

VERIFICACIÓN DE LA PREDICCIÓN OBJETIVA PROBABILISTA LOCAL DE LA PRECIPITACIÓN A PLAZO MEDIO

Francisco Sánchez Martín

Director de Programa, Área de Telemática Meteorológica. INM

RESUMEN

Se realiza la verificación de las probabilidades de predicción de precipitación a partir de las salidas directas del EPS (*Ensemble Prediction System* del *ECMWF*). La verificación se aplica a la predicción de precipitación acumulada en días pluviométricos y de precipitación acumulada en 7 días . Se aplica el método desarrollado para la verificación del sistema de predicción analógica . En la verificación se observa en general una sobrevaloración de las probabilidades de predicción en los diagramas de fiabilidad . Los casos de mejor predictabilidad en la predicción de precipitación acumulada en días pluviométricos corresponden a los intervalos inferiores (≥ 0.5 ≥ 2.1) con probabilidades de predicción \geq al 70% . En la verificación de las probabilidades de predicción de precipitaciones acumuladas en 7 días los casos de mejor predictabilidad corresponden a intervalos ≥ 2 , ≥ 5 y ≥ 10 l con probabilidades de predicción ≥ 70 % .

1. Introducción .

Los datos previstos proceden de los campos obtenidos con la última versión del modelo utilizado en el *EPS* (*TL255* que sustituye al *TL159* desde 21-11-2000) y del operativo *TL511* (que sustituye al *T213* desde la misma fecha) .

El método de verificación seguido es el desarrollado en el Servicio de Aplicaciones Meteorológicas actualmente aplicado en la verificación de predicciones analógicas (ver página *webb* del Servicio de Aplicaciones Meteorológicas) .

La nueva versión *EPS* permite , con los pasos de 6 horas , la verificación contra observaciones de precipitación de días pluviométricos . De esta forma se consiguen aprovechar mayor número de observaciones para contrastar .

La verificación por días , a plazo medio , por supuesto es más dispersa que a corto plazo , pero dentro de este contexto a plazo medio , los resultados son aceptables .

2. Fuentes de datos

Los datos del *EPS* y del modelo operativo son obtenidos en forma de campos en formato *GRIB* . Se reciben diariamente del *ECMWF* . También pueden ser obtenidos por fechas independientes . Las observaciones de precipitación corresponden a precipitación acumulada en días pluviométricos . Son obtenidas de los ficheros de observaciones utilizados en la verificación de la predicción analógica . Los campos *EPS* y operativo son interpolados a 79 estaciones seleccionadas y elaboradas las precipitaciones previstas acumuladas en días pluviométricos . El acoplamiento entre precipitaciones observadas y previstas ha sido posible gracias a que los pasos de predicción del *EPS* son de 6 horas en el último modelo *EPS* . Las áreas verificadas son las correspondientes a la Península Ibérica e *Illes Balears* . El periodo escogido para el presente estudio es de 6 meses , diciembre de 2000 - mayo de 2001 .

3. Tratamiento de la información

Los prototipos del tratamiento de precipitaciones del *EPS* , sistema *STPLD-EPS-PREC* , se terminó de desarrollar en 1999 y está actualmente operativo . Para el tratamiento de la verificación de los datos de precipitación del *EPS* , se elaboró un nuevo paquete de prototipos con el fin de adaptar los datos *EPS* a las entradas del sistema de Verificación de la Predicción Analógica de la Precipitación ,se realizó la verificación semanal , y se elaboraron las tablas de contingencia (*Francisco Sánchez Martín ,2001*).

Se realizan los pasos siguientes en el tratamiento y verificación de los datos de precipitación :

- a).- Acceso vía *MARS* a los campos *EPS* y operativo diariamente .
- b).-Decodificación de los campos *GRIB* e interpolación de los datos reticulares a las estaciones .
- c).-Elaboración de tablas de frecuencias para cada estación .
- d).-Elaboración de un archivo accesibles por estaciones . En cada directorio (estación) se guarda por un día todos los productos elaborados de la estación .

- e).-Elaboración de gráficas de frecuencias para cada estación . Elaboración de salidas para *INTRANET* .
 - f).-Elaboración de productos especiales ; precipitaciones previstas acumuladas a 7 días , precipitaciones por días pluviométricos , accesibles por estaciones , etc . Elaboración de salidas para *INTRANET* .
 - g).-Elaboración de las verificaciones de precipitaciones acumuladas en días pluviométricos . Creación de ficheros de entrada en el sistema de verificación de análogos .
 - h).-Elaboración de las verificaciones de las probabilidades de predicción de precipitaciones acumuladas en 7 días pluviométricos .
 - i).-Elaboración de tablas de contingencias , de detecciones , falsas alarmas , etc .
 - j).-Aplicación del Sistema de Verificación de Análogos .
- La ejecución de la cadena de programas (menos la verificación , que solo se ejecuta cada 6 meses) se lanza a partir del *timer* de las *workstations* diariamente .

4 . Verificación por días pluviométricos .

Se realiza con los mismos intervalos que en los casos de análogos (intervalos semiabiertos $\geq 0,5$, ≥ 2 , ≥ 10 , ≥ 20) .

4.1 Diagramas de fiabilidad . .

Dichos diagramas están representados en Figura 1 , para alcance $D+5$, (se escoge $D+5$ como alcance piloto) . En total se procesan 13308 casos en un periodo de 6 meses . Se observa una tendencia a la sobrevaloración de las probabilidades de precipitación a partir de probabilidades de predicción (del 25% aproximadamente) . Dicha sobrevaloración es aún mayor para los intervalos superiores ≥ 10 y ≥ 20 . Los intervalos superiores presentan irregularidades en gran parte debido a la escasez de datos en ellos . Resultados similares pueden verse en otros trabajos (*Steven L. Mullen y Roberto Buizza ,2000*) . Los parámetros estadísticos (*Brier Skill Score* , etc ,) , se estudiarán en tablas aparte (ver figuras 2 , 3 , 4 , 5 y 6 en las que se hace una presentación comparativa de dichos parámetros , para los alcances $D+3$, $D+5$, $D+7$) .

4.2 Tablas de parámetros estadísticos y de detecciones .

En las figuras 5 , 6 , presentamos valores indicadores de áreas ROC , valores de *Brier Skill Score* para alcances $D+3$, $D+5$ y $D+7$. Las evaluaciones de las áreas ROC (ver Figura 5) , indican que los valores van disminuyendo con el alcance (por ejemplo 0,87 en $D+3$ a 0,78 en $D+7$ para el intervalo $\geq 0,5$) . Los valores del *Brier Skill Score* (ver Figura 6) varían muy lentamente (por ejemplo alrededor de 0,17 desde $D+3$ a $D+7$ para el intervalo $\geq 0,5$) . Aunque estos resultados no son tan óptimas como en corto plazo , dentro del contexto del medio plazo son aceptables . En la Figura 7 presentamos la tabla de detecciones . Las detecciones se calculan , basados en el diagrama de figura 8 , con la fórmula $A/(A+B)$. En la tabla de detecciones de la figura 7 , se observa que las probabilidades de detección más altas (superiores al 60%) corresponden a probabilidades de predicción superiores al 70 % y se presentan para los intervalos $\geq 0,5$ y ≥ 2 . En el caso de los intervalos ≥ 10 y ≥ 20 , y probabilidades de predicción $\geq 70\%$, las tablas de falsas alarmas (no incluidas aquí) indican probabilidades de un 90% aproximadamente , por lo cual no está claro que sean predicciones útiles . En las figuras 2 , 3 , y 4 presentan los siguientes parámetros estadísticos que son funciones también de la climatología muestral :

Brier Skill Score relacionado con climatología ; disminuye al aumentar el alcance ; varía irregularmente en función de los intervalos ; su valor es generalmente bajo .

Brier Skill Score de fiabilidad ; mejora al aumentar el alcance ; mejora al pasar a intervalos superiores , excepto para ≥ 2 ; su valor es alto

Brier Skill Score de resolución ; disminuye al aumentar el alcance ; disminuye al pasar a intervalos superiores ; para ≥ 20 su valor es bajo .

5. Diagramas de fiabilidad y tabla de detecciones . Precipitación acumulada a 7 días .

Los intervalos de tiempo de 7 días se han tomado sin solaparse entre sí en el periodo 2000-12-04 a 2001-06-04 siendo en total son 1748 casos cubriendo 6 meses .

Los intervalos de precipitación utilizados son distintos (son 5 intervalos en lugar de 4 : ≥ 2 , ≥ 5 , ≥ 10 , ≥ 20 , ≥ 40) . En la Figura 12 se presentan los diagramas de fiabilidad para probabilidad de predicciones de precipitaciones acumuladas en 7 días . Similarmente a los casos de precipitación

acumulada en días pluviométricos nos encontramos con sobrevaloración de probabilidades tanto mayor cuanto más altas .

En la Figura 11 presentamos los parámetros estadísticos *Skill Brier Score* , referente a climatología , de fiabilidad y de resolución . El *Skill Brier Score* , referente a climatología mejora bastante en la verificación de precipitación acumulada a 7 días respecto a la de días pluviométricos (solo considerado a título especulativo y no cuantitativo). Igualmente el relativo a resolución . Los demás tienen fluctuaciones . En general son aceptables dentro de contexto del plazo medio . Hasta aquí en estos parámetros se omite el intervalo ≥ 40 .

En lo referente a las tablas de detección las conclusiones no son exactamente iguales a los casos de días pluviométricos ; **las probabilidades de detección son superiores al 90% para el intervalo ≥ 2 , superiores al 80% para el intervalo ≥ 5 y superiores al 70% para el intervalo ≥ 10 ; (ver Figura 9) si las probabilidades de predicción son $\geq 70\%$; las probabilidades de detección mejoran mucho respecto de las de los días pluviométricos para los intervalos inferiores (≥ 2 , ≥ 5 y ≥ 10) y probabilidades de predicción $\geq 70\%$. No obstante las probabilidades de falsas alarmas para estos casos son apreciables . Sin embargo la proporción de casos no observados (en los intervalos correspondientes) es de un 37% para intervalos ≥ 2 l y a un 60% para intervalos ≥ 5 l , es decir que en muchas aplicaciones el gasto estadístico puede ser aceptable . En los demás casos de probabilidades de predicción $\geq 70\%$, las probabilidades de falsas alarmas es aproximadamente inferior al 20% .**

En la Figura 13 se presentan los diagramas de fiabilidad por días pluviométricos (alcance $D+5$) para comparar con los diagramas de fiabilidad de la Figura 12 (precipitación acumulada 7 días) . Por último en la figura 14 se presenta una tabla de *Brier Score* y *Áreas ROC* con el fin de compararlas con las figuras 5 y 6 de los mismos parámetros y en los intervalos comunes ≥ 2 , ≥ 10 , ≥ 20 ..

6. Conclusiones

Se observa , en general , en los diagramas de fiabilidad una tendencia a la sobrevaloración de probabilidades .

6.1 Verificación con días pluviométricos .

Las probabilidades de detección son bajas , excepto en los intervalos $\geq 0,5$ y ≥ 2 l y probabilidades de predicción $\geq 70\%$. Las probabilidades de detección en los casos referidos , para $D+7$ son del orden de un 45% ; para $D+5$ de un 60% y para $D+3$ del orden del 80% . **La predictabilidad es en general aceptable en los intervalos $\geq 0,5$ y ≥ 2 l y probabilidades de predicción $\geq 70\%$**

6.2 Verificación de precipitación acumulada a 7 días .

Las probabilidades de detección son buenas para los intervalos ≥ 2 l , ≥ 5 y ≥ 10 y probabilidades $\geq 70\%$. **Especialmente la predictabilidad es aceptable para los intervalos ≥ 2 , ≥ 5 y ≥ 10 l y probabilidades $\geq 70\%$** . Se mejora sensiblemente la predicción respecto la climatología muestral (respecto a la verificación por días pluviométricos) .

Nota sobre las figuras y tablas.

La primera columna de las tablas numéricas se refiere a intervalos (semiabiertos) de la precipitación en litros . El periodo referido es 5 de diciembre de 2000 a 1 de junio de 2001 . En las tablas y figuras relativas a verificación por días pluviométricos , se toma el alcance (periodo de validez), $D+5$, como alcance piloto .

Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al apoyo prestado por el Servicio de Aplicaciones Meteorológicas en el asesoramiento , especialmente en la utilización del Sistema de Verificación de Análogos desarrollados por ellos . Agradezco al Área de Telemática Meteorológica el haberme dotado de los medios informáticos necesarios para poder desarrollar prototipos de aplicaciones bastante complicadas y manejar ficheros de grandes dimensiones .

Referencias

Steven L. Mullen y Roberto Buizza , 2000 : Quantitative Precipitation Forecast over the United States by the ECMWF Ensemble Prediction System . Technical Memorandum 307 ;17-50

J. D. Opsteegh y y H. Hersbach , 1999 ; Objective Verification of Ensemble Forecasting System . Seminar Proceedings ; Diagnosis of Model and Data Assimilation Systems , 81-96

Servicio de Aplicaciones Meteorológicas , 2001 ; Predicción Analógica de la Precipitación ; Verificación ; Valor de la Predicción . Intranet INM

Francisco Sánchez Martín , 2001 : Verificación de Sistema de Tratamiento y Verificación Local de Datos del EPS . Nota Técnica n° 7 ; Área de Telemática Meteorológica INM

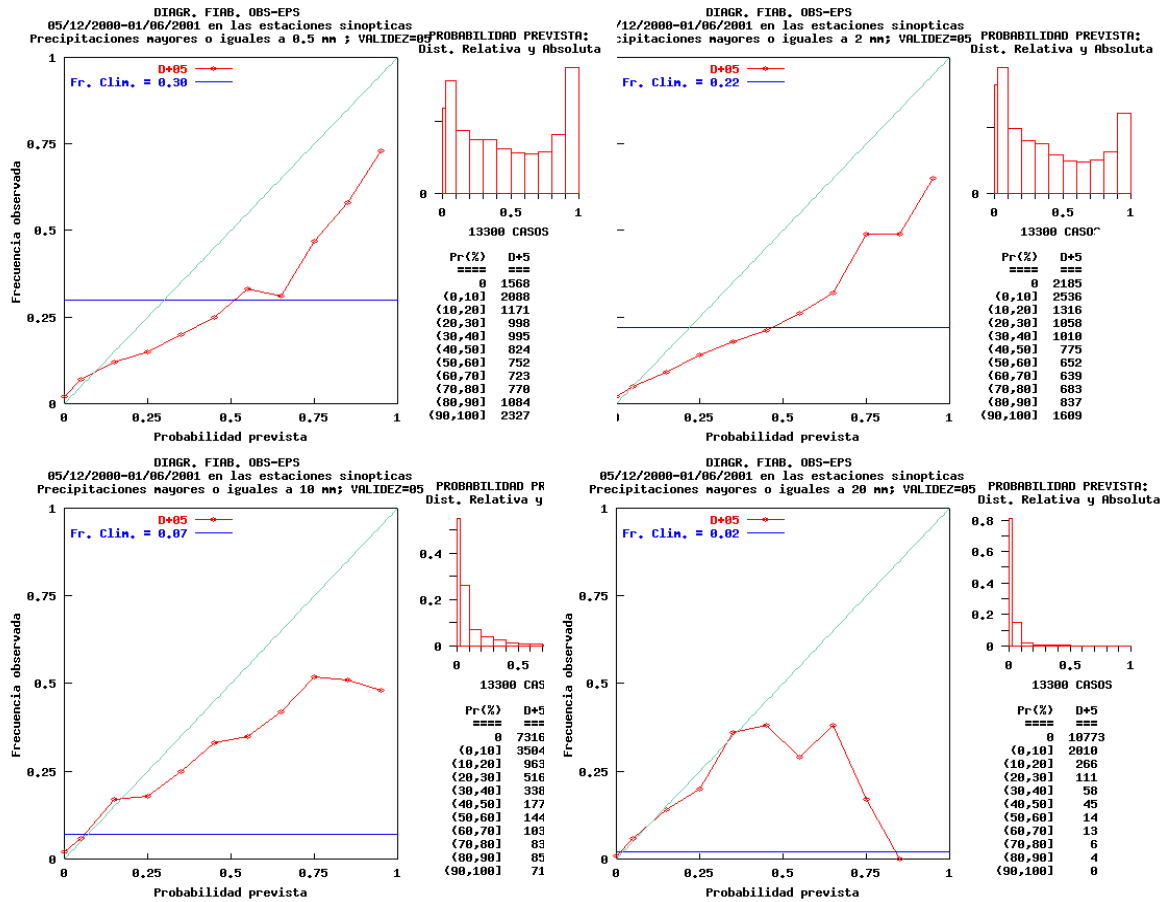


Figura 1 :Diagramas de fiabilidad ; verificación por días pluviométricos para D+5 ; periodo 20001205 a 20010601

	D+3	D+5	D+7
>=0,5	0,2	0,15	0,11
>=2	0,05	0,04	0,02
>=10	0,15	0,09	0,08
>=20	0,09	0,08	0,02

Figura 2 :Tabla de SCBrSkSc (Brier Skill Score relativo a climatología) . Verificación por días pluviométricos .

	D+3	D+5	D+7
>=0,5	0,81	0,84	0,91
>=2	0,70	0,77	0,85
>=10	0,90	0,94	0,96
>=20	0,94	0,97	0,98

Figura 3 :Tabla de BSSREL (Brier Skill Score relativo a fiabilidad) . Verificación por días pluviométricos .

	D+3	D+5	D+7
>=0,5	0,42	0,30	0,31
>=2	0,34	0,27	0,17
>=10	0,25	0,14	0,11
>=20	0,14	0,06	0,04

Figura 4 :Tabla de BSSRSL (*Brier Skill Score* relativo a resolución) . Verificación por días pluviométricos

	D+3	D+5	D+7
>=0,5	0,87	0,83	0,78
>=2	0,87	0,83	0,77
>=10	0,87	0,81	0,77
>=20	0,82	0,77	0,74

Figura 5 : Tabla de valores de áreas ROC correspondientes los alcances e intervalos indicados ; verificación por días pluviométricos .

	D+3	D+5	D+7
>=0,5	0,17	0,18	0,17
>=2	0,17	0,17	0,19
>=10	0,08	0,06	0,06
>=20	0,02	0,02	0,02

Figura 6: Tablas de valores del *Brier Score* correspondientes a los alcances e intervalos indicados ; verificación por días pluviométricos .

	(1)	(2)	(3)
>=0,5	15,7	17,6	66,7
>=2	19,4	19,6	61,0
>=10	69,9	17,4	12,7
>=20	90,9	8,8	0,3

Figura 7: Tabla de detecciones ; las columnas son intervalos de probabilidad de predicción y las filas son intervalos (semiabierto) de precipitación en l ; (1) , (2) y (3) son probabilidades de predicción prob.<40% ; 40%<=prob.<70% ; 70%<=prob.

obs SI	pred +	obs SI	A	obs SI	pred +	obs NO	B
obs NO	pred +	obs SI	C	obs NO	pred +	obs NO	D

Figura 8 : Esquema para el cálculo de tablas de detecciones y alarmas .

	(1)	(2)	(3)
>=2	3,7	6	90,4
>=5	8,8	8,9	82,3
>=10	12,4	16,7	70,9
>=20	29,4	20,5	50,3
>=40	43,1	25,7	31,1

Figura 9: Tabla de detecciones ; precipitación acumulada a 7días ; la 1ª columna se refiere a intervalos de precipitación ; (1) , (2) y (3) son probabilidades de predicción prob.<40% ; 40%<=prob.<70% ; 70%<=prob.

	(1)	(2)	(3)
>=2	36,4	17,5	46,1
>=5	53,1	17,8	29,1
>=10	64,3	14,2	21,5
>=20	79,4	9,5	11,1
>=40	92,2	4,3	3,5

Figura 10: Tabla de falsas alarmas ; precipitación acumulada a 7días ; la 1ª columna se refiere a intervalos de precipitación ; (1) , (2) y (3) son probabilidades de predicción prob.<40% ; 40%<=prob.<70% ; 70%<=prob.

	SCBrSkSc	BSSREL	BSSRSL
>=2	0,15	0,88	0,27
>=5	0,2	0,89	0,31
>=10	0,18	0,88	0,31
>=20	0,11	0,85	0,26

Figura 11 :Diagrama del SCBrSkSc , BSSREL y BSSRSL de precipitación acumulada en 7 días ; (*Brier Skill Score* , relativo a climatología ,*Brier Skill Score* de fiabilidad y *Brier Skill Score* relativo a resolución.

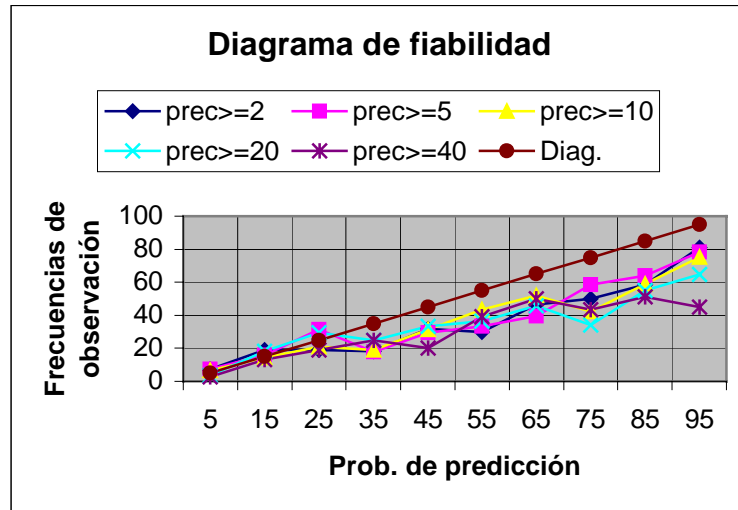


Figura 12 : Precipitación acumukada 7 días ; diagrama de fiabilidad ; periodo 2000-12-04 a 2001-06-01

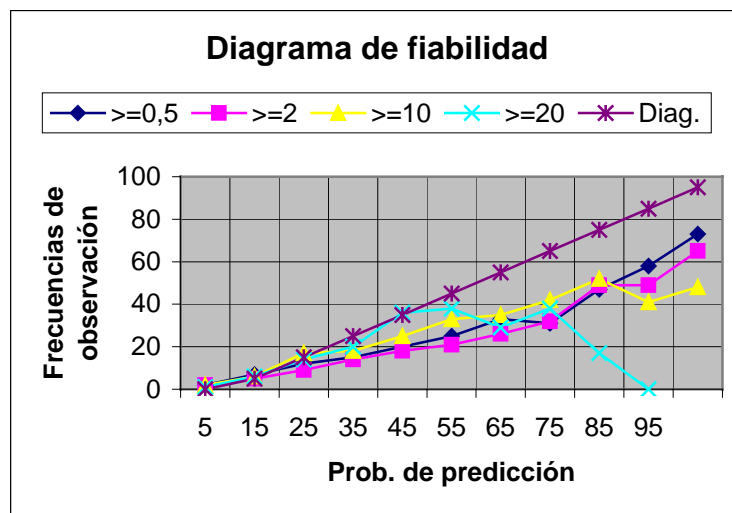


Figura 13 : Precipitación por días puvimétricos; diagrama de fiabilidad ; periodo 2000-12-04 a 2001-06-01. Alcance D+5

	Prec.>=2	Prec.>=10	Prec.>=20
Brier Score	0,2	0,19	0,16
Areas ROC	0,76	0,82	0,83

Figura 14 : Verificación de precipitación acumulada a 7 días .Tabla de *Brier Score* y *Area ROC* .