

# Medida de la bondad de la predicción de la detección y caracterización de ciclones en superficie (sin considerar su evolución)

**A tool for assessing the quality of the Mediterranean cyclone forecast: A numerical index**

**M. Ángeles Picornell, Agustí Jansà and Ana Genovés**

**Natural Hazards and Earth System Sciences, 11, 1787-1794, 2011**

## OBJETIVO:

Desarrollar una herramienta para comparar la detección y descripción de los ciclones obtenidos a partir de diferentes salidas del mismo o de distintos modelos y cuantificar la similitud de las diferentes descripciones.

En particular interesa evaluar la calidad de la predicción de los ciclones para conocer mejor la calidad de la predicción del tiempo en el Mediterráneo y en particular la calidad de la predicción de los fenómenos de alto impacto.

## Bases de datos de ciclones

Se han obtenido dos bases de ciclones a partir del modelo determinista T799 ECMWF

- Una a partir de los analisis
- Otra a partir de las predicciones
- Tres alcances de predicción: H+12, H+24 y H+48
- Dos pasadas por dia, 00Z i 12Z.
- Periodo: Primavera 2006 - invierno 2007
- Campos interpolados a un grid de  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$  lat-lon
- Ciclón: minimo relativo de presión que supera un umbral de gradiente ( $0,5hPa/100km$ ) al menos en seis direcciones de las ocho direcciones principales

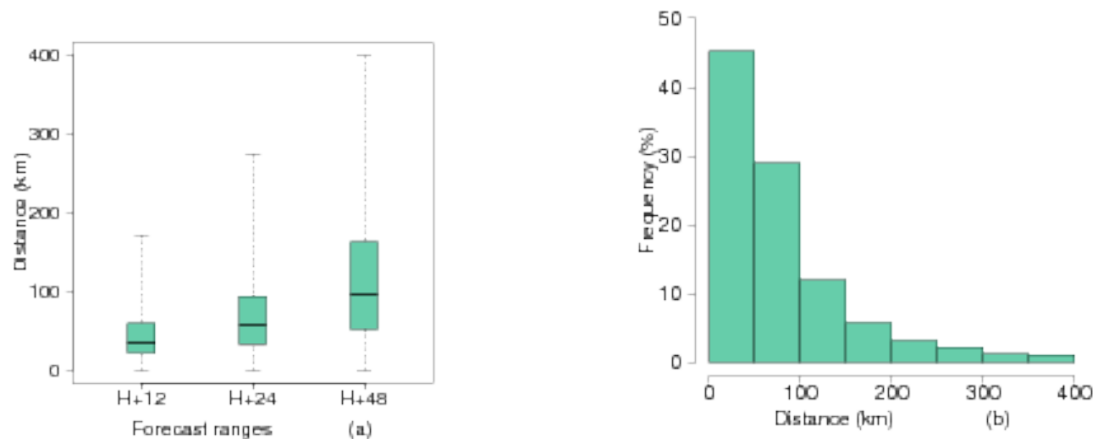
## Procedimiento de verificación

Interesa evaluar la habilidad del modelo para predecir ciclones. Comparamos las dos bases de ciclones, tomando como referencia la base de ciclones obtenida a partir de los análisis.

1. Funcionamiento de la detección: Comparación número de ciclones analizados y previstos
2. Precisión de la predicción: Comparación magnitudes que describen el ciclón
3. Índice

### 1. Funcionamiento de la predicción

. **Criterio** : Un ciclón analizado se ha previsto correctamente si en el correspondiente campo previsto se ha localizado un ciclón a una distancia menor de 400 km.

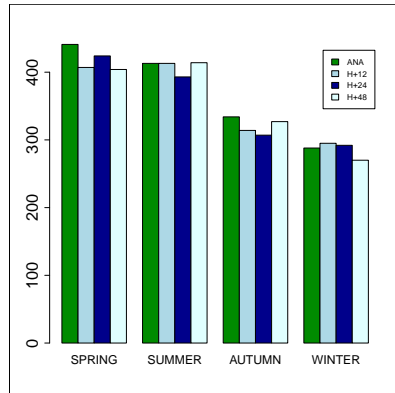


Frequency distribution of distance (km) between forecast and analysed centres,  
(a) for three forecast ranges and (b) for all forecast ranges

Distancia media: 50.18 km para H+12, 75 km para H+24 y 118 km para H+48.

Menos del 3% ciclones previstos distancia  $> 300km$

Comparamos el número de ciclones analizados y previstos.



	.Forecast.	.Not forecast.
Observed	Hits	M
Not obs	FA	CN

Contingency table

$HR = \frac{H}{H+M}$  proporción de casos de ciclones observados que el sistema es capaz de predecir

$FAR = \frac{FA}{FA+CN}$  proporción de casos de NO ciclones observados para los que se ha previsto ciclón

- El número de ciclones detectados es similar para los tres alcances de predicción, pero el número de hits decrece al aumentar el alcance.
- El número de CN es elevado y afecta a algunos 'skill scores' como FAR. Por ello obtenemos otros índices, Heidke skill score (HSS) y Hansen and Kuipers (HK), que dan información de la precisión en predecir el ciclón con la intensidad adecuada. Los calculamos a partir de la tabla de contingencia multicategoría.

Table 1. Skill score values  
(HR, HSS and HK, perfect score: 1, FAR, perfect score:0).

	HR	FAR	HSS	HK
H+12	0.8332	0.0010	0.5747	0.5734
H+24	0.7382	0.0013	0.4887	0.4881
H+48	0.6536	0.0018	0.3394	0.3397

Table 2. Multi-category contingency table for the forecast range H+12. The cyclones were categorized according to their intensity. Twelve categories of 1 CU were defined. False Alarm distribution appears at the zero observed category column (FA). Miss distribution appears in the zero forecast category row (M)

		Observed Category												TOTAL		
		FA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12
M	0	0	0	32	108	39	27	9	8	2	4	2	2	0	0	233
Forecast Category	1	24	<b>16</b>	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	2	127	19	<b>217</b>	51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416
	3	72	2	40	<b>200</b>	35	10	1	0	0	0	0	0	0	0	360
	4	30	1	4	39	<b>132</b>	30	3	0	0	0	0	0	0	0	239
	5	15	0	1	6	28	<b>93</b>	32	2	1	0	0	0	0	0	178
	6	5	0	0	1	1	16	<b>44</b>	7	1	1	0	0	0	0	76
	7	6	0	0	0	1	2	6	<b>24</b>	18	1	0	0	0	0	58
	8	1	0	0	0	0	0	2	5	<b>24</b>	2	2	0	0	0	36
	9	0	0	0	0	0	0	0	3	7	<b>10</b>	7	0	0	0	27
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	<b>3</b>	2	1	0	8
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>2</b>	0	0	3
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>	0	2
TOTAL		280	70	379	337	226	160	96	43	56	17	15	4	3	1686	

- Diagonal: número de ciclones previstos en la categoría correcta (65%)
- Por encima de la diagonal: Intensidad subestimada (dif 1 categ: 16%)
- Por debajo de la diagonal: Sobrepredicción de la intensidad (dif 1 categ: 14%)
- HS y HKK disminuyen al aumentar el alcance, y tienen valor menor que HR: La mayoría de ciclones se predicen pero no todos con la intensidad correcta.

## 2. Precisión de la predicción

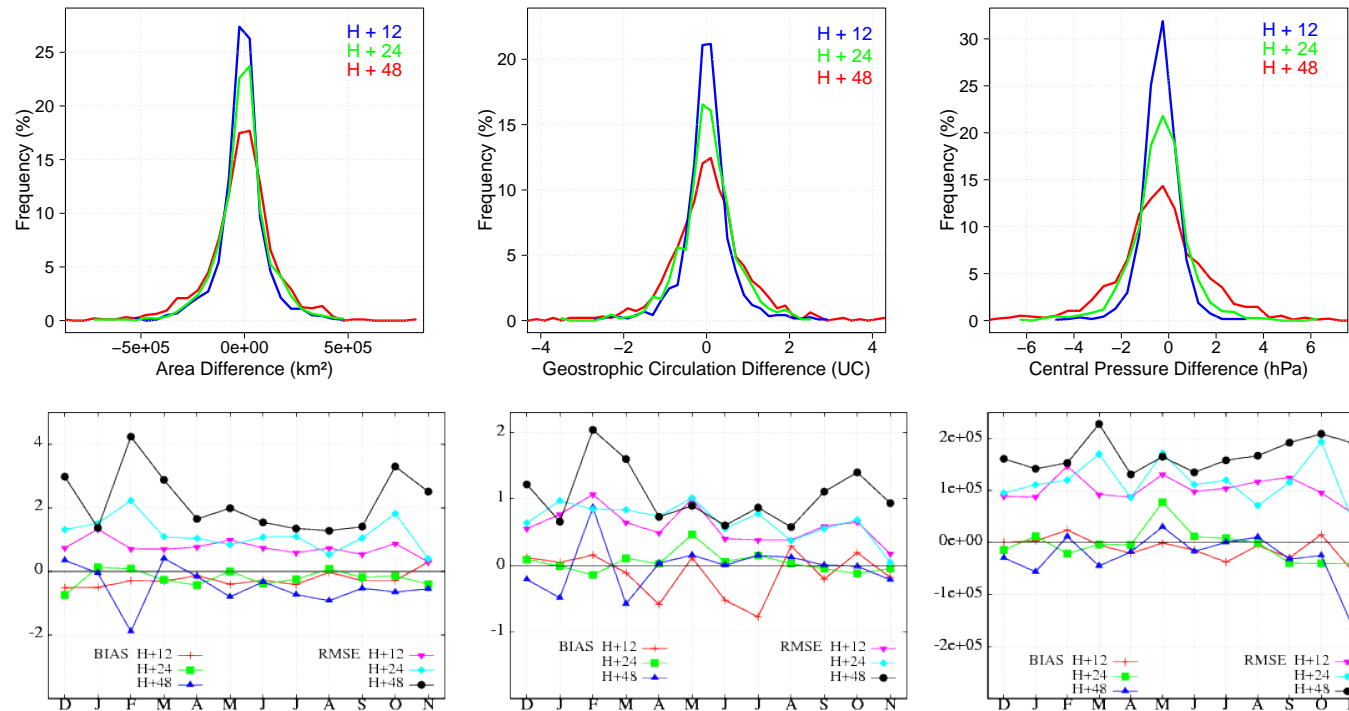


Fig.3 (a) Frequency distribution (%) of the differences in central pressure (hPa), geostrophic circulation (CU) and area ( $km^2$ ) and (b) bias and RMSE for these differences for H+12, H+24 and H+48 for each month

- Todas las distribuciones tienen forma gaussiana
- Bias: no se observa una clara tendencia a sobre o subpredecir características
- RMSE aumenta al aumentar el alcance de la predicción

Como las distribuciones son similares, las tres bases de errores pueden tratarse conjuntamente y obtenemos una muestra de diferencias.

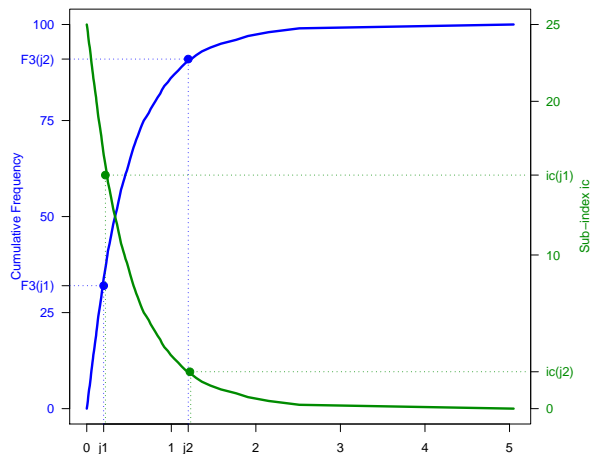
### 3. Índice

Índice: indicador de la calidad de la predicción, calculado a partir del error de cuatro características del ciclón:

- Distancia entre posición del ciclón previsto y observado
- Diferencia entre los valores de presión en el centro del ciclón
- Diferencia en los valores de circulación geostrófica
- Correlación entre los radios de los ciclones previsto y analizado

Para cada una de las características, se obtiene la distribución de frecuencia acumulada del error,  $F_k$  ( $k = 1, n, n = 4$ ), para toda la muestra, y la consideramos **patrón de referencia del error**.

Definimos el índice parcial:



$$ic(j) = (100 - F_3(j))/4$$

j	F3(j)	ic(j)
0.1	17.4	20.6
1.2	91.0	2.4

Para un ciclón previsto, al error,  $j$ , se le asigna una frecuencia acumulada  $F_3(j)$

**Si  $F_3(j)$  es bajo  $\Rightarrow$  error poco frecuente  $\Rightarrow$  la predicción es buena  $\Rightarrow ic(j) \rightarrow 25$**

**Si  $F_3(j)$  es alto  $\Rightarrow$  error muy frecuente  $\Rightarrow$  la predicción es mala  $\Rightarrow ic(j) \rightarrow 0$**

Fig.4. Cumulative frequency (%) of geostrophic circulation error (CU),  $F_3$  (b), and partial index,  $|ic|$  (g)

Para las otras variables:

$$id(j) = (100 - F_1(j))/n \quad (1)$$

$$ip(j) = (100 - F_2(j))/n \quad (2)$$

$$ir(j) = (100 - F_4(j))/n \quad (3)$$

$$id(j), ir(j) \in [0, 25] \quad ip(j), ic(j) \in [-25, 25], \quad (4)$$

$$(5)$$

. Si la profundidad o la circulación del ciclón se subestima, los valores de  $ip$  o  $ic$  se multiplican por (-1)

Definimos un índice para cuantificar la bondad del modelo prediciendo ciclones. Las contribuciones de las diferencias son adimensionales y podemos tratarlas conjuntamente:

$$I(j) = |id(j)| + |ip(j)| + |ic(j)| + |ir(j)|$$

$$I(j) = 100 - \frac{\sum_{k=1}^n F_k(j)}{n} \quad (6)$$

$$I(j) \in [0, 100]$$



Se han definido dos sub-índices,  $I_{un}(j)$  e  $I_{ov}(j)$ , que informan sobre la sub o sobre-predicción de la intensidad del ciclón.

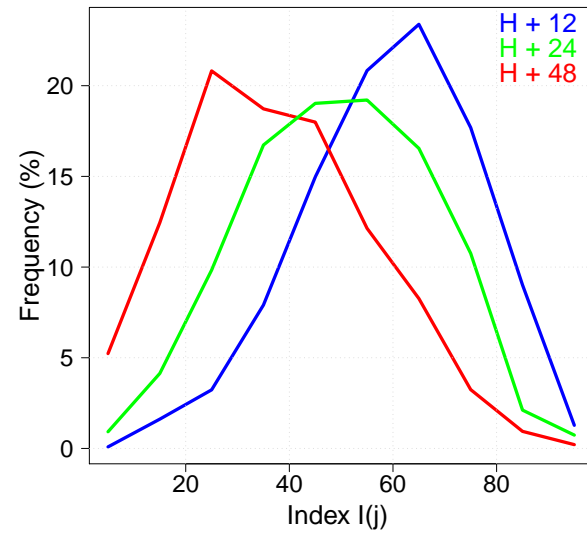
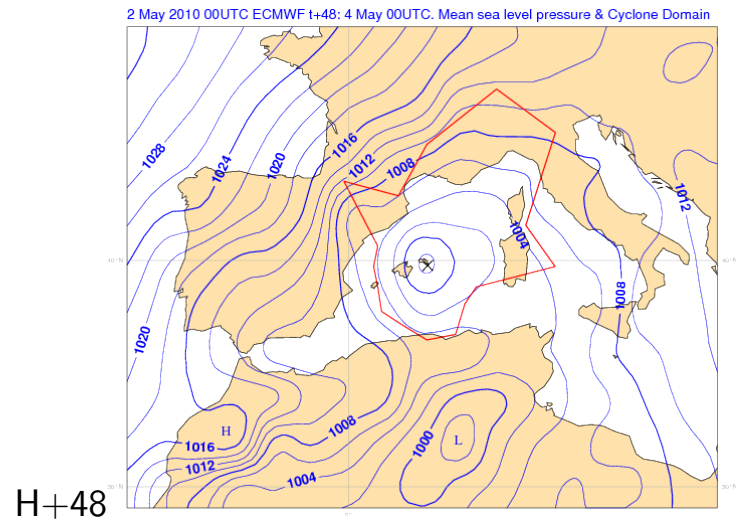
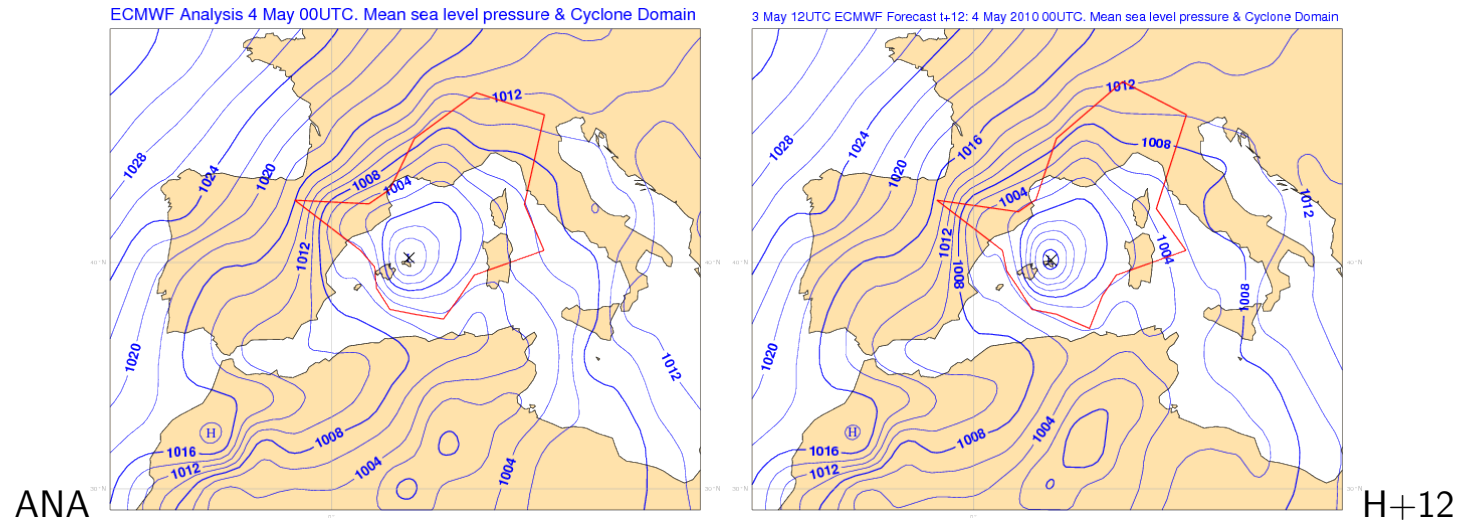


Fig. 5 Cyclone distribution as a function of the index value I(j)

Fig.6. Mean sea level pressure and Cyclone Domain (red), 4 May 2010 00UTC. ECMWF Analysis, Forecasts H+12 and H+48



	dist(km)	difp0(hpa)	difcir(CU)	$r_0$
H+12	0.0	-1.00	-0.38	0.99
H+48	86.06	2.40	-1.74	0.82
	<i>id</i>	<i>ip</i>	<i>ic</i>	<i>ir</i>
H+12	25.00	7.75	-11.48	24.54
H+48	7.75	-2.00	-1.04	17.13

	$I_{ov}$	$I_{un}$	$I$
H+12	32.75	36.48	68.77
H+48	50.00	3.04	27.91

- Ciclón que se mueve hacia el NE intensificándose rápidamente,  $15\text{hPa}/24\text{ hours}$ , (at 39N 1Bergeron= $17\text{hPa}/24\text{h}$ )
- Récord de lluvia en Palma de Mallorca ( $47\text{l}/\text{m}^2$  en 1 hora),
- máximo para el mes de mayo en la sierra de Tramontana ( $234\text{l}/\text{m}^2$  en 24 horas, con  $54\text{l}/\text{m}^2$  en una hora) y valores excepcionales de viento del W en Menorca.

#### A H+12

- coinciden posiciones
- forma parecida
- Ciclón previsto más profundo que observado  $ip = 7,75$
- Ciclón previsto menos intenso que observado  $ic = -11,48$

#### A H+48

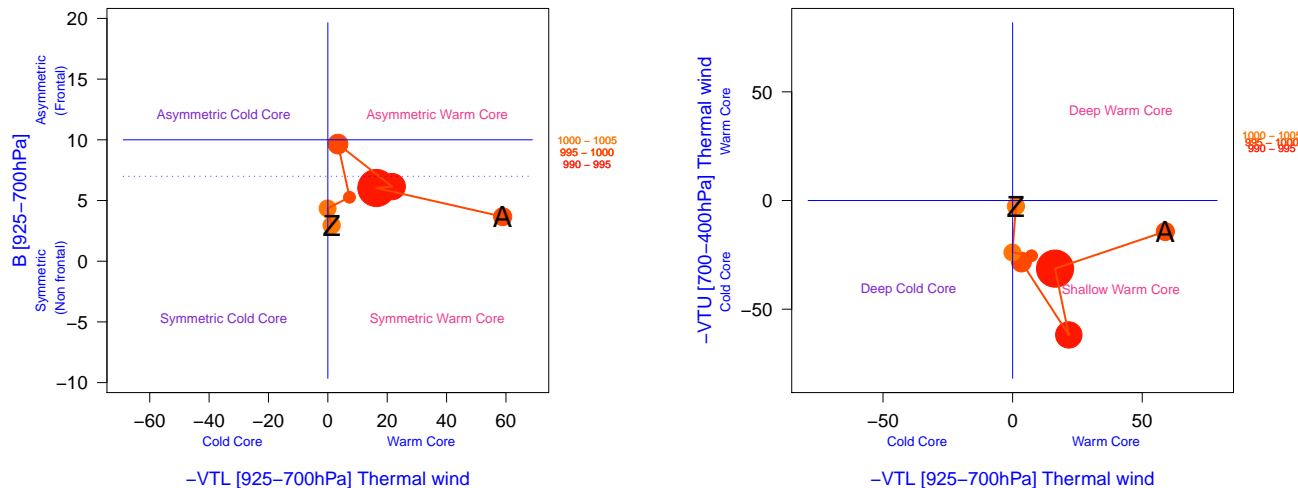
- profundidad subestimada
- circulación subestimada

## Conclusiones

- A methodology to assess the quality of the Mediterranean cyclone forecast from a numerical model has been developed, based on an assessment of the differences of some cyclone magnitudes between the analysed and the corresponding forecast cyclone. An index is defined as a measure of forecast quality
- The method has been applied to the T799 ECMWF model at three different forecast ranges. The mean distance between the locations of cyclones in the analysis and in the forecast is larger for longer ranges. The number of detected cyclones is similar in the three ranges, but the number of hits decreases when the range increases. The accuracy of the forecast also decreases as the forecast range increases.
- A sample of differences in four cyclone characteristics for one year, without a strong trend to over or underestimation, has been obtained and is used as error reference pattern to assess the prediction of cyclones.
- The index is based on the cumulative frequency of errors and variables with different dimensions are dealt jointly. Other features can be introduced, if necessary.
- This index can be adapted to assess probabilistic forecast of cyclones from Ensemble Prediction Systems, and can also be used to compare cyclone databases from different models.

# Descripción de la estructura térmica de los ciclones

- Cálculo de los parámetros del diagrama de fases:
  - Hart, R.E., 2003: A cyclone phase space derived from thermal wind and thermal asymmetry. Mon. Wea. Rev., 131, 585-616.
  - B: simetría térmica
  - $V_T^L, V_T^U$ : Viento térmico a nivel bajo y alto
- Descripción de 5 posibles medicanes a partir de las simulaciones obtenidas con ECMWF T1279 (proyecto MEDICANES)
- Clasificación de ciclones mediterráneos
- Distribución de los errores de estas variables pueden contribuir a la medida de la bondad de la predicción,  $I(j)$ .



# Verificación de la trayectoria de los ciclons

- Método para comparar cuantitativamente dos conjuntos de trayectorias de ciclones extratropicales.

Blender R. and M. Shubert, 2000. Cyclone Tracking in Different Spatial and Temporal Resolutions. Monthly Weather 128, No. 2, pp. 377-384

- Cálculo de la distancia espacio-temporal de las trayectorias de un ciclón obtenidas a partir de diferentes salidas: medida del grado de correspondencia

Trayectorias:

$$\begin{array}{ll} x(a), y(a), t(a) & a = 0, \dots, A \\ x'(a'), y'(a'), t'(a') & a' = 0, \dots, A' \end{array}$$

$$\sigma_{12}^2 = \frac{1}{AA'} \int_0^A da \int_0^{A'} da' \{ \alpha([x(a) - x'(a')]^2 + [y(a) - y'(a')]^2) + \beta[t(a) - t'(a')]^2 \}$$

$$D_{12}^2 = \frac{1}{AA'} \left[ \sigma_{12}^2 - \frac{1}{2}(\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2) \right]$$

- Distribución de esta distancia espacio-temporal puede contribuir a la medida de la bondad de la predicción, I(j).

# Experimentos de sensibilidad de las observaciones para unos casos de la campaña DTS-MEDEX-2009

Joan Campins y Beatriz Navascués

DTS-MEDEX-2009 : 30 Septiembre al 20 Diciembre

El objetivo del estudio es ver si realmente el uso de observaciones adicionales mejora las predicciones de tiempo de alto impacto. Para ello se realizan diferentes experimentos numéricos.

- Hirlam → Modelo de área limitada
- ECMWF asimiló todas las obs extra
- No se dispone de experimento de ECMWF sin obs extra

Esto implica escoger casos que cumplan:

- Zonas sensibles lejos de los contornos para evitar la influencia de la asimilación de los RS extra por parte del modelo ECMWF (dominio de integración)
- Periodo sin casos anteriores o separados algunos días
- Casos con  $opt = H+18$  o  $H+30$  (simulaciones hasta 48 h)

	ONR	DTS
Versión	7.2	7.3
Resol. horiz	0.16° lat/lon	0.15° lat/lon
Resol. vertical	40 niveles	60 niveles
BC	ECMWF	ECMWF
FC length	72 h	48 h
DA	3DVAR	4DVAR
Blending	SI	NO
ATOVS*	NO	SI

Caso	TT	VT	OPT	RS
1014	2009100718	2009100812	H+18	6
1013	2009100806	2009100900	H+18	5
1019	2009100918	2009101100	H+30	8
1024	2009101018	2009101200	H+30	15
1025	2009101118	2009101212	H+18	18
1028	2009101218	2009101312	H+18	21
1045	2009101918	2009102100	H+30	3
1047	2009102006	2009102100	H+18	4
1048	2009102006	2009102112	H+30	4
1052	2009102018	2009102200	H+30	3
1055	2009102106	2009102200	H+18	7
1056	2009102106	2009102212	H+30	7

## Métodos de verificación

- Verificación frente a modelos:
  - Experimento de “Control”: ciclo de asimilación y predicción con los configuración normal del modelo y sin datos extra D4B
  - Experimentos de DT (con observaciones extra): EXP1, EXP2, ...
  - Análisis verificador → AN
- Verificación frente a observaciones
- Verificación de la predicción de la precipitación. SAL
- Verificación de la predicción de los ciclones