

RELACIÓN ENTRE DATOS DE MALLA Y REGISTROS A PEQUEÑA ESCALA: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

Lidia GÓMEZ NAVARRO

Grupo de Climatología

Departamento de Geografía Física y AGR, Universidad de Barcelona

RESUMEN

La comparación entre registros pluviométricos de observatorios convencionales y los datos pluviométricos de grid (malla) se ha establecido para dos territorios de pequeño tamaño, y mediante dos distintas técnicas. Los resultados obtenidos muestran que para el caso de la Península Ibérica y Catalunya, los datos de malla (0,5° x 0,5°) ofrecen una aproximación a la realidad, con numerosos matices, para los que se necesitan los registros reales.

Palabras clave: Registros de observatorios, datos de grid o malla, comparación, mapas compuestos, componentes principales.

ABSTRACT

Pluviometric observational data and corresponding gridded data have been compared for two small sized areas, and utilizing two different techniques. The results obtained hereby show that in the case of the Iberian Peninsula and Catalonia, the gridded data offer an approximation to the measured data. There are numerous details though where the real data are needed.

Key words: *Observational data, grid data, comparison, overlay maps, principal components.*

1. INTRODUCCIÓN

El cada vez mayor uso de los datos de grid, o malla, de diferente paso (2,5° x 2,5°, 0,5° x 0,5° longitud y latitud, entre otros) y para distintos territorios de muy distintos tamaños, nos ha conducido a reflexionar sobre la fiabilidad de éstos a pequeña escala. Con esta intención, se ha realizado una comparación de resultados para dos territorios de pequeño tamaño, la Península Ibérica y Catalunya, y con dos distintos métodos, a saber, mapas de compuestos (composites) y componentes principales, en cada caso.

Se trata de una aproximación metodológica a la comparación de resultados de grid frente a los resultados que ofrecen los datos convencionales, tratados ambos con las mismas metodologías, para poder conocer si, en el caso de pequeños territorios, es fiable el resultado obtenido por la primera base de datos.

2. DATOS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. Datos de malla de la CRU

Los registros de grid, de paso 0,5° x 0,5° longitud y latitud corresponden a todo el territorio peninsular, y se pueden trabajar para las variables temperatura y precipitación desde 1901. Estos

datos nos ayudan a realizar estudios de mayor detalle sobre la fachada mediterránea, y en conjunto, para el territorio peninsular. El paso de la malla es menor, por lo que la calidad de las situaciones que refleja su análisis multivariante es de precisión. Se han tomado los datos de precipitación.

El interés de estos registros de grid o malla en este trabajo es comprobar su bondad, en relación con los registros reales oficiales. El hecho de que la malla tengo un paso tan breve aporta detalle sobre el territorio, pero en escalas de detalle, es necesario conocer cuán inexacta y en que lugares son los registros de grid. Dos territorios, la Península en conjunto, y Catalunya en particular, van a servir de test para los datos de malla. Se han escogido estos dos territorios porque son de dimensiones contrastadas, y en el caso del menor, posee suficiente variedad de climas como para que se puedan apreciar las diferencias entre los patrones, en especial de precipitación, generados con datos de grid y datos reales.

2.2. Registros de la Península Ibérica y Catalunya

Los registros reales para cada uno de los territorios son más complejos de obtener, y de lograr una óptima cobertura espacial a la vez que no queden sectores singulares sin valor de la variable de estudio, la precipitación. Se han tomado para el conjunto de la Península 42 observatorios (1958-1994), lo más homogéneamente posible repartidos por el territorio, de primer orden y procedentes de las bases de datos de INM (INM, 1996) y del Instituto de Meteorología Portugués. En el caso de Catalunya se han seleccionado 56 puntos de observación (observatorios termoplumiométricos en su mayoría), con registros ininterrumpidos para el treintenio oficial 1961-1990. Los periodos de trabajo, como se pretende, se solapan, siendo más largas las series de la Península.

2.3. Metodología

El cúmulo de registros de estudio se resume brevemente en 4 bases de datos: dos de ellas son datos de malla $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ longitud y latitud, para los territorios peninsular y catalán, y las otras dos son bases de registros de observatorios, que conforma la base peninsular y catalana, observada. Cada una de estas bases, referidas al mismo territorio, se someten al mismo tratamiento para finalmente poder apreciar la sintonía de los resultados.

La base de datos, de malla y observados peninsular, se trata simplemente con mapas compuestos o composites. Tomando como base otros estudios previos (GÓMEZ, 2001a y 2001b), se han seleccionado los 5 inviernos más lluviosos y secos, y se ha realizado la representación de los composites de cada uno de ellos, con cada base de datos.

Respecto al tratamiento de los set correspondientes al territorio catalán, se opta por realizar un análisis, por separado de cada una de las dos bases de datos, en Componentes Principales, de la precipitación de invierno, rotados (Varimax) y sin rotar (PREISENDOFER, 1988; VON STORCH y ZWIERS, 1999). Con ello se obtiene, representado cartográficamente, la expresión espacial del patrón, y en un gráfico, su evolución temporal, la alternancia de fases positivas y negativas.

3. RESULTADOS PRELIMINARES: GRID-DATOS REALES

El objeto del trabajo, tal y como ya se ha comentado, es establecer la fiabilidad de los datos que proceden de un grid o malla, frente a los tomados por estaciones sobre el territorio y en sus ubicaciones particulares. En numerosas ocasiones, y ante la falta de registros en un espacio de

trabajo concreto, o por la dificultad o tamaño del mismo, se recurre a las bases de datos de grid, con diferentes pasos de malla: en general y para grandes territorios se suele utilizar el paso de $2,5^{\circ}$ x $2,5^{\circ}$ longitud y latitud, aunque es preferible acudir a los de paso menor, $0,5^{\circ}$ x $0,5^{\circ}$, y en especial en los territorios de tamaño mediano o pequeño. Por ello surge la necesidad de verificar estos datos y en especial, compararlos con los registrados in situ para poder cuantificar la desviación.

Se han realizado dos ensayos a distintas escalas y con distinto proceso de datos: en el primero se evalúa, sin aditivos, los valores de la malla con los reales en el conjunto de la Península Ibérica, en dos inviernos contrastados, 1979 y 1992. En el segundo se ha sofisticado la comparación, puesto que se ha sometido a ambas bases de datos al método de Componentes Principales, para ver si los patrones de precipitación de invierno, en general, difieren entre sí.

3.1 Precipitación de invierno en la Península Ibérica: 1979 y 1992

La selección de estos dos inviernos en particular procede de los resultados de otro proyecto anterior: los inviernos lluviosos determinados a partir de los valores positivos más elevados por encima de +0,5 en la serie temporal de precipitación de la 1CCA (primer par de la correlación canónica) corresponden a 1959-1960, 1962-1963, 1965-1966, 1976-1977 y 1978-1979, y secos los inviernos secos de 1980-1981, 1982-1983, 1988-1989, 1991-1992 y 1992-1993, con valores negativos mayores de todos los que superaban el valor -0,5 en la serie temporal (GÓMEZ, 2001b y 2002).

El mapa compuesto por los valores de precipitación de los inviernos señalados como lluviosos (composites de los 5) muestra incrementos de precipitación en prácticamente todo el territorio, excepto en los observatorios de Mahón y San Sebastián (negativos), destacando con valores elevados la fachada occidental peninsular, y, en ella, Córdoba, con 215 mm, y Santiago de Compostela, con 436 mm. En los inviernos secos considerados, 1980-1981, 1982-1983, 1988-1989, 1991-1992 y 1992-1993, destacan los elevados déficits en gran parte de la PI, muy en especial en Galicia, donde Santiago de Compostela presenta una anomalía negativa de 408 mm. Incrementos anecdóticos de lluvia se aprecian en Valencia (3,3 mm) y Murcia (9,9 mm).

En este contexto se seleccionan, por sus características particulares, los inviernos de 1978-1979, lluvioso, y 1991-1992, seco, para mostrar las diferencias que se aprecian entre los resultados procedentes de los datos de grid y los reales.

Para facilitar la comparación entre ellos, y con los valores habituales del invierno en la Península se muestra la figura 1: promedios de precipitación de invierno (1958-1994). Es típica esta distribución de la precipitación de invierno en la Península, que marca tres sectores: noreste peninsular, muy lluvioso, donde se suman cantidades en los tres meses de invierno entre los 450 y 700 mm; hacia el sur y hacia el este de este sector, precipitaciones de hasta 250 mm (área portuguesa y cantábrica respectivamente); y el gran área central de territorio con precipitaciones que van menguando cuanto más hacia el este, oscilando entre los algo menos de 250 y las inferiores a 100 (Valle del Ebro y sector sudeste peninsular).

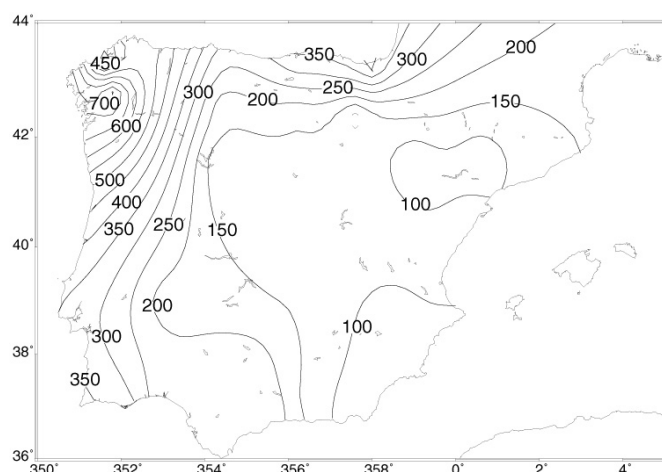


Fig. 1. Valores promedio de la precipitación de invierno (1958-1994). Se consideran los valores normales para establecer comparaciones

En el caso del invierno de 1979 (Fig. 2a), los totales de precipitación rebasaron los 1.000 mm (Santiago de Compostela y Oporto) mientras que los valores más bajos no alcanzaron los 100 mm (Alicante y Murcia). Así, al trazar una línea imaginaria que una estos dos sectores, se multiplica al menos por 10 la precipitación de invierno, y marcan la gradación hacia ambos lados de los valores de lluvia (de los aproximadamente 200 en la costa Brava a los más de 500 en el Algarve portugués). A excepción de 4 observatorios, ubicados en la franja costera mediterránea, los restantes aumentan en este invierno su precipitación de forma evidente, hasta llegar en la mitad de los casos a duplicar la normal, con incrementos de unos 200 mm en promedio.

Entre el conjunto de los inviernos secos, se ha tomado, por ser extremo en sus valores el de 1991-1992. La figura 2b muestra los valores de precipitación recogidos en los mencionados meses en el conjunto del territorio peninsular. Muestra claramente un descenso muy acusado de los *inputs* lluviosos en todo el territorio, excepto en algunos lugares de la costa oriental, donde, curiosamente, aumenta la precipitación. Es en este sector donde se ubican los máximos valores de lluvia (algo más de 200 mm), mientras que en conjunto sólo una docena de observatorios rebasan los 100 mm. Los valores de precipitación de este invierno dejan al descubierto reducciones de hasta el 80%, que traducido en litros oscilan entre 100 y 200, a excepción del área occidental de la Península donde aumentan hasta marcar déficits superiores a los 300 mm. En una docena de observatorios ubicados en la cuenca alta y media del Ebro y Castilla y León, la precipitación fue inferior a 50 mm en tres meses, y 4 no alcanzan los 25 (Logroño, Burgos, Soria y Zaragoza).

Frente a esta realidad pluviométrica en inviernos tan contrastados, por extremos, se observa como característica inicial, que los mapas realizados con los datos de grid responden en líneas generales bien: detectan la particularidad de ambos inviernos, sus contrastes y muestran en la disposición de las isohietas semejanzas con los anteriormente comentados, pero pierden en cuanto a la singularidad de algunos enclaves territoriales. El hecho de tener unos datos de grid con una resolución de $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ para el conjunto peninsular permite contrastar bien las características pluviométricas.

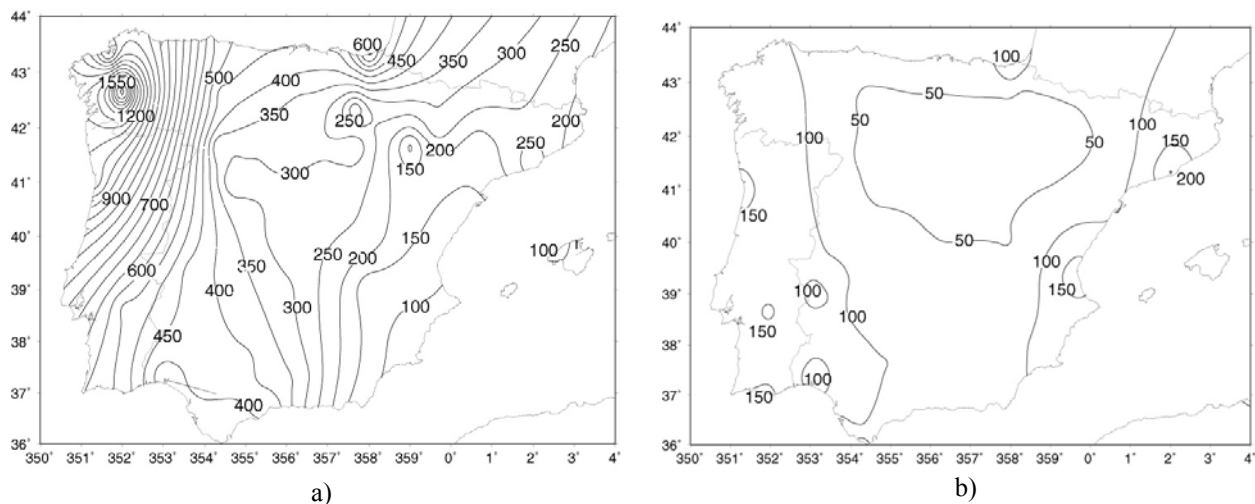


Fig. 2. Precipitación de invierno de 1978-1979 (a) y 1991-1992 (b).
La base de datos la constituye los registros de 42 observatorios

La figura 3 (a y b) muestra la distribución de las precipitaciones de los inviernos de 1978-1979 y 1991-1992 según los datos de la malla mencionados anteriormente.

Los enclaves más lluviosos durante el invierno de 1978-79 (Fig. 3a) corresponden a las latitudes $41^{\circ}15'$ - $42^{\circ}15'N$ y longitudes $8^{\circ}45'$ - $8^{\circ}18'W$, con cantidades de precipitación que rebasan los 1100mm. Este máximo de lluvia de invierno se queda corto respecto a los totales registrados en los observatorios, y si bien coincide el trazado de la isolinéa 1.100, no detecta el enclave de Santiago de Compostela y áreas colindantes. La gradación hacia las áreas más secas, mediterráneas, es detallada y acorde con la realidad en general. El sector con menor precipitación se sitúa entre los $1^{\circ}15'$ - $0^{\circ}45'$ de longitud oeste y los $38^{\circ}15'$ - $37^{\circ}45'$ de latitud norte, y es de una extensión algo más reducida de lo que marca la figura 3a, y totales aproximados. En conjunto, y de forma preliminar, es buena la aproximación que realiza el grid de las precipitaciones del invierno de 1978-1979.

Las isolinéas que dibujan la distribución de la precipitación de 1991-1992 según los datos de malla (Fig. 3b), no es tan fina como la anterior: los datos sobrestiman el máximo de precipitación que ubican de nuevo en el sector gallego-portugués, e igual ocurre con la extensión territorial en que la lluvia es menor a 50 mm. En el primer caso, precipitaciones por encima de los 350 mm se producirían en el extremo noroccidental gallego, con máximos superiores a los 400 entre las latitudes $43^{\circ}15'$ y $42^{\circ}45'$ norte y longitud $8^{\circ}45'$ oeste. La diferencia en total de lluvia entre lo registrado en los observatorios gallegos del estudio es de casi un 50%, porque los totales a duras penas rebasaron los 150 mm. Destaca el área occidental y central de ambas mesetas y Extremadura que marca con precipitaciones por debajo de los 50 mm, y en particular con las menores precipitaciones los sectores ubicados entre $5^{\circ}15'$ y $4^{\circ}15'$ longitud W, $40^{\circ}15'$ y $39^{\circ}15'$ latitud N (Tajo medio), así como el cuadrante almeriense, en el sudeste peninsular. Por lo tanto en esta ocasión la aproximación de los datos de malla dista de ser óptima de la que ofrecen los registros reales.

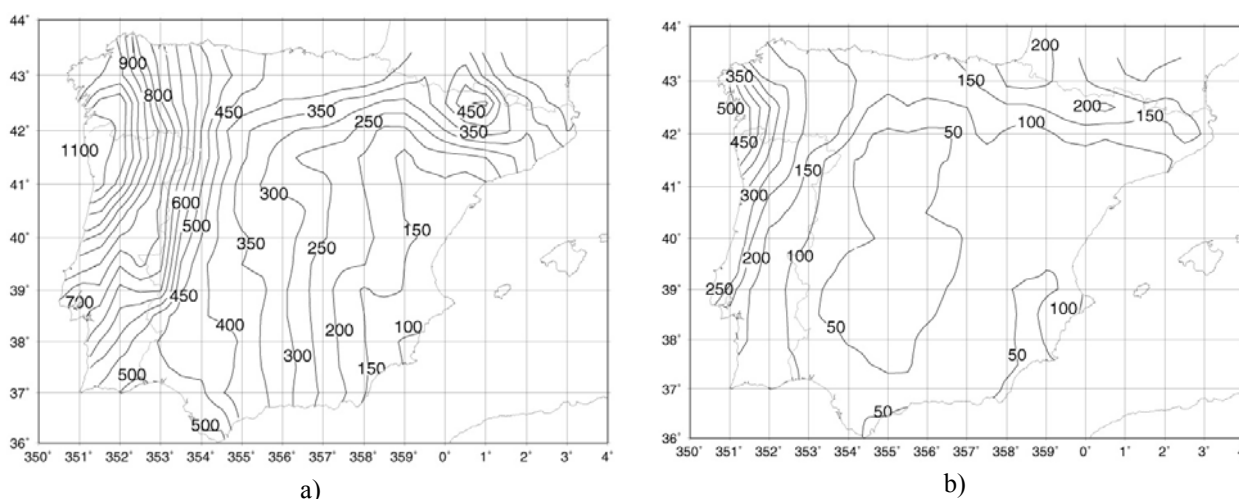


Fig. 3. Precipitación de invierno de 1978-1979 (a) y 1991-1992 (b). La base de datos constituye los registros de la CRU (Climate Research Unit) de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ de latitud y longitud

3.2. Patrones principales de invierno en Catalunya

El segundo test de fiabilidad de datos de malla frente a los reales consiste en la comparación de los patrones principales de variación obtenidos con cada set de datos tras un análisis en Componentes Principales. Se ha escogido también un territorio de menor tamaño, para añadir la cuestión de la escala a la fiabilidad de la malla: Catalunya, en este caso. La representación de los valores de cada componente principal se muestra en una figura, pero combinando la información de los observatorios (números) con los resultados de grid (isolíneas): en consecuencia, las isolíneas no están agrupando los valores que se marcan como tales sino los valores de malla. Es necesario comentar en este punto que el grid ofrece 42 “cajas” de datos, mientras que los observatorios sólo 17, con al menos uno.

El análisis en componentes principales se ha realizado de igual modo y con las mismas iteraciones para cada uno de los grupos de datos (1961-1990), de modo que puedan mostrar sus similitudes espaciales y temporales (scores). Dada la uniformidad de los datos de grid, este set necesita de sólo 4 componentes para explicar el 90% de la varianza de la precipitación de invierno; los datos de los 56 observatorios necesitan de 5 componentes para explicar el mismo porcentaje de varianza de la variable. En consecuencia las 3 PC que se muestran explican más varianza en el caso de los datos de malla que de observatorios.

La primera Componente Principal (Fig. 4) explica en el caso del set de datos de grid, el 68,03% de la varianza, mientras que es algo más elevado el porcentaje en el caso de los datos territoriales, el 74,6%. La correlación temporal entre ambas componentes es de 0,968. Estos números significan que se está frente a un mismo patrón genérico, el primero, que explica más del 50% de la varianza, por lo tanto un patrón principal estable en ambos casos y que evoluciona temporalmente de la misma forma, por lo que presumiblemente es el mismo para los dos set de datos. Con sólo 3 isolíneas se dibujan los valores de la precipitación de la 1PC de grid (0,9; 0,8 y 0,7), y de valor positivo; los valores de los observatorios poseen una mayor amplitud, puesto que se llega al valor de 0,58 en la Vall d’Aran, pero mantienen el signo positivo. Las isolíneas procedentes de los valores del grid no incluyen siempre los valores de observatorios necesarios: la 0,9 debería

acercarse más al área prelitoral central, la 0,8 en el norte abrirse hacia l'Empurdà, y la 0,7 en el sur, hacia el interior. Si se compara estrictamente el valor central de cada caja de grid con los valores promedio de los observatorios incluidos, las diferencias disminuyen notablemente, oscilando entre 0,02 y 0,07 (diferencias entre valores).

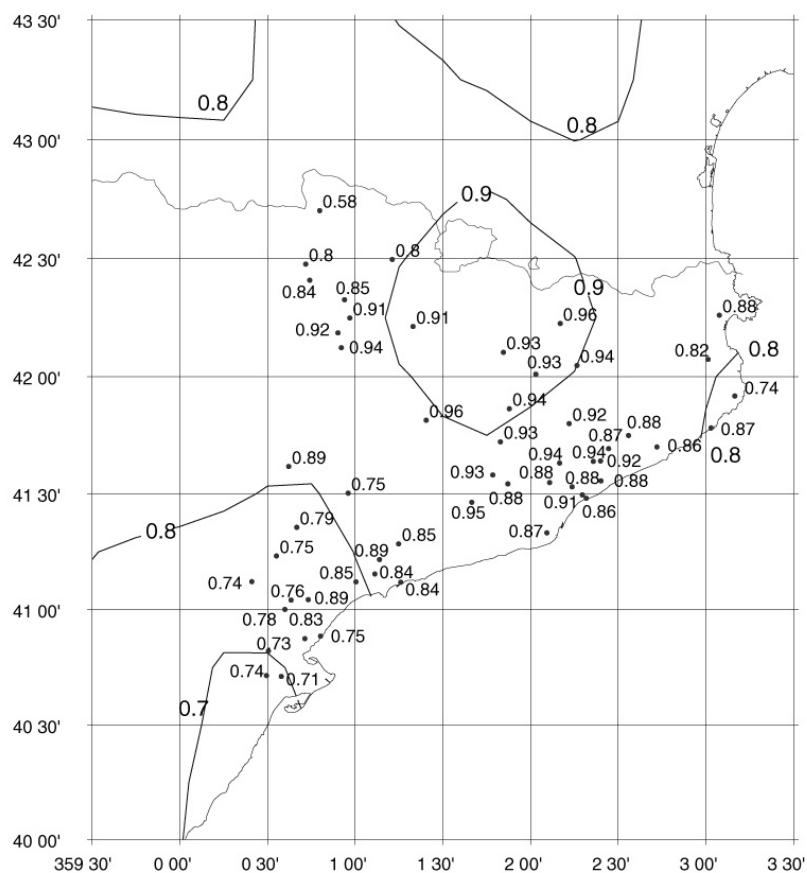


Fig. 4. Representación de los valores de la 1PC de invierno en Catalunya, de grid y datos. Las isolíneas corresponden a los valores de la 1PC de los datos de grid $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, mientras que los valores que aparecen junto a los observatorios son los derivados del cálculo de la 1PC de los registros reales

La segunda componente principal (Fig. 5) muestra un dipolo norte-sur con valores negativos y positivos respectivamente, en este modo. La PC2 de grid explica el 12,01% de la varianza, mientras que la correspondiente a los registros explica el 7,5%. La semejanza en la evolución temporal de cada uno de estos patrones espaciales es de 0,74. Ambos patrones, derivado de datos de grid y de datos reales, muestran en sus valores el dipolo norte-sur, con los mismos signos y valores: entre $-0,4$, ubicado claramente en la Vall d'Aran y los $0,6$, en el tercio sur del territorio pero sin exacta coincidencia entre patrones. Las isolíneas muestran esta gradación de valores norte-sur, con trazado casi paralelo en el oeste y centro del territorio, abriéndose hacia el sector costero, y marcando inflexiones hacia el norte (Pirineo-Costa Brava). Se individualiza perfectamente el área del bajo Ebro con la acertada isolínea $0,5$, aunque marca el máximo en el área deltaica de $0,6$, cuando los valores descienden hasta el $0,45$ de Amposta. Es aquí donde las diferencias entre valores de componente por caja son más elevados.

La tercer componente principal de los datos de grid (no se muestra) explica el 7,9% de la varianza, muy por encima del 4,6% que muestra la misma componente pero con datos de observatorios catalanes. Ambas tercera componentes muestran una correlación entre sí de 0,73 respecto de la evolución temporal de sus patrones. Si bien es cierto que se observa un dipolo entre valores positivos y negativos en los dos set de datos, los valores máximos y la disposición varía entre la componente derivada del grid y la de los registros. Las isolíneas dibujan el dipolo de valor $-0,4$ sobre área francesa, y el valor $0,4$ sobre el Segrià (disposición noreste-centro-oeste). Entre ambos valores extremos transcurre la isolínea 0 que cruza prácticamente por el centro, y con disposición norte-sur, Catalunya. Los valores de cada observatorio, a pesar de que marcan también este dipolo, no llegan a valores de $0,4$, ni positivos ni negativos, y los extremos son el sector occidental pirenaico (enclaves en el área tarragonense) y la cuenca baja del Llobregat (disposición noroeste-centroeste), con algunos enclaves de valores similares en el sector de Girona. La isolínea 0 individualiza el sector noroccidental del territorio, si bien reaparece como enclave cerca de la desembocadura del río Ebro.

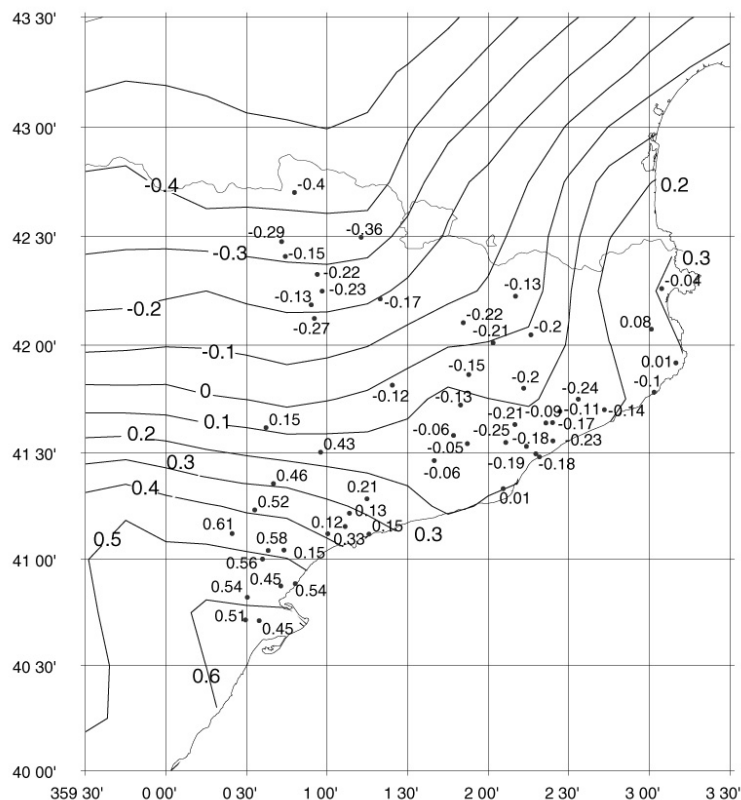


Fig. 5. Representación de los valores de la 2PC de invierno en Catalunya, de grid y datos. Las isolíneas corresponden a los valores de la 2PC de los datos de grid $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, mientras que los valores que aparecen junto a los observatorios son los derivados del cálculo de la 2PC de los registros reales

En esta tercera componente principal sí que se aprecian diferencias entre los valores de caja de grid y los calculados para los datos: no sólo el dipolo en grid muestra otra disposición con centros máximos desplazados, sino que además las diferencias en algunas cajas oscila entre 0,2 y 0,3. Las diferencias se acusan a medida que las componentes principales aumentan de orden y explican

menor porcentaje de varianza, porque son cada vez menos genéricas y más propias de los datos con los que se calculan.

En general, esta primera exploración realizada con datos de grid y reales, comparados a través de los resultados de la técnica del análisis en Componentes Principales, parece adecuada, si bien con resultados dispares. Hay que tener en cuenta también lo compartimentado del relieve catalán, y los numerosos valles pirenaicos, que a menudo funcionan como auténticos enclaves, y que en general no son percibidos por el grid a pesar de su finura de malla.

5. CONCLUSIONES

Tras el análisis de los datos de malla y los registros observados para los dos territorios de estudio, la Península Ibérica y Catalunya, aparecen suficientes argumentos para destacar el hecho de que el análisis de datos de malla, de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, en ambos casos, refleja en grandes líneas el comportamiento de la variable de estudio, si bien, y a pesar del paso de la misma, y posiblemente por lo particular de cada uno de los territorios, no ofrecen detalle sobre la variable. Posiblemente, lo compartimentado del territorio peninsular y catalán, profundicen las diferencias entre los resultados, que sería interesante poder obtener para territorios con menores dificultades orográficas, y con otras variables.

6. AGRADECIMIENTOS

La autora quiere agradecer al INM, Instituto de Meteorología Portugués y SMC por las bases de datos y la financiación del proyecto REN2001-2865-CO2-01. Este trabajo se ha realizado, parcialmente, en el Parc Científic de Barcelona.

7. REFERENCIAS

- GÓMEZ, L. *et al.* (2001a). Spatial winter rainfall distribution over the Iberian Peninsula and Greece and its relation to the large scale 500 hPa circulation. En: BRUNET, M. y BONILLO, D. (Eds). *Detection and Modelling of the Recent Climate Change and their Effects in a Regional Scale*. Springer, Netherlands, pp. 357-367
- GÓMEZ, L. *et al.* (2001b). Análisis mediante correlaciones canónicas (CCA) de las precipitaciones invernales en la Península Ibérica con relación a la circulación atmosférica en 500 hPa. En: PÉREZ CUEVA, A.J. *et al.* (Eds.). *El tiempo del clima*. Valencia, pp.115-126.
- GÓMEZ, L. *et al.* (2002). Etude de la variation spatiale de la précipitation d'automne et d'hiver à la peninsule Ibérique à partir de l'analyse canonique à 500 hPa. En : *14e.Colloque AIC:Climat et environnement: l'information climatique au service de la gestion de l'environnement*. Sevilla, 14, pp. 173-180.
- INM (1996). *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Madrid.
- PREISENDORFER, R.W. (1988). "Principal Component Analysis in Meteorology and Oceanography". *Developments in Atmospheric Science*, 17. Elsevier.
- VON STORCH, H. y ZWIERS, F.W. (1999). *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press.

