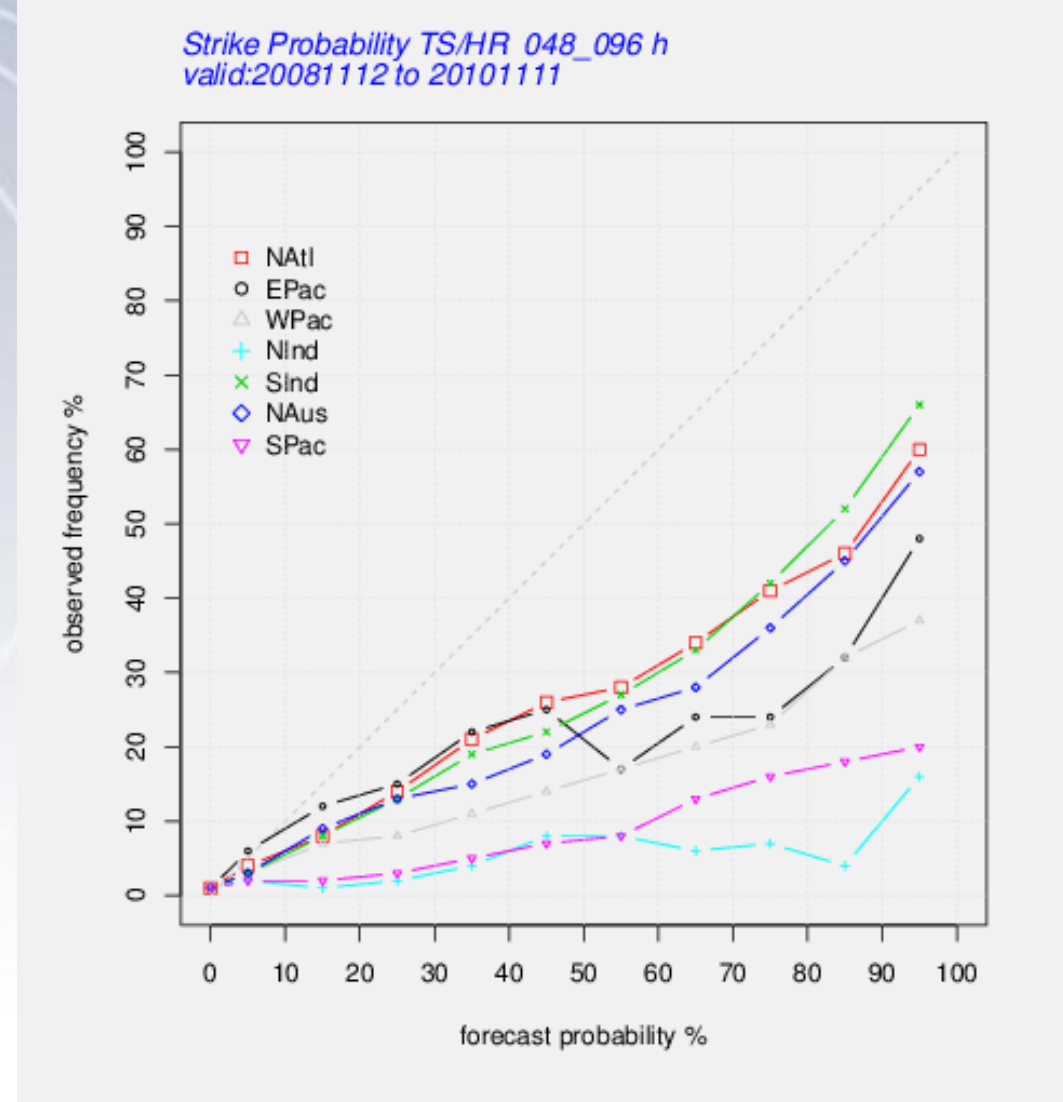
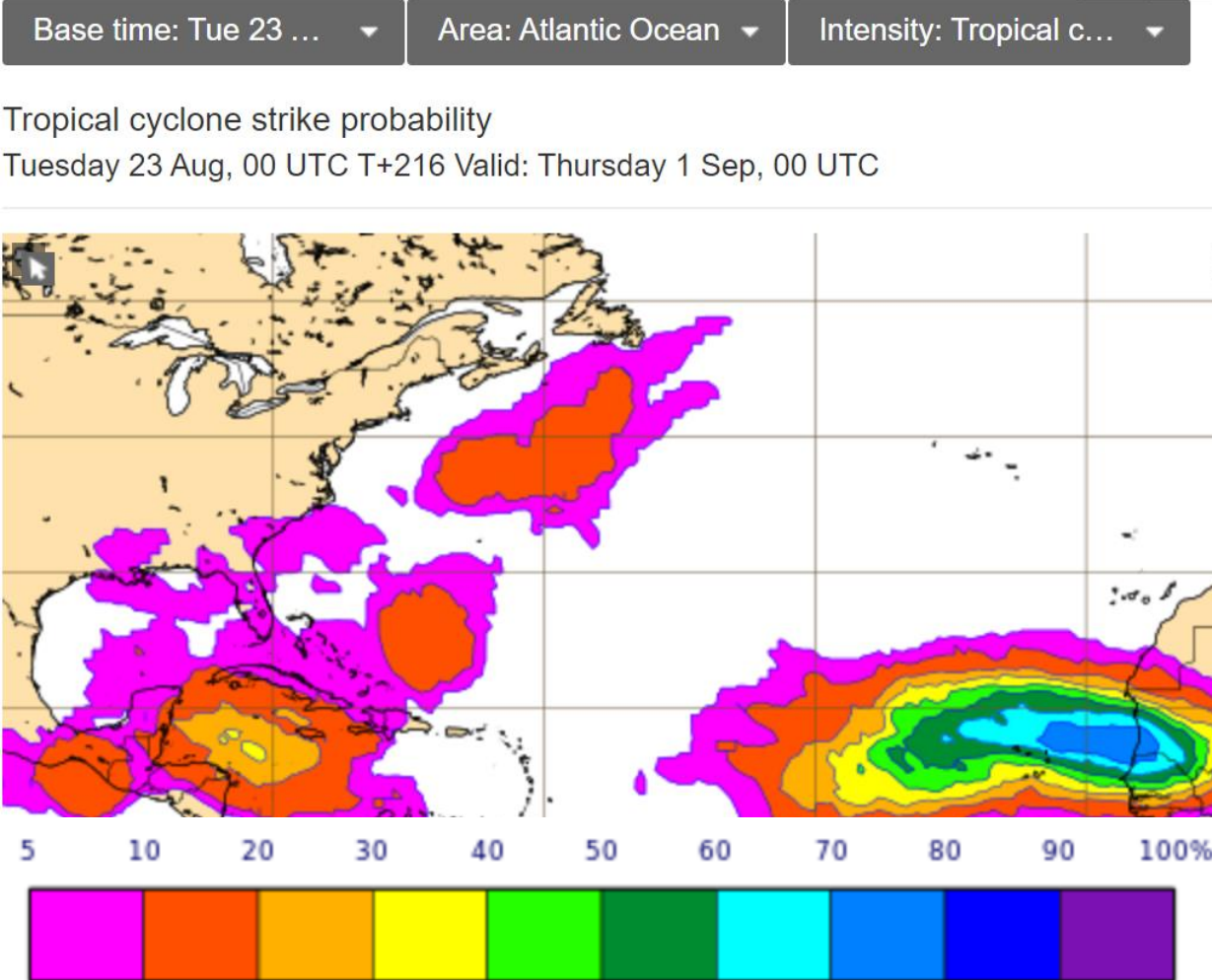


La curva azul está muy próxima a la diagonal.

Climatología: 0.25. Máxima fiabilidad

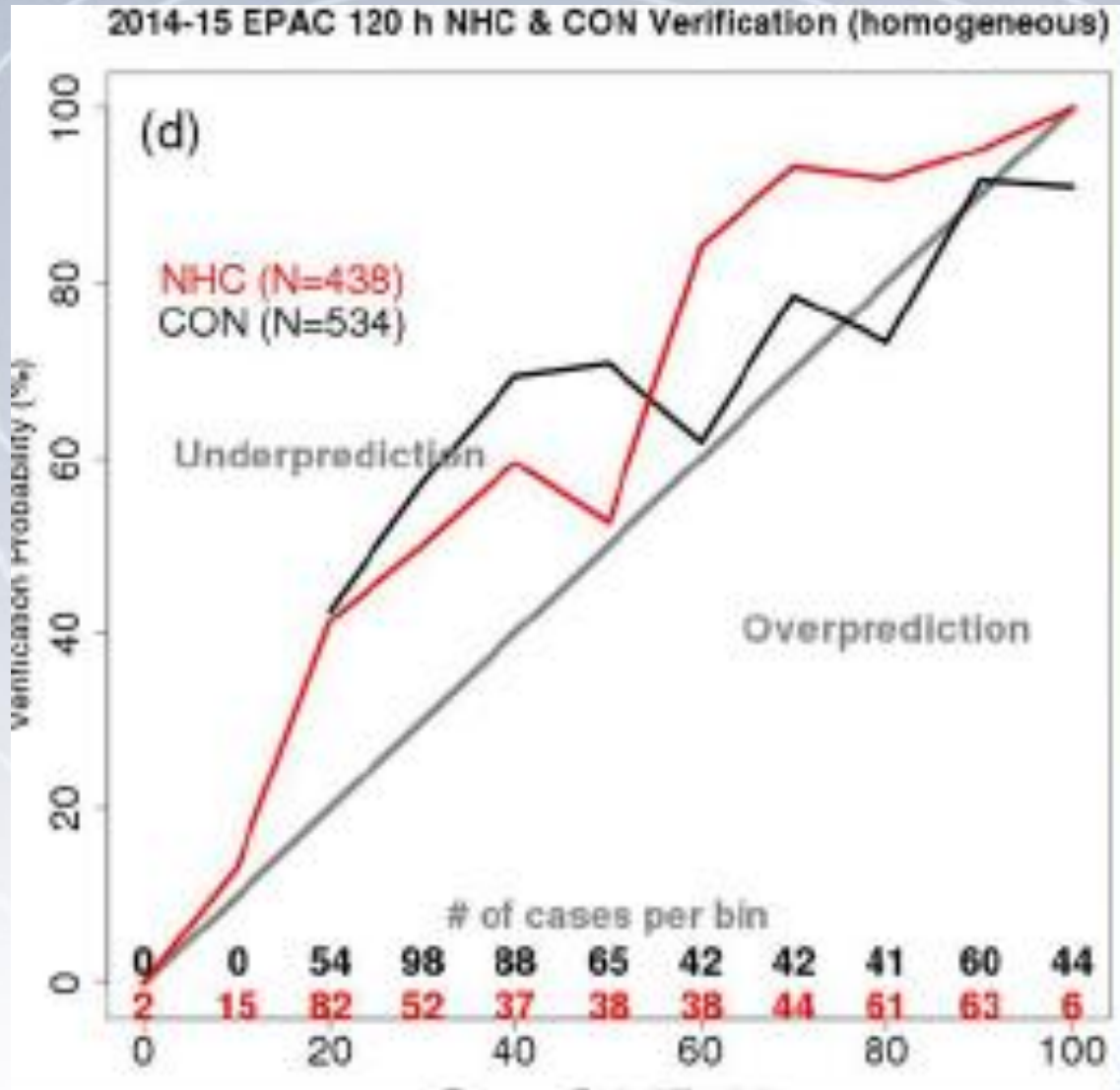
Características de los productos del ENS:

Probabilidad y fiabilidad de la actividad tropical



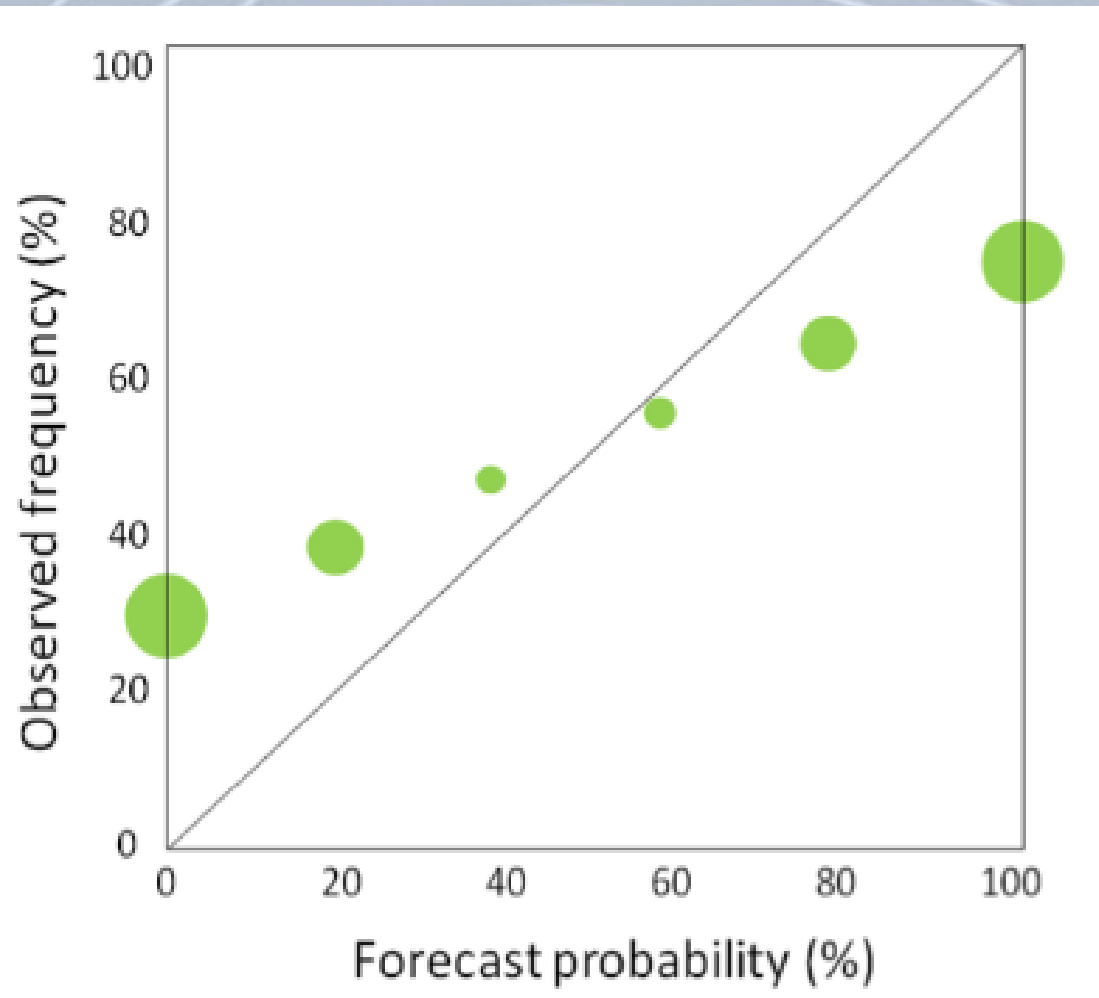
Probabilidad de que un TC (viento mayor de 8 m/s/) pase en un radio de 300 km y en una ventana temporal de 48 horas

Características de los productos del ENS: *Ejemplo de verificación*

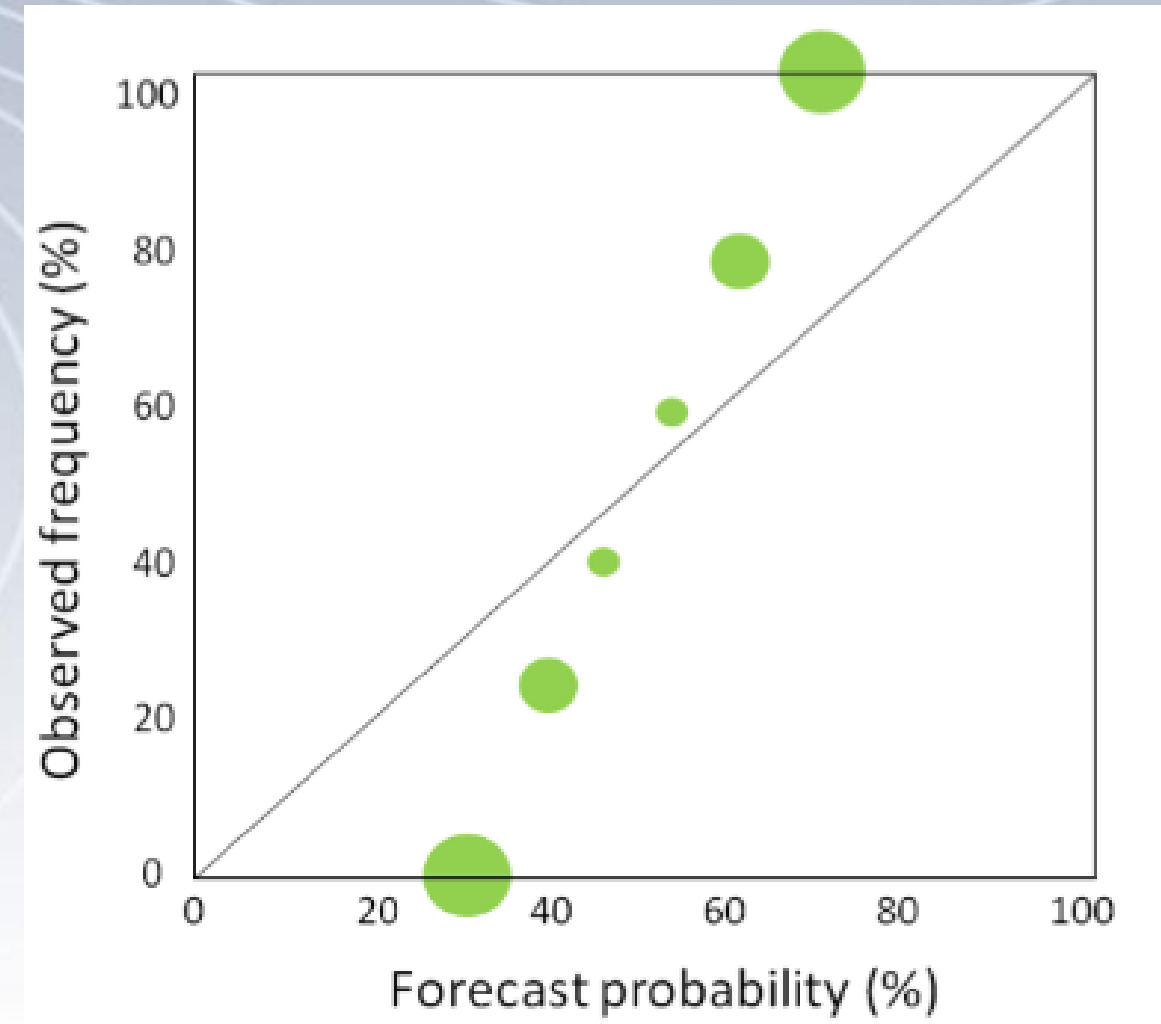


- Probabilidades altas:
CON verifica mejor que NHC
- Probabilidades bajas y medias:
Ambos infrapredicen
- Probabilidades < 20%:
No procede por el reducido número de casos

Características de los productos del ENS: Diagramas de fiabilidad

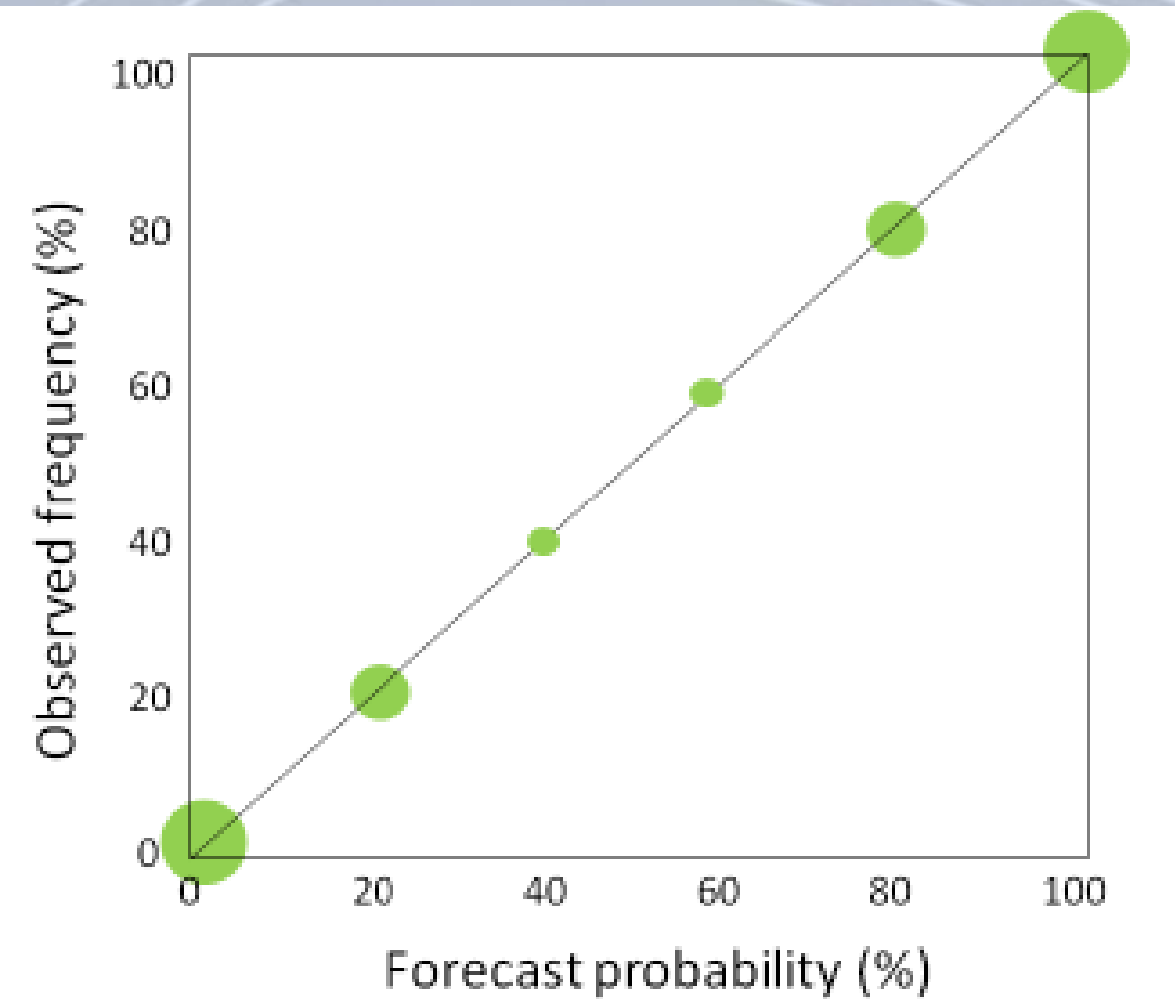


Exceso de confianza: riesgos bajos infraestimados y riesgos altos sobreestimados

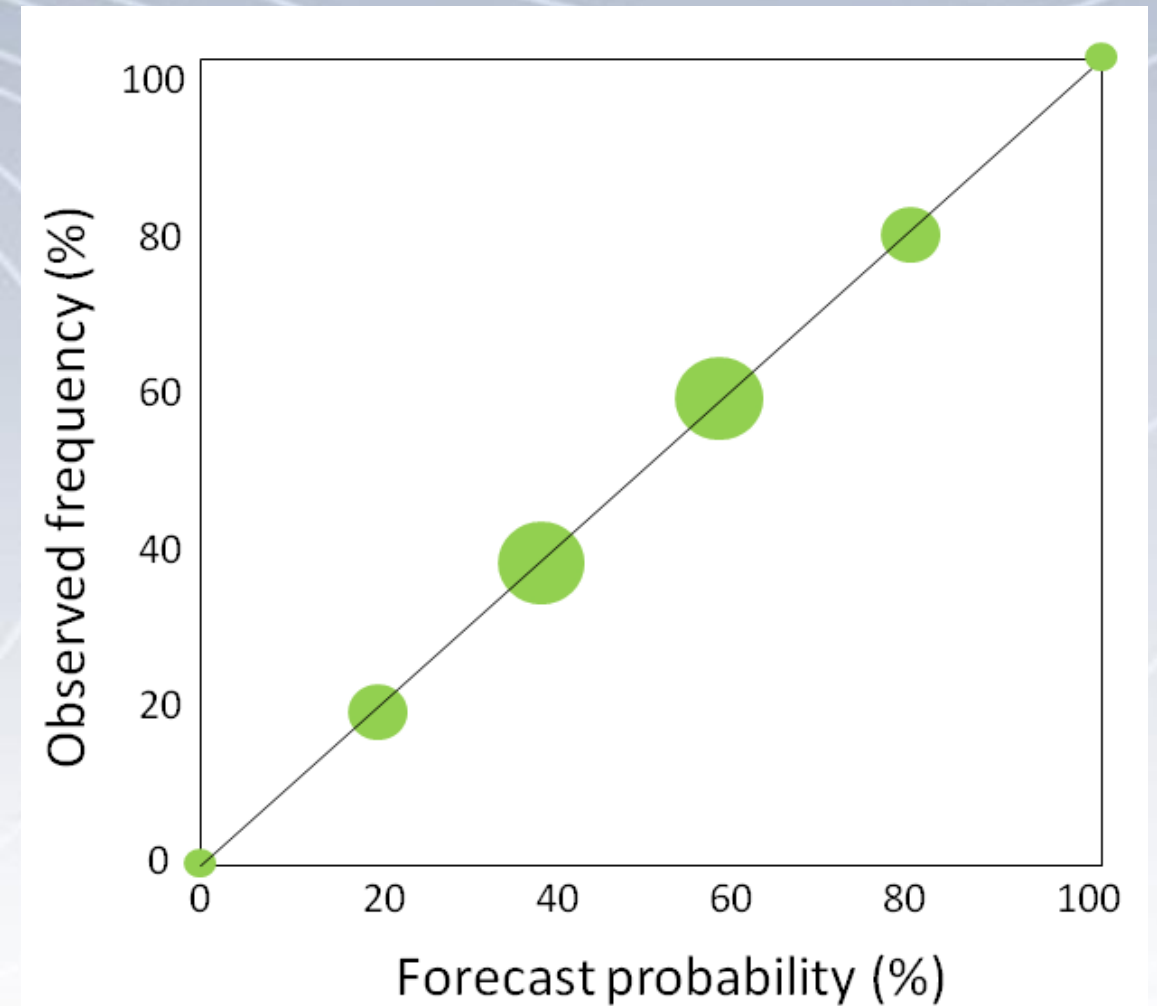


Falta de confianza: se evita el uso de probabilidades muy altas o muy bajas: sobrepredice las bajas e infrapredice las altas.

Características de los productos del ENS: Precisión (Sharpness)



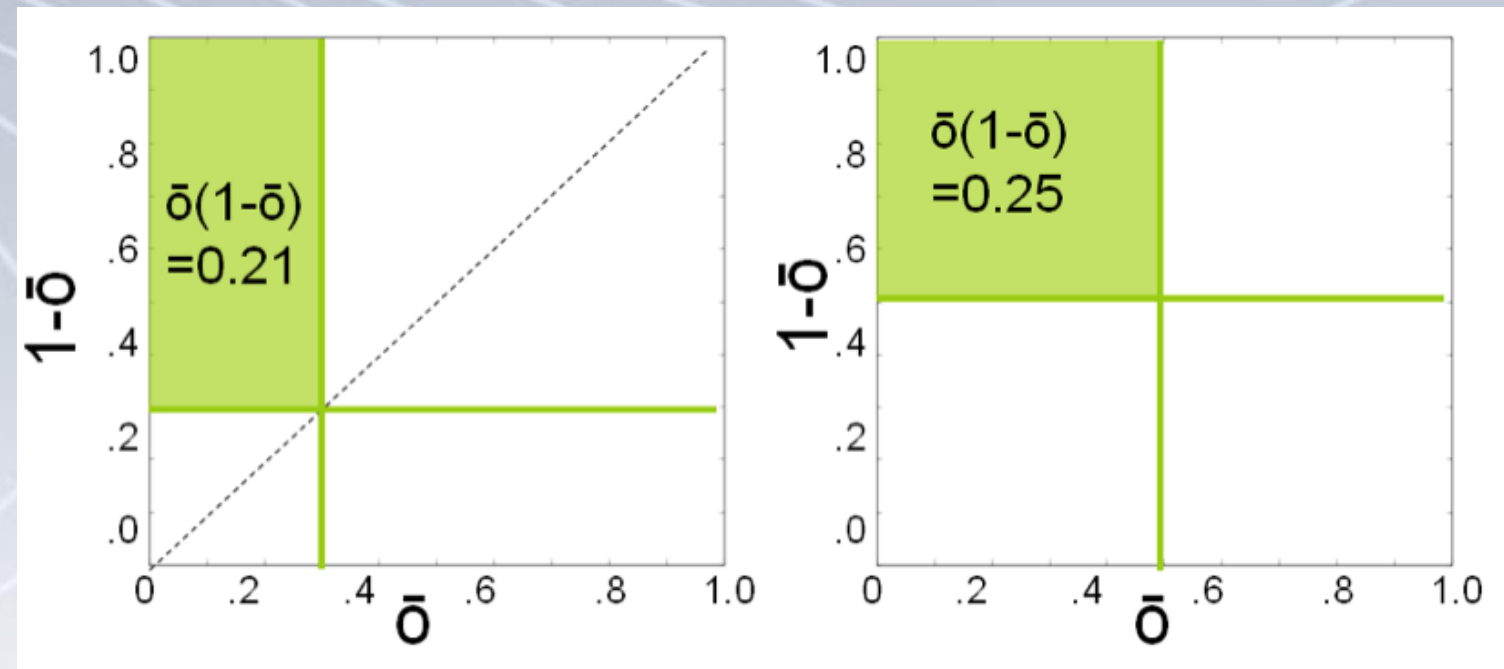
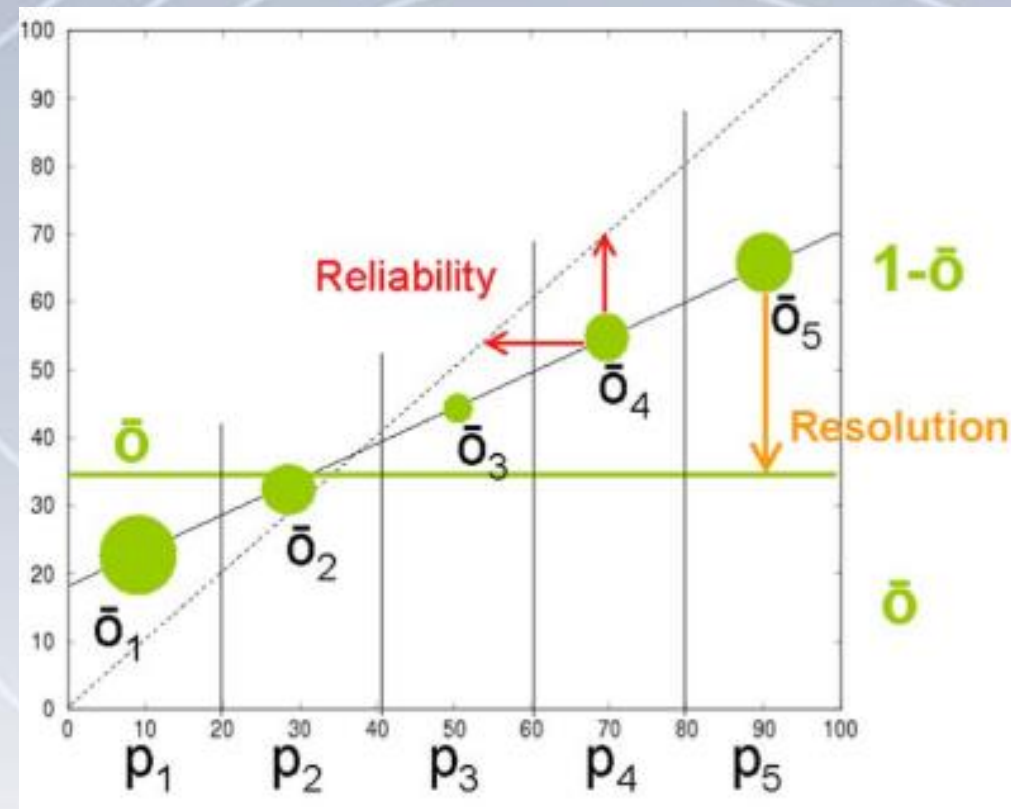
Alta fiabilidad y alta precisión (sharpness) del sistema predictivo



Alta fiabilidad y baja precisión (sharpness) del sistema predictivo

Características de los productos del ENS:

Resolución (resolution) e incertidumbre (uncertainty)



La resolución evalúa el grado en que las probabilidades previstas se apartan de la climatología (35% en el ejemplo) aportando nueva información.

La incertidumbre evalúa la “dificultad” en la predicción: un suceso con probabilidad climatológica muy alta o muy baja se considera de “fácil” predicción.

Es máxima para la probabilidad climatológica del 50%.

Verificación de la predicción: BRIER SCORE

Fiabilidad, resolución e incertidumbre

$$BS = \overline{(p - o)^2}$$

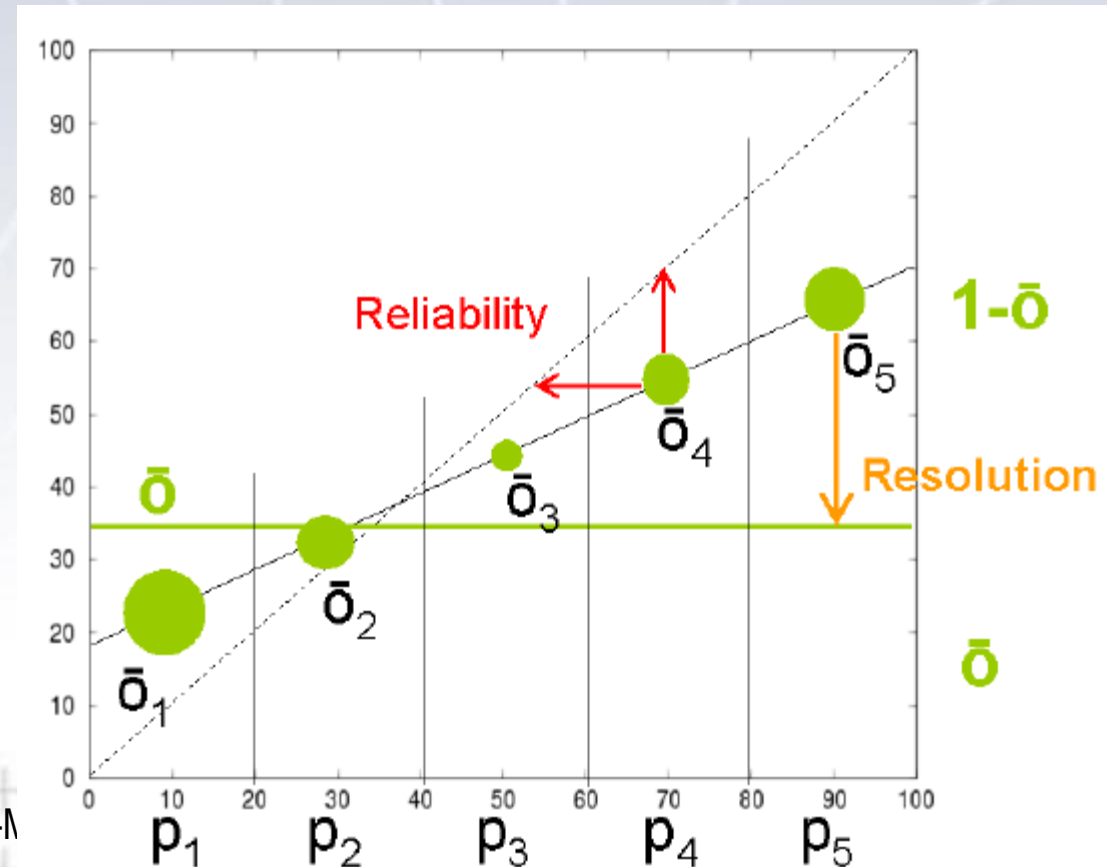
BS

0 → PERFECTA

1 → MUY MALA

$$BS = \overline{n_k(p_k - \bar{o})^2} - \overline{n_k(\bar{o} - o_k)^2} + \bar{o}(1 - \bar{o})$$

BS = Fiabilidad + Resolución + Incertidumbre



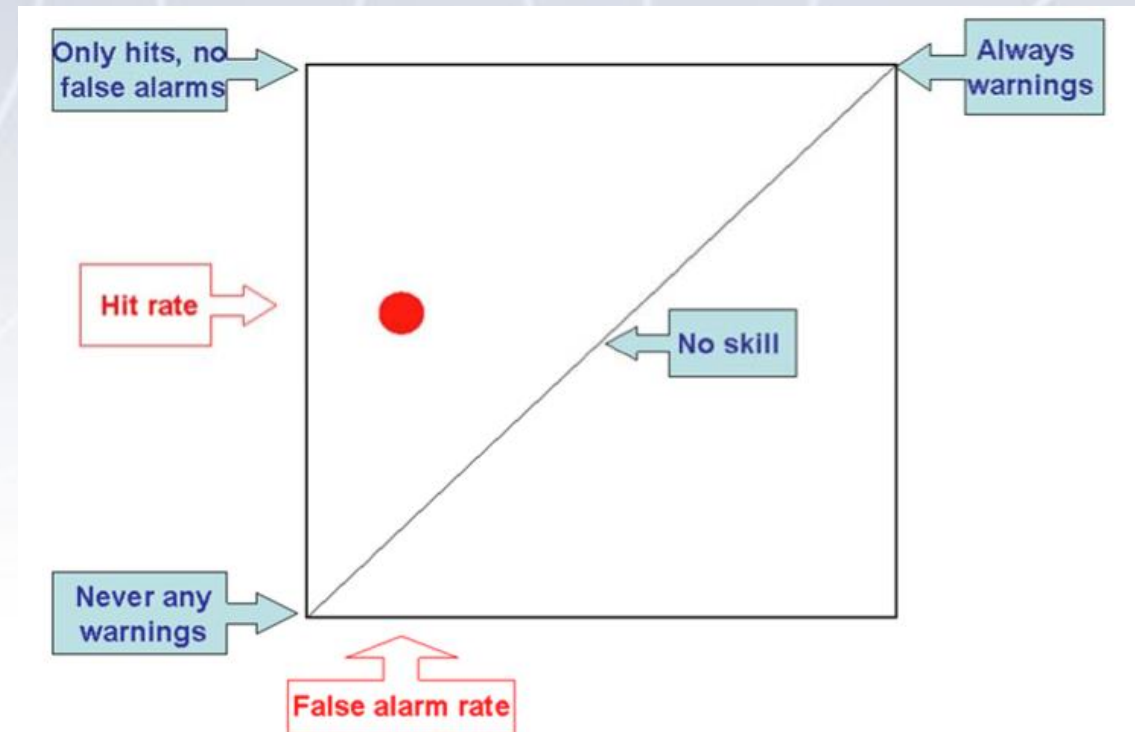
Verificación de la predicción: BRIER SKILL SCORE y Curvas ROC

- Brier skill score: $BSS = 1 - BS_{\text{forecast}} / BS_{\text{climat}}$

Tabla de contingencia del modelo predictivo

	Event obs	Event not obs
Event forecast	H	F
Event not forecast	M	Z

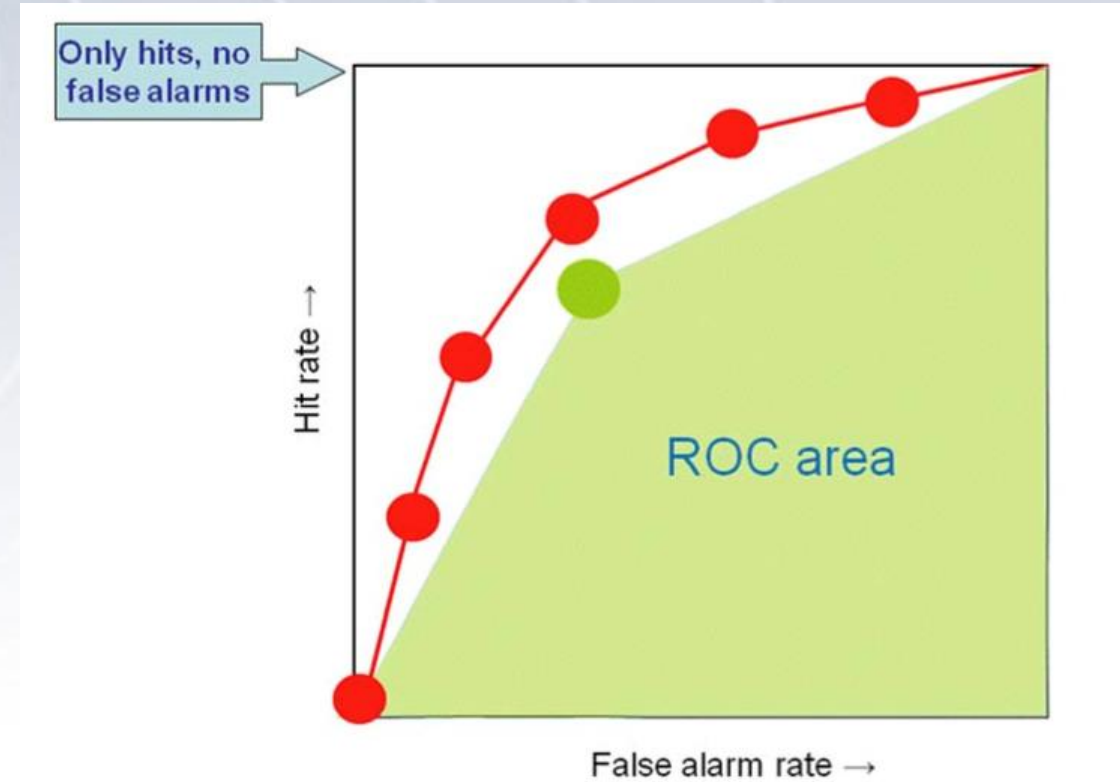
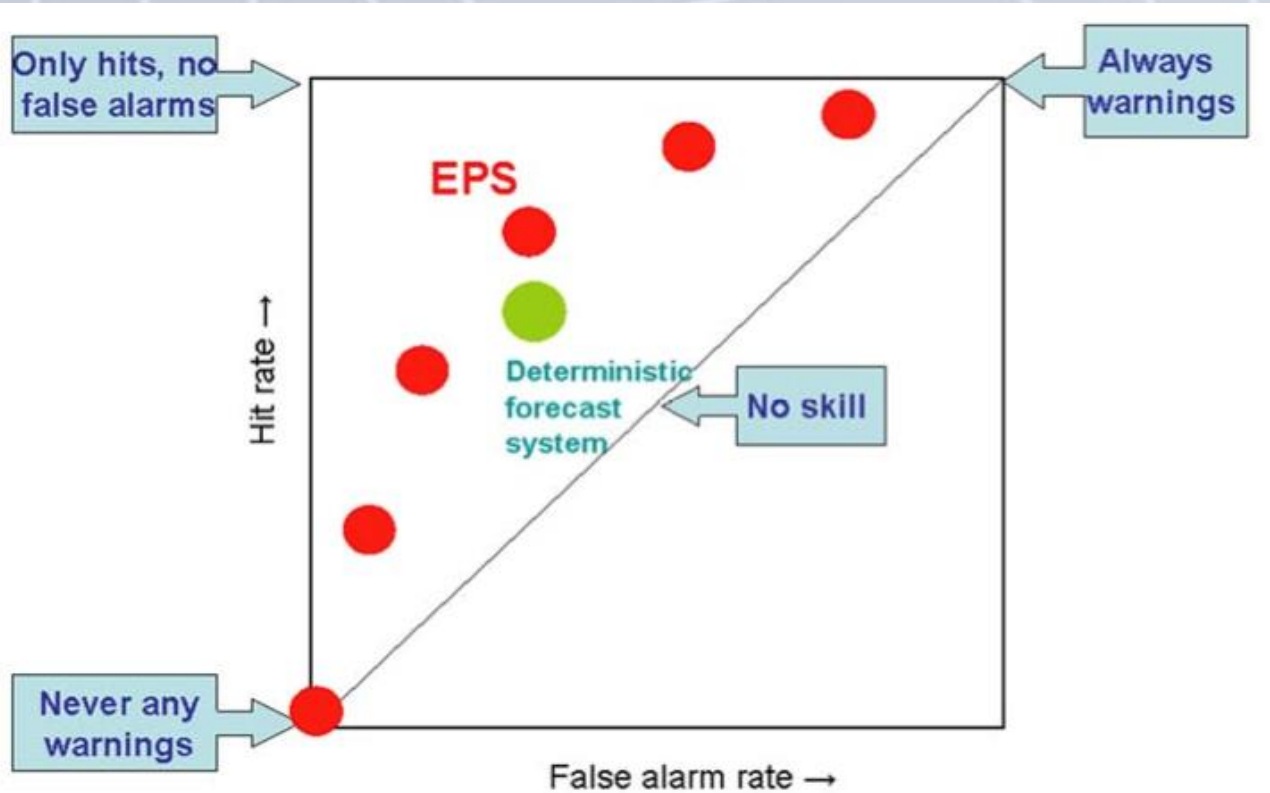
Curvas ROC (Relative Operating Characteristics):
- Representa índice de aciertos (Hit rate) frente a falsas alarmas.



Verificación de la predicción: Curvas ROC. Predicción probabilística

Deseable que los puntos estén próximos al rincón superior izquierdo.

Altos valores de área ROC → buen comportamiento del sistema predictivo



Productos ECMWF: HRES y ENS. Uso en la predicción operativa

- Gran cantidad de productos
- Modelo ENS: la predicción probabilística
- Suposición de sistema predictivo fiable
- Papel del predictor:
 - Selección de productos y modelos en función de la situación meteorológica
 - Conocer ventajas y limitaciones de los modelos, geografía del lugar ...
 - Combinar HRES y ENS
 - **Manejar y transmitir la incertidumbre → probabilidad**



