

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ANÁLOGOS A CATALUÑA

José GIBERGANS BÁGUENA y María del Carmen LLASAT
Grupo de Análisis de situaciones Meteorológicas Adversas
Dpto. de Astronomía y Meteorología. Universidad de Barcelona

RESUMEN

El objetivo del estudio que a continuación se presenta pretende la mejora de la previsión cuantitativa de la precipitación diaria en Cataluña a partir de la técnica de los análogos. En este caso se han utilizado los campos meteorológicos a 700 hPa, 1000 hPa y 700/1000 hPa. Posteriormente también se ha incluido información a escala local proporcionada por los radiosondeos de Palma de Mallorca.

Palabras clave: Radiosondeos, método de los análogos, previsión cuantitativa de la precipitación, Cataluña, regionalización pluviométrica.

ABSTRACT

The objective of this study pretends to show the improvement of the quantitative forecasting of daily rainfall in Catalonia from analogous technique. In this case fields to 700 hPa, 1000 hPa and 700/1000 hPa have been used. Subsequently also we have included it locale scale information proportionate for Palma of Majorca radiosoundings

Key words: Radiosounding, analogous method, quantitative rainfall forecastinp, Catalonia, rainfall regionalization.

1. INTRODUCCIÓN

El método de análogos presentado se ha confeccionado en base a un programa de previsión cuantitativa de lluvia sobre los macizos montañosos de Francia, desarrollado por *Électricité de France (EDF)* a partir de la tesis doctoral de M. Duband *Reconnaissance dynamique de la forme des situations météorologiques. Application à la prevision quantitative des précipitation* (1970).

La aplicación en régimen operativo de este método, ha proporcionado hasta el momento presente, resultados aceptables que han permitido conjuntamente a otras previsiones meteorológicas, mejorar la gestión de los recursos hídricos y anticipar los riesgos de avenidas.

La aplicación de esta metodología en la zona mediterránea se ha revelado insuficiente en el caso de la previsión de situaciones de lluvias extremas. La principal causa se puede cifrar en el peculiar comportamiento de lo que se podría llamar la masa de aire mediterráneo y en general, del papel que desempeñan en este tipo de procesos, un mar como el Mediterráneo y unas zonas costeras de orografía muy accidentada. El objetivo de este artículo es proponer una posibilidad de mejora del citado método.

2. BASE DE DATOS

2.1. Componentes principales de una red europea de radiosondeos

Las componentes principales que se utilizan se han calculado sobre los datos diarios de geopotencial a las 00 y 12 TMG de 37 estaciones de radiosondeo distribuidas en el oeste de Europa para el periodo 1953-1990. La situación de las mismas viene dada en la Figura 1.

Cada fichero (uno para cada estación del año) contiene:

- las 8 primeras CP del geopotencial a 700 hPa
- las 8 primeras CP del geopotencial a 1000 hPa
- las 8 primeras CP del espesor 1000-700 hPa

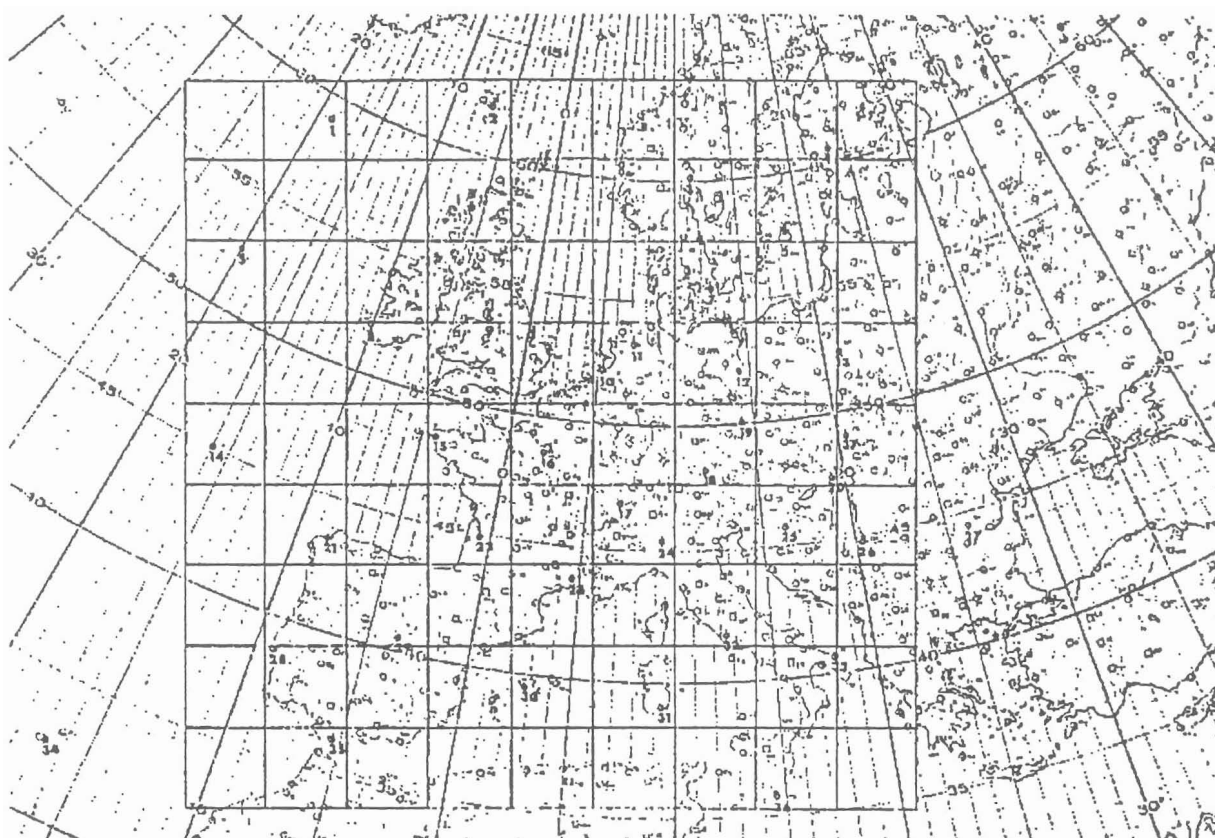


Figura 1: Red europea de estaciones de radiosondeo

- | | | | | | |
|--------------|----------------|-------------|---------------|--------------|-------------------------|
| 1. Point I | 8. Valentia | 14. Point K | 20. Budapest | 26. Belgrado | 32. Roma |
| 2. Torshaw'n | 9. Aughton | 15. Brest | 21. La Coruña | 27. Bucarest | 33. Brindisi |
| 3. Oslo | 10. De Bilt | 16. Trappes | 22. Bordeaux | 28. Lisboa | 34. Funchal |
| 4. Jokioinen | 11. Emden | 17. Payerne | 23. Nîmes | 29. Madrid | 35. Gibraltar |
| 5. Point J | 12. Lindenberg | 18. Munich | 24. Milan | 30. Palma | 36. Malta |
| 6. Stornoway | 13. Logionowo | 19. Praga | 25. Zagreb | 31. Cagliari | 37. Poprad Tatry |
| 7. Kestrup | | | | | |

2.2. Radiosondeos de Palma

La información de partida está constituida por los puntos notables de los radiosondeos de Palma de Mallorca correspondientes a las 00 UTC para el periodo 1975-1989. Se cuenta con datos de temperatura, humedad y viento.

Se ha llevado a cabo un control de la calidad de los radiosondeos, seleccionando aquellos que demuestran cumplir ciertos requisitos tanto en la calidad, como en la cantidad de información de los mismos (GIBERGANS et al, 1997).

Puede resumirse en tres pasos:

- 1) Detección de registros de temperatura erróneos.
- 2) Detección de radiosondeos con escaso número de datos y bajo nivel alcanzado, para datos de temperatura y humedad.
- 3) Detección de radiosondeos con escaso número de datos y bajo nivel alcanzado, para datos de viento.

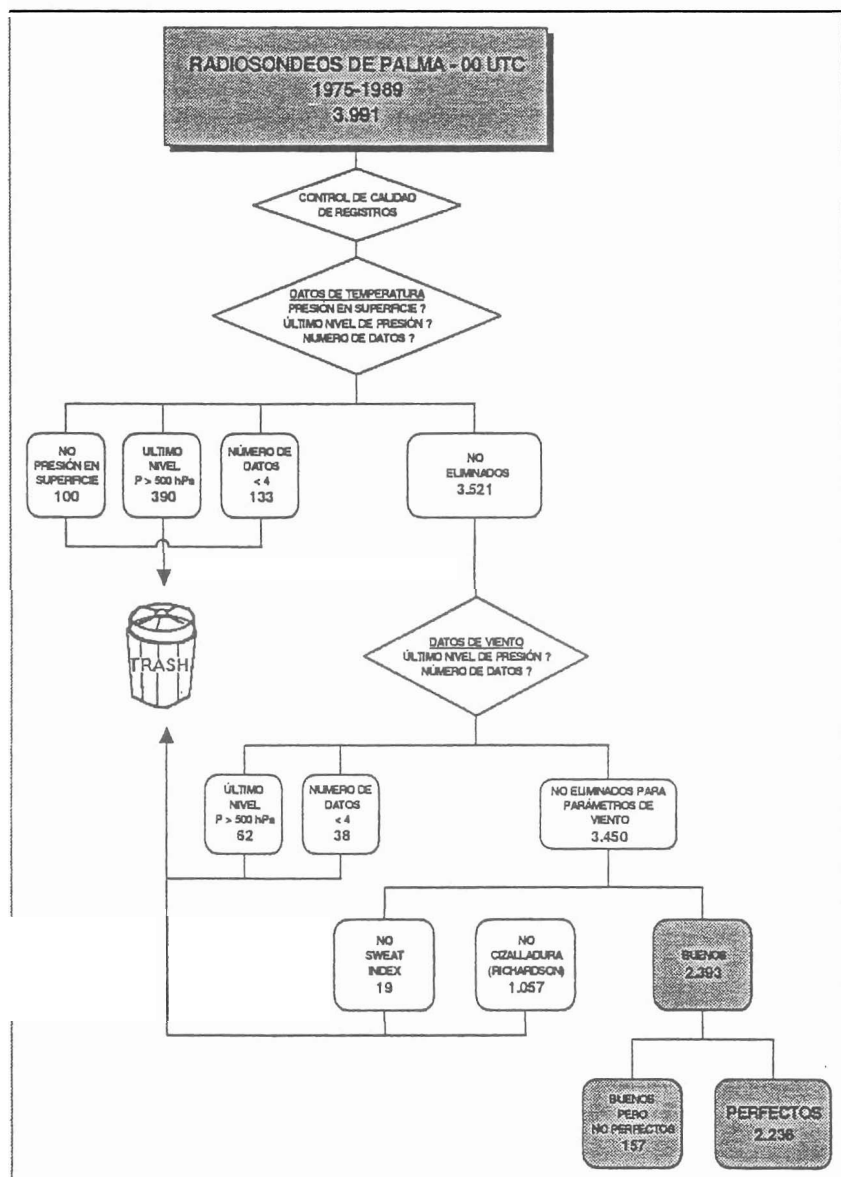


Figura 2: Esquema del control de calidad de los radiosondeos de Palma de Mallorca

En la Figura 2 se muestra un esquema del proceso llevado a cabo, así como de los resultados obtenidos para los radiosondeos de Palma de Mallorca a las 00.

2.3. Lluvia diaria. Creación de los grupos pluviométricos

El objetivo del trabajo es el de obtener una previsión cuantitativa de la precipitación diaria media para distintas zonas. Por tanto, lo primero que se ha realizado es una regionalización pluviométrica de Cataluña.

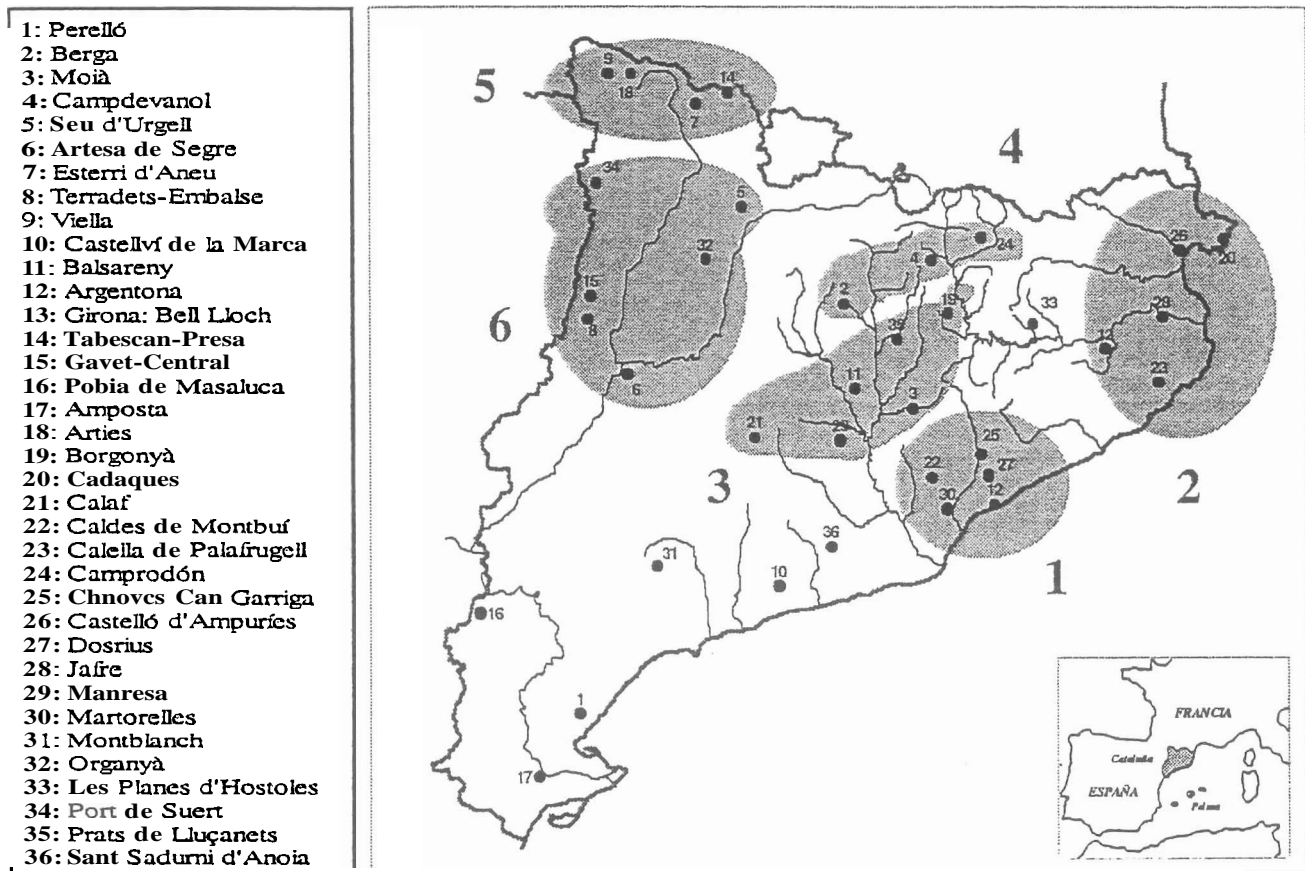


Figura. 3: Lluvia diaria. Grupos

Dado que casi todas las estaciones presentan alguna laguna en las series de datos, se ha procedido a la repoblación de las mismas mediante un método de correlación con las estaciones más próximas (SHEARMANN, 1975). Para llevar a cabo dicha reconstrucción de datos, se han considerado de forma adicional, seis estaciones de los Pirineos franceses. Estas estaciones se han conservado posteriormente en todos los cálculos efectuados en la regionalización, para evitar los posibles efectos de frontera en una región pluviométrica tan importante como es la pirenaica. Posteriormente se ha realizado la creación de los grupos pluviométricos aplicando la siguiente metodología: (BONELL y SUMMER, 1992): (1) Análisis en componentes principales (ACP) de los datos diarios de precipitación. (2) Análisis de conglomerados a partir de las observaciones en el espacio de las CP's halladas (criterio de KAISER, 1958).

3. EL MÉTODO DE SELECCIÓN DE ANÁLOGOS

Dos estados de la atmósfera son *análogos*, cuando guardan cierto parecido entre sí (LORENTZ, 1969). Por tanto, será razonable esperar que los fenómenos meteorológicos asociados a estos estados, guarden también cierto parecido entre sí. Evidentemente, una gran colección de situaciones análogas, puede tener asociados fenómenos muy diferentes, pero cada uno de estos fenómenos, tendrá una determinada probabilidad de ocurrir, por tanto, se podrá hablar de función de distribución de probabilidad, de media, cuantiles, etc.

El principio de los distintos métodos utilizados en el presente trabajo, puede resumirse en dos pasos:

- Búsqueda: se busca para un día test los días análogos a éste según unos criterios de selección.
- Estimación: a partir de la función de distribución (probabilidad acumulada) de la lluvia, obtenida a partir de los días análogos, se calculan por interpolación los cuantiles del 20, 60 y 90 %, así como la precipitación media, correspondientes al día test.

Los distintos métodos ensayados y que, a continuación se describen, se diferencian básicamente, en las distintas formas de búsqueda de análogos que se han considerado.

3.1. Método A

En este método, se busca para un día test, los días análogos a éste según dos criterios de selección:

- Criterio de proximidad: basado en una distancia euclidiana en el espacio de las CP's del campo de geopotencial a 700 hPa.
- Criterio de correlación: según el cual son seleccionados aquellos días con un gran coeficiente de correlación con el día test para el conjunto de las 13 CP's: 6 CP's para 700 hPa, 6 CP's para 1000 hPa y 1 CP para 700/1000 hPa.

3.2. Método B

Atendiendo a que los datos de entrada del método propuesto en el apartado anterior están basados en radiosondeos y a que la información termodinámica-vertical se ha revelado como una buena herramienta de diagnóstico (TUDURÍ y RAMIS, 1997), se ha incorporado dicha información.

En este método se ha considerado únicamente la información extraída del radiosondeo de Palma de Mallorca correspondiente a las 00 UTC. Han sido calculadas diferentes variables y parámetros termodinámicos:

- Masa de agua precipitable de distintos estratos: entre superficie y 850 hPa, 850 hPa y 700 hPa, 700 hPa y 500 hPa. A fin de distinguir entre su valor en la troposfera baja y en la troposfera media también se calcula entre 850 y 500 hPa.
- Gradientes de temperatura potencial y de temperatura potencial equivalente: se han calculado entre superficie y 850 hPa, entre 850 hPa y 700 hPa y entre 700 y 500 hPa. Así mismo y atendiendo su importancia en bajos niveles, también se ha calculado entre superficie y 950 hPa y entre 950 hPa y 850 hPa.
- Presión de la isocero (es el primer nivel en que la temperatura se hace igual a 0°C). El nivel de la isocero da una idea de la distribución de temperatura en los niveles bajos y, consecuentemente, de la posible presencia anómala para la época del año, de aire frío o de aire cálido.
- CAPE: Energía Convectiva Potencialmente Disponible (WEISSMAN y KLEMP, 1986). Y muy relacionada con la CAPE: la máxima velocidad vertical.
- Índices de inestabilidad: *SI* (índice de SHOWALTHER, 1953), *LI* (índice de elevación, GALWAY, 1956), *KI* (índice K, GEORGE, 1960), *TTI* (índice total de totales, MILLER, 1972), *PI* (índice de la temperatura potencial del termómetro húmedo, PICKUP, 1982), *SWEAT* (índice de tiempo severo, MILLER et al., 1971).
- Cizalladura.
- Número de Richardson global (WEISMAN y KLEMP, 1986).

Después de un análisis discriminante y de correlación con la precipitación diaria, las variables que se han mostrado más representativas y que han sido seleccionadas, son las siguientes: la masa de aguaprecipitable correspondiente al estrato 700-500 hPa, CAPE, los gradientes de las temperaturas potencial y potencial equivalente correspondientes al estrato 950-850 hPa, la temperatura en superficie, el índice LI y la presión de la isocero.

A partir de estas variables, se ha llevado a cabo una búsqueda de días análogos, teniendo en cuenta únicamente, el criterio de proximidad, basado como el caso anterior, en una distancia euclidiana en el espacio de dichas variables.

3.3. Método C

En este tercer método se ha querido tener en cuenta tanto la información a escala sinóptica que aportan las componentes principales de los campos de geopotencial a 700, 1000 y 700/1000 hPa, como la información a una escala mucho más local como es la que aportan las variables termodinámicas calculadas a partir del radiosondeo de Palma de Mallorca a las 00 UTC. Ahora, la búsqueda de análogos se ha llevado a cabo, de nuevo, en dos etapas:

- en la primera, para cada día test, se han tomado, aplicando los criterios de selección del método A, los 50 mejores análogos.
- posteriormente y siguiendo con el criterio de selección del método B, se han seleccionado los 30 más próximos.

4. APLICACIÓN DEL METODO: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se han buscado los análogos para los días de otoño del periodo 1975-1989. Los resultados obtenidos han sido los cuantiles del 20, 60 y 90%, la precipitación media y la precipitación real (para comparar) para cada grupo pluviométrico.

a) Método de los Análogos - A - Grupo 1

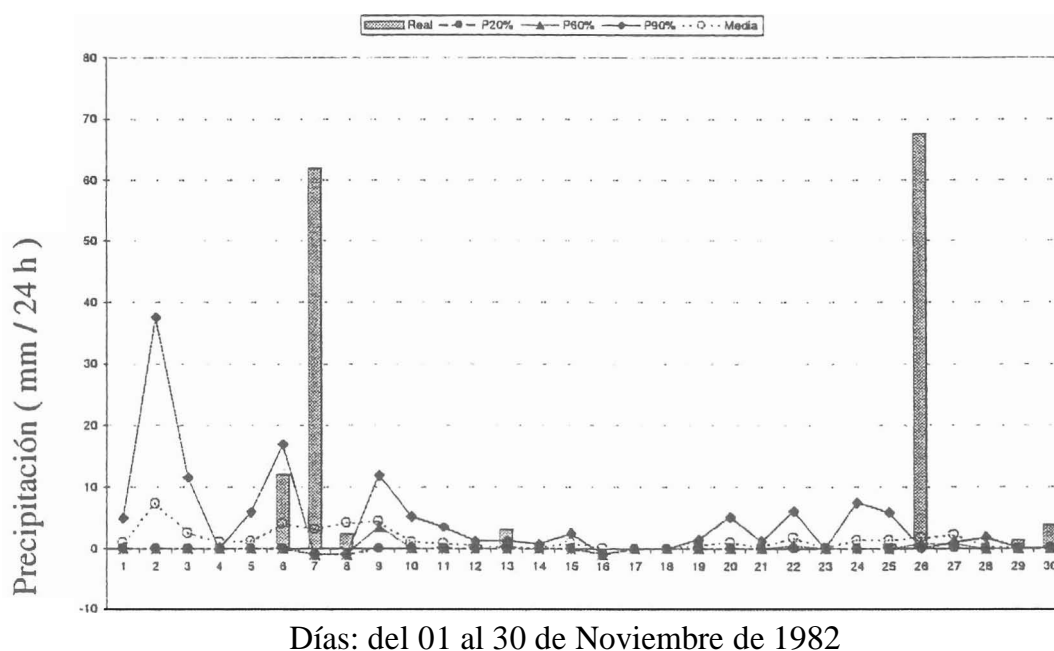
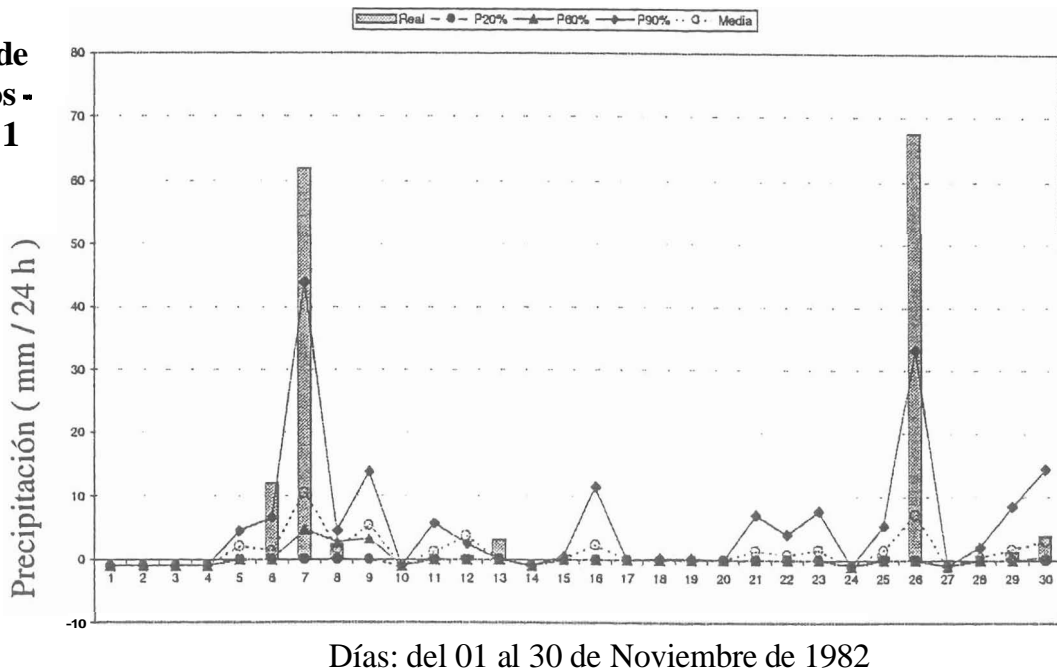


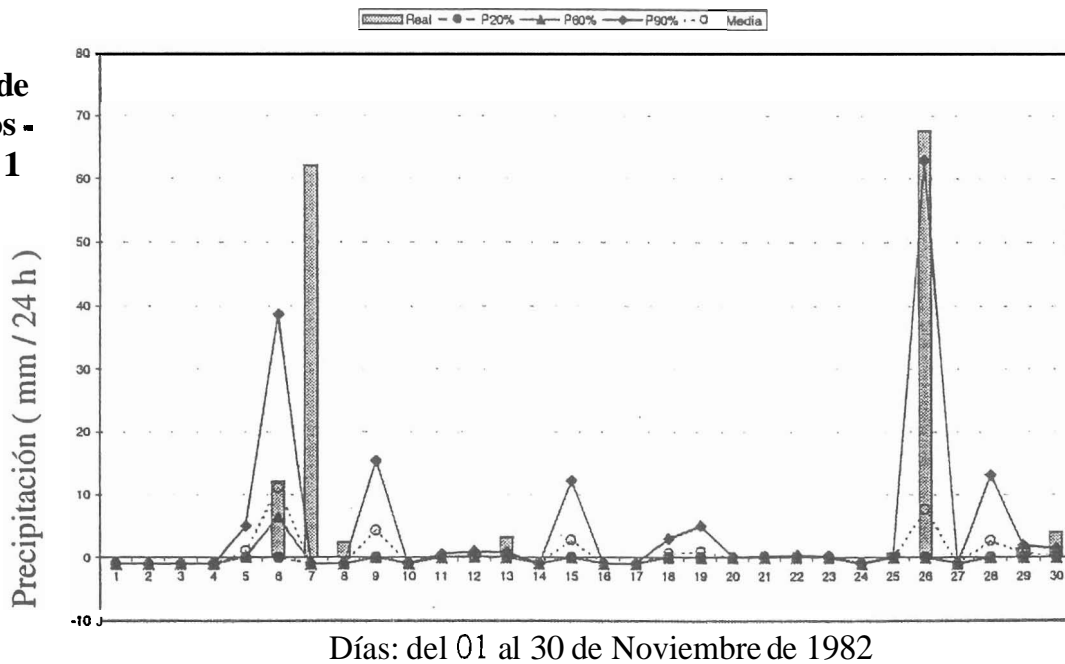
Figura 4: Aplicación de los métodos descritos al episodio de noviembre de 1982: (a) Método A, (b) Método B y (c) Método C.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ANÁLOGOS A CATALUÑA

a) Método de los Análogos - B - Grupo 1



a) Método de los Análogos - C - Grupo 1



- Aplicando el método A, no hay un solo día que no tenga como mínimo un análogo. Esto no quiere decir, que haya previsión para todos los días, ya que con un número inferior a 5 puntos, no tiene demasiado sentido obtener resultados por interpolación. En este caso, se ha asignado a los cuantiles un valor de -1, quedando en la representación gráfica bajo el eje de abscisas, indicándonos de esta forma, la ausencia de resultado.
- En estos ensayos iniciales, se ha podido observar para los tres métodos, que la previsión de los días de lluvia es, en general, bastante buena y un poco mejor que las previsiones relativas a las cantidades de lluvia.
- El método B, ofrece unos muy buenos resultados, tanto en la discriminación de los días de lluvia, como en los valores de los cuantiles correspondientes. Estos valores mejoran en general, en el método C.

- Como aplicación particular, se ha estudiado el episodio de fuertes lluvias acaecido en Cataluña en noviembre de 1982. Para el método A puede observarse una falsa alarma en los días 3 y 4, después discrimina bien el día 7, pero desgraciadamente el día 7 no posee suficientes análogos para realizar la previsión. Durante el mismo mes, el día 27 tuvo fuertes lluvias que este método no detecta. El método B discrimina perfectamente ambos episodios de lluvia, mientras que el método C, mejora el valor del 20% del día 27. Para el día 7 tampoco hay previsión por falta de suficientes análogos

BIBLIOGRAFÍA

- BONELL, M. and SUMMER, G. (1992): "Autumn and Winter Precipitation Areas in Wales", *International Journal of Climatology*, 12, 77-102.
- DUBAND, D. (1979): *Reconnaissance dynamique de la forme des situations meteorologiques. Application à la prévision quantitative des précipitations* (Thèse de 3^{ème} cycle de la faculté des sciences de Paris).
- GALWAY, J.G. (1956): "The Lifted Index as a Predictor of Latent Instability", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 37, 528-529.
- GIBERGANS J. et al. (1997): "The use of the vertical thermodynamic data in the daily rain classification. Application to the improvement of an analog technique", *Int. Symp. on cyclones and hazardous weather in the Medit.*, INM-WMO, pp 395-402.
- GEORGE, J. (1960): *Weather Forecasting for Aeronautics*. Academic Press. 673pp.
- KAISER, H.F. (1958): "The Varimax criterion for analytical rotation in factor analysis", *Psychometrika*, 23, 187-200.
- LORENTZ, E. (1969): "Atmospheric Predictability as Revealed by Naturally Occuring Analogues", *Journal of the Atmospheric Sciences*, 26, 636-646.
- MILLER, R.C., A. BIDNER and MADDIX, R.A. (1971): "The use of the computer products in severe weather forecasting (the SWEAT index)". *Preprints Seventh Conf. Severe Local Storms*. Kansas City. Amer. Meteor. Soc., 1-6.
- MILLER, R.C. (1972): *Notes on Analysis and Severe Storm Forecasting procedures of the Air Force Global Weather Control*. AFGWC Tech. Rep 200. Air Weather Service. US Air Force. 102 pp.
- PICKUP, N.M. (1982): "Considerations of the effect of 500 hPa cyclonicity on the success of some thunderstorm forecasting techniques". *Meteor. Mag.* 111, 87-97.
- SHEARMANN, R.J. (1975): "Computer quality control of daily and monthly rainfall data", *Meteorol. Mag.*, 104, 102-108.
- SHOWALTER, A.K. (1953): "A Stability Index for Thunderstorm Forecasting". *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 34, 250-252.
- TUDURÍ, E. and RAMIS, C. (1997): "The Environments of Significant Convective Events in the Western Mediterranean", *Weather and Forecasting*, 12, 294-306.
- WEISSMAN, M.L. and KLEMP, J.B. (1986): "Characteristics of Isolated Convective Storms", in *Mesoscale Meteorology and Forecasting*, Ed. P.S. Ray., Amer. Meteorol. Soc., 331-358.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias a Eléctricité de France por la cesión de los datos iniciales utilizados en este estudio.