

VORTICIDAD Y PRECIPITACIÓN EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO DE LA PENÍNSULA IBERICA E ISLAS BALEARES (1961-1990)

Miquel GRIMALT GELABERT¹, Javier MARTIN VIDE² y Gabriel ALOMAR GARAU¹

¹ *Grup de Climatologia, Riscs Naturals i Territori. Universitat de les Illes Balears.*

² *Grup de Climatologia. Universitat de Barcelona (*)*

jmartinvide@ub.edu, miquel.grimalt@uib.es

RESUMEN

Se ha establecido el sentido de la circulación en la cuenca del Mediterráneo Occidental a lo largo del período 1961-1990 a partir de la vorticidad media. Para su cálculo se ha utilizado una malla, centrada en 5°E 40°N, de 3x3 puntos separados 10° en longitud y 5° en latitud. Se ha establecido la correlación entre la vorticidad y la precipitación a nivel mensual y anual en 39 estaciones meteorológicas de Cataluña y del archipiélago Balear. Los valores obtenidos muestran que en las Islas Baleares se da una notable y significativa dependencia de la precipitación respecto a la vorticidad, que resulta mucho menor, en muchos casos no significativa, en el caso de Cataluña, si bien hay apreciables disparidades en los territorios de ambas regiones.

Palabras clave: Pluviometría, Vorticidad, Mediterráneo Occidental, Cataluña, Islas Baleares.

Abstract

The mean vorticity in the Western Mediterranean basin has been calculated for the months of the period 1961-1990, using a grid of 9 points, separated by 10° in longitude and 5° in latitude, centred at 5°E, 40°N. Thus the correlation between the monthly and annual vorticity and precipitation for 39 meteorological stations of Catalonia and Balearic Islands have been calculated. In general there is a significative dependence, with some spatial differences, between precipitation and vorticity in Balearic Islands, but not in Catalonia.

Key-words: Balearic Islands, Catalonia, Precipitation, Vorticity, Western Mediterranean.

INTRODUCCIÓN

La contrastada distribución espacial y temporal de la precipitación a lo largo de la fachada mediterránea de la Península Ibérica y las Islas Baleares ha sido objeto de numerosos análisis, en algunos de los cuales se han buscado relaciones entre la pluviometría y patrones de circulación a diversa escala.

En este sentido destacan las investigaciones que han estudiado las relaciones entre las precipitaciones en el área y patrones de circulación globales y geográficamente alejados, como la oscilación del Pacífico Sur (LAITA, 1995). Análisis **posteriores** se han centrado en las relaciones que se pueden apreciar entre la distribución de la pluviometría y la oscilación del Atlántico Norte (NAO) (MARTÍN VIDE, J. Y FERNÁNDEZ

^{u *)} Investigación desarrollada dentro del proyecto RECABA CGL2008-06129-C02/CLI

BELMONTE, D., 2001. Más recientemente destacan las publicaciones que establecen una notable relación entre las lluvias del sector central y septentrional del litoral mediterráneo ibérico y la Oscilación del Mediterráneo Occidental WeMOi (Martín Vide, 2002; MARTÍN-VIDE y LOPEZ-BUSTINS, 2006).

Los estudios anteriores coinciden en que no existe ningún patrón de circulación que resulte explicativo para la pluviometría del conjunto de la costa oriental de la Península Ibérica y de las Baleares. Por ejemplo cuando se utiliza un patrón geográficamente inmediato, como la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMOi), la distribución de la precipitación, especialmente de la torrencial, en el Golfo de Valencia, desde el Ebro hasta el sur de la provincia de Valencia, manifiesta una relación clara con episodios con valores negativos del índice de la WeMOi. Pero este patrón da valores de correlación escasamente significativos o no significativos cuando se intenta poner en relación con las precipitaciones de las Islas Baleares, de algunos sectores del norte de Cataluña y del litoral surmediterráneo.

El carácter marítimo y la posición relativamente central que tienen las islas Baleares en la cuenca mediterránea explican los bajos valores de correlación entre el WeMOi y la precipitación en el archipiélago. El territorio insular puede verse afectado por situaciones depresionarias de diversa índole que conllevan precipitaciones, tanto en el caso en que el área de bajas presiones se sitúe en el Golfo de Cádiz, con flujo de componente este, como si éstas se centran en el Golfo de Génova o Mar Tirreno, enviando a las islas vientos del componente norte.

Algo parecido se puede decir en torno a la Oscilación del Atlántico Norte, que resulta explicativa para determinados sectores interiores de Cataluña e incluso en las islas Baleares, en tanto que prácticamente no tiene relación con las lluvias en el litoral valenciano y murciano.

A la vista de lo anterior se ha considerado interesante relacionar los valores de la precipitación con otro indicador de la circulación a escala regional, en este caso la vorticalidad en la cuenca del Mediterráneo Occidental, factor más intrínsecamente mediterráneo que los patrones anteriormente citados, que implican centros de acción en mayor medida externos a la cuenca de este mar.

LA VORTICIDAD EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA OCCIDENTAL. DATOS

Los datos de vorticalidad

Es corriente considerar que la precipitación está relacionada con la presencia en la región de algún centro bórico con circulación ciclónica, es decir, con sentido de giro del viento contrario a las agujas del reloj. Desde un punto de vista cuantitativo es posible determinar el carácter de la circulación (ciclónica o anticiclónica) mediante una variable como la vorticalidad, definida como el rotacional del vector velocidad del viento. Así la vorticalidad es un índice del giro antihorario (vorticalidad positiva) u horario (vorticalidad negativa) de una porción de aire.

En este trabajo el cálculo de la vorticalidad se ha basado en presupuestos similares a los utilizados para el cálculo automático de situaciones sinópticas mediante la clasificación de Jenkinson y Collison (MARTÍN VIDE 2002b). Se han utilizado los valores de la vorticalidad calculada a partir del viento geostrófico en superficie, hallados en un trabajo anterior (LAITA, 1995) para la treintena climatológica 1961-1990. Los valores

disponibles corresponden a medias mensuales y anuales de la vorticidad superficial en una malla, centrada en 5°E 40°N, de 3x3 puntos separados 10° en longitud y 5° en latitud (Fig.1). Se pueden, por tanto, considerar los valores de la vorticidad utilizados como representativos de la circulación atmosférica en superficie para el Mediterráneo Occidental.

En concreto, se promediaron por meses, y para cada punto, las presiones diarias, de tal modo que se obtuvieron los datos medios para los 360 meses comprendidos entre 1961 y 1990. Posteriormente se calcularon las componentes del viento geostrófico zonal para la mitad norte y sur del área de estudio, y meridianas en la mitad oeste y en la mitad este. Estos valores se promediaron, a su vez, para obtener las componentes zonal y meridiana medias. Finalmente se estableció el carácter ciclónico o anticiclónico del flujo atmosférico en el área mediante la vorticidad total, que es la vorticidad geostrófica al haber partido del viento geostrófico (LAITA 1995).

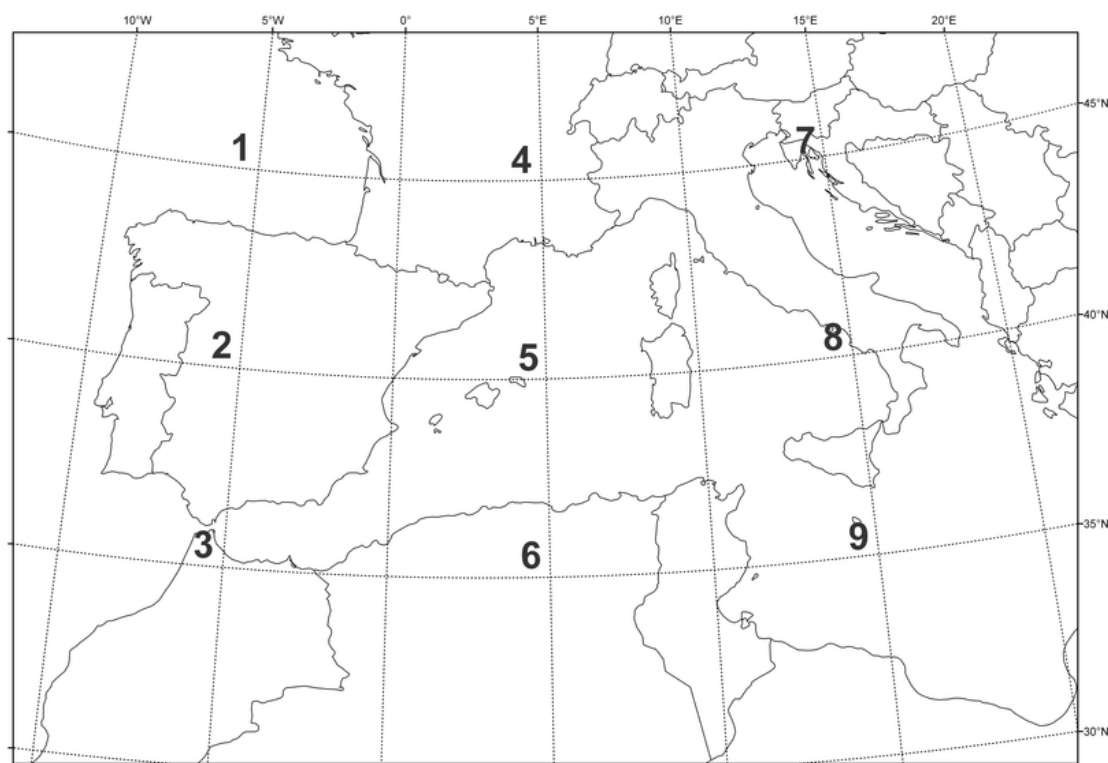


Fig. 1: Esquema de la malla de medida de la presión atmosférica en 9 puntos para el cálculo de la vorticidad.

Los datos pluviométricos

Para el mismo período de referencia (1961-1990) se han analizado las precipitaciones mensuales en Cataluña y las Islas Baleares. Se trata de áreas con extensiones territorialmente muy dispares, pero que latitudinal y longitudinalmente cubren un sector geográfico similar, aun cuando en el caso del archipiélago éste incluya amplias zonas marítimas. Igualmente, y salvando diferencias de escala en ambas áreas, se da una distribución del relieve que guarda semejanzas, sobre todo en el caso de Mallorca, frente a Cataluña, al existir una zona montañosa septentrional (Serra de Tramuntana/Pirineos) y también otra alineación de relieves paralelos a la costa de levante (Serres de Llevant/ Serralada Litoral y Prelitoral).

Para hacer las bases de datos comparables se han calculado los valores acumulados de la precipitación para cada mes y cada año de la misma treintena. Las series han sido sometidas a procesos de depuración de posibles errores y se han completado los breves períodos sin observación que pudieran existir.

En total se han considerado 39 estaciones, 20 de las cuales se localizan en Cataluña, en tanto que las 19 restantes pertenecen a las Islas Baleares (13 a Mallorca, 3 a Menorca, 1 a Eivissa y 2 a Formentera) (Fig.2, Tabla 1). Se ha intentado conseguir una cobertura territorial homogénea, aunque la falta de series completas ha impedido, por ejemplo, conseguir otra estación de referencia con garantías para la zona norte de Eivissa.

Tabla 1: Relación de estaciones pluviométricas utilizadas.

	Estación		
		18	Far Formentera
<i>Mallorca</i>		<i>Cataluña</i>	
0	Far Formentor		
1	Son Mas	19	Barcelona Fabra
2	S'Alqueria (Andratx)	20	Tortosa-Roquetes
3	Far Portopi	21	Lleida
4	Cap Blanc	22	Sant Feliu de Guíxols
5	sa Vall	23	Turo de l'Home
6	s'Alqueria Blanca	24	Manresa
7	Son Crespí	25	Balenyà
8	Artà	26	Prats de Lluçanès
9	Sineu	27	Campdevàno!
10	Algaida I (Farmàcia)	28	Flix
11	s'Hort Nou	29	El Perelló
12	Biniatró	30	Tentellatge
<i>Menorca</i>		31	Cabdella
13	Sant Lluís	32	Terradets (pantano)
14	Far de Cavalleria	33	La Pobla de Segur
15	Far Port Ciutadella	34	Sant Llorenç (embalse)
<i>Eivissa</i>		35	Els Omellons
16	Aeroport Eivissa	36	El Pont de Suert
<i>Formentera</i>		37	Adrall
17	sa Savina	38	Viella

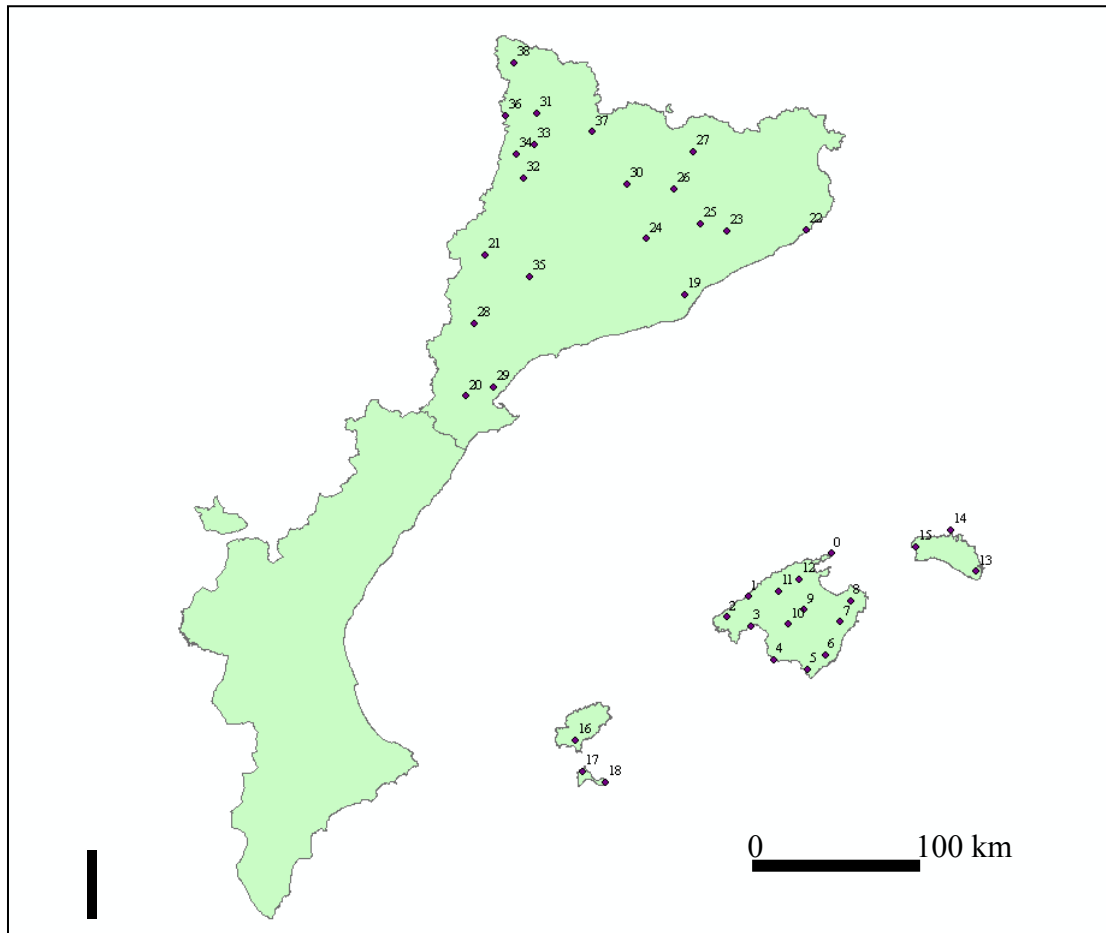


Fig.2: Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vorticidad y precipitación anual

Se ha procedido a calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre los valores de la vorticidad y la precipitación media, tanto a nivel anual como mensual. Los valores obtenidos varían ampliamente, a nivel territorial y también en función de las diversas escalas temporales de medida

Anualmente destaca la relativamente elevada correlación que existe entre las precipitaciones medias mensuales en las Islas Baleares y los valores de la vorticidad de la cuenca mediterránea occidental. La correlación en el área septentrional de Mallorca supera el 0,5, significativa ($p < 0.01$), así como también en el norte de Menorca y en el observatorio más oriental de Formentera (Fig.3) Los valores más altos se alcanzan en la zona montañosa noroccidental de Mallorca, donde algunas estaciones obtienen correlaciones superiores a 0,75, claramente por encima del umbral de significación (Fig.4). Prácticamente todo el territorio de las Islas Baleares muestra una correlación superior a 0,3 y, de hecho, Eivissa es la única isla en la que no sobrepasa 0,4, aunque sólo dispone de un observatorio válido.

Los significativos valores de correlación apreciados en el archipiélago Balear, con la excepción ibicenca, contrastan con coeficientes en general no significativos en Cataluña, siempre por debajo de 0.4, e incluso nulos o negativos en algunas áreas del interior (Fig.3).

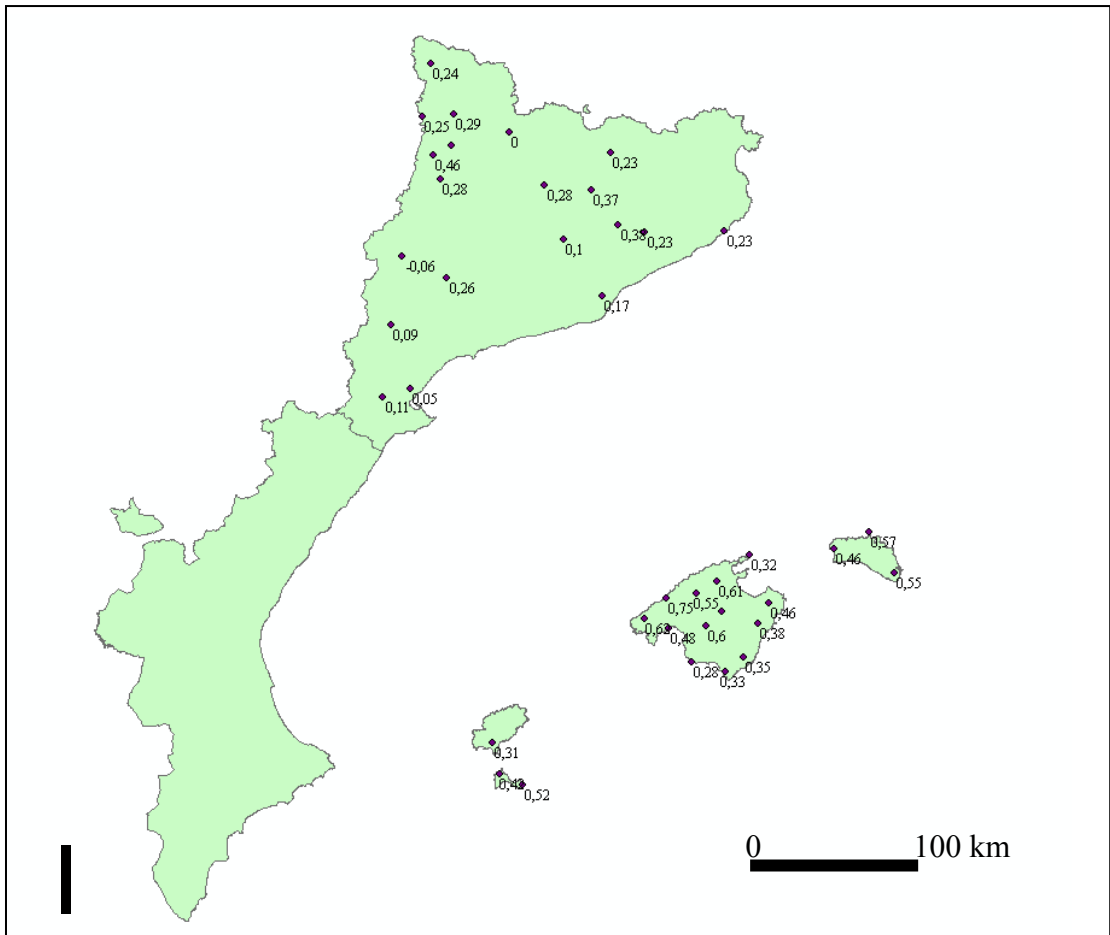


Fig 3: Valores de la correlación entre la vorticidad y la precipitación anual.

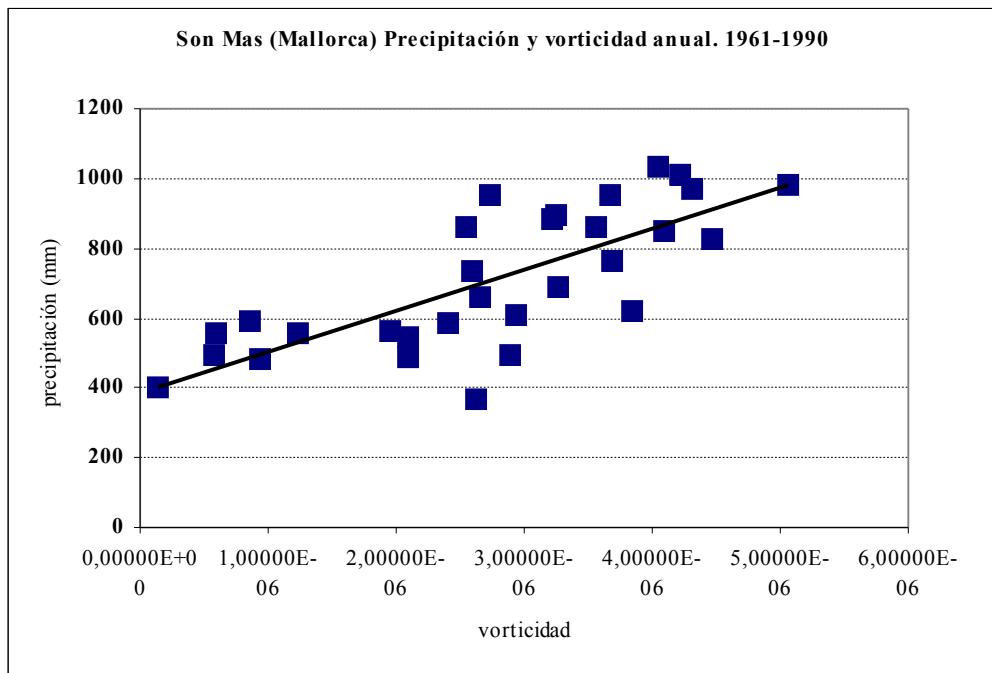


Fig.4: Nube de puntos y recta de regresión de la correlación entre la vorticidad y la precipitación anual en el observatorio de Son Mas, situado en el área montañosa septentrional de Mallorca

La complejidad geográfica de Cataluña y, sobre todo, su posición oriental en la Península Ibérica desvirtúan a menudo los efectos meteorológicos de los patrones sinópticos, mientras que ciertos procesos mesoescalares pueden tener una mayor repercusión pluviométrica que estructuras ciclónicas de mayor escala. En posición plenamente marítima, la respuesta pluviométrica en las Islas Baleares es mucho más coherente con el campo bórico superficial. Bajo ciertas situaciones sinópticas el comportamiento de la precipitación en Cataluña y las Islas Baleares puede ser muy diferente, casi opuesto. Por ejemplo, en el caso de circulación de componente norte provocada por la presencia de un área depresionaria en el centro o este de la cuenca mediterránea occidental se pueden medir registros pluviométricos notables en la zona oriental y septentrional de las Baleares, en tanto que en Cataluña la mayor lejanía respecto al centro de acción, así como la procedencia terral y el marcado efecto de abrigo de la cordillera pirenaica, circunscribe las precipitaciones a sectores montañosos septentrionales y poco más.

Vorticidad y precipitación mensual.

Se ha calculado la correlación entre vorticidad y precipitaciones a nivel de cada mes. Los resultados son muy dispares según la época del año. A partir de la cartografía de los resultados del cálculo, y mediante consecutivas agrupaciones visuales subjetivas, se han establecido las siguientes tipologías de distribución y valores de la correlación por meses.

Meses de otoño e invierno con valores elevados de correlación en las Islas Baleares.

Corresponde a los meses de septiembre, octubre y noviembre. En todos ellos los valores se ajustan casi exactamente a la distribución anual, es decir son elevados en las Islas Baleares, especialmente en Mallorca y Menorca, en tanto que son algo inferiores en las Pitiusas. La asociación entre ambos parámetros es máxima en la zona montañosa septentrional de Mallorca. Por el contrario, en Cataluña los valores son sustancialmente inferiores, no superando en ningún punto 0,5. En la Fig 5 se han representado las distribuciones territoriales de los valores de correlación correspondientes a los meses de octubre y de enero, que reflejan plenamente estas características.

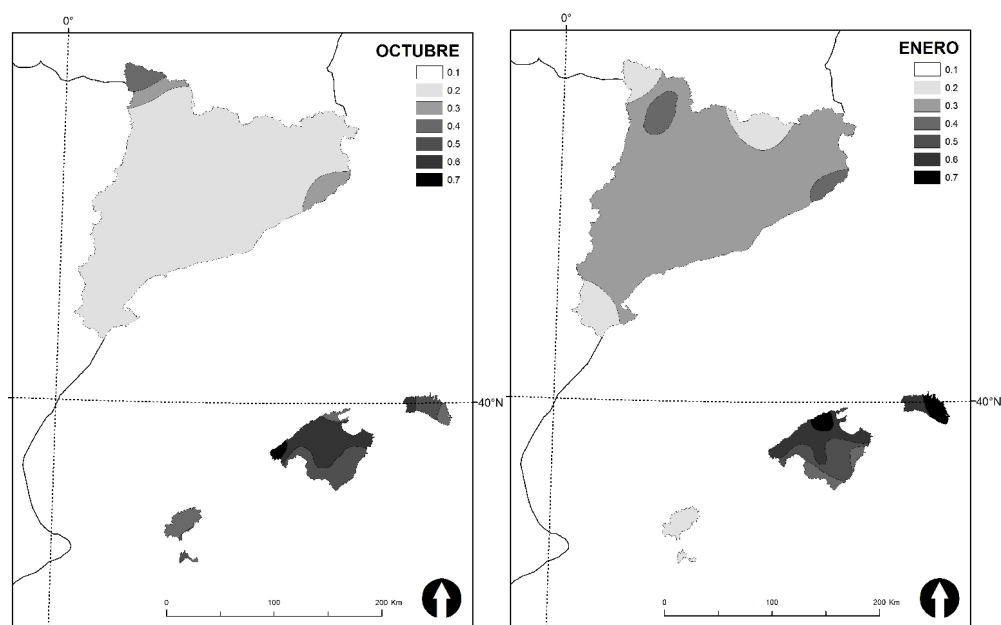


Fig 5. Distribución de la correlación vorticidad/precipitación en el área de estudio durante los meses de octubre y de enero

Corresponden a la época del año en la que en las Islas Baleares se registran las precipitaciones más abundantes, especialmente en octubre. Este máximo pluviométrico de otoño también se presenta en el área catalana, aunque no es, porcentualmente, tan acusado como en el territorio insular. Los meses de invierno incluidos en esta categoría (enero y febrero) siguen siendo lluviosos en las Islas Baleares, hecho que contrasta con una menor pluviometría en Cataluña. Los valores de la correlación durante estos meses, en los que cae una parte significativa de la precipitación total anual en el ámbito insular, marca en gran manera los valores del total anual.

Meses de primavera con correlaciones significativas en Cataluña y Baleares.

Los meses de abril y mayo constituyen el único momento del año en los que los valores de la correlación vorticidad/precipitación resultan algo relevantes en Cataluña. En abril casi todo su territorio se encuentra con valores superiores a 0,3, sobrepasando el 0,4, en el umbral de la significación, en toda la fachada litoral. Al mismo tiempo en las Islas Baleares se mantienen por encima de 0,5 en Mallorca, Menorca y el extremo oriental de Formentera, siendo algo inferiores en Eivissa (Fig 6).

En el mes de mayo aparentemente se invierten las condiciones antes citadas. Los valores de correlación superan 0,5 en la mayor parte del territorio, en tanto que los gradientes tienen un sentido distinto al que se habían observado en las otras épocas del año. En el caso de Cataluña los óptimos aparecen en el interior, que en otros meses tenía valores inferiores a la fachada litoral. En cambio, en las islas Baleares el máximo se sitúa en Formentera, con un gradiente contrario respecto a la época fría del año, siendo la correlación baja en Menorca.

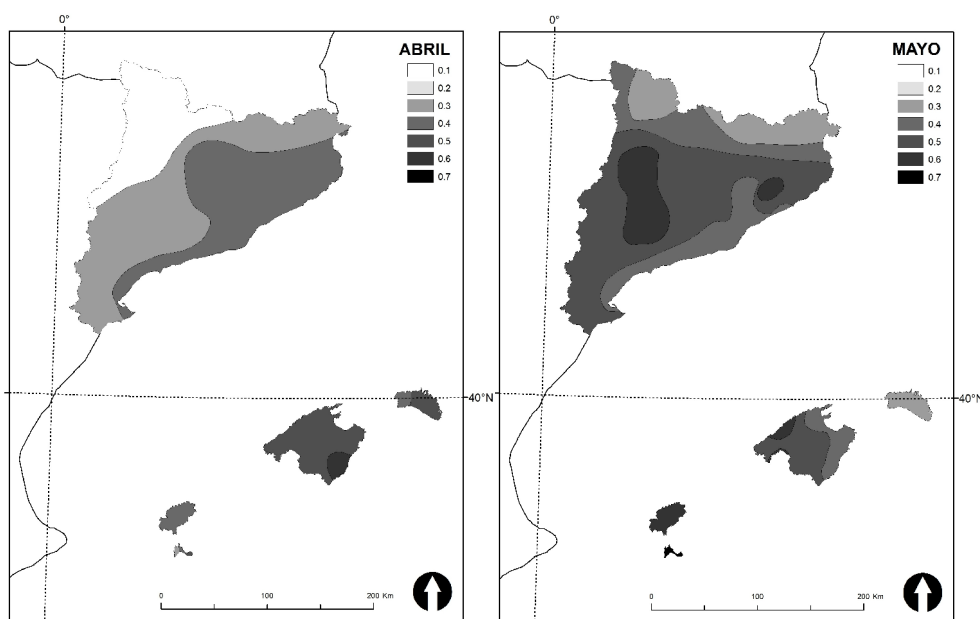


Fig 6. Distribución de la correlación vorticidad/precipitación en el área de estudio durante los meses de abril y de mayo

Meses de verano con ausencia de correlación vorticidad/precipitación.

En los meses de verano, sobre todo en agosto, la correlación entre la precipitación y la vorticidad es prácticamente nula en todo el territorio e incluso resulta ligeramente negativa en algunos sectores. Los valores más elevados, que se dan en Menorca (con 0,28 en Ciutadella), carecen de significación estadística. (Fig 7)

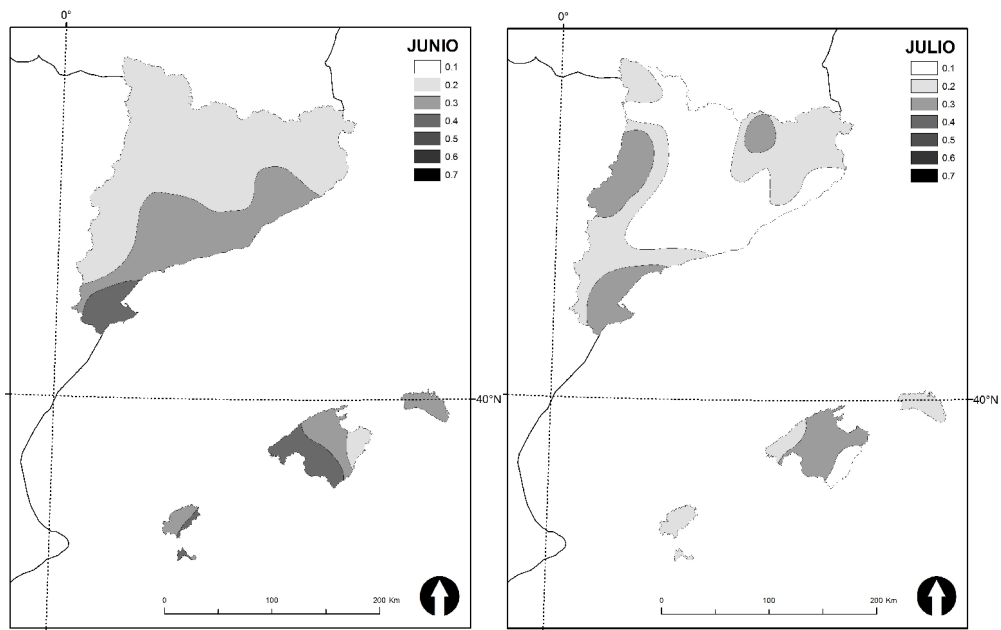


Fig 7. Distribución de la correlación vorticidad/precipitación en el área de estudio durante los meses de junio y de julio

Las condiciones estivales, con un Mediterráneo dominado por situaciones de pantano barométrico y con escasa actividad ciclogénica, están en el origen de esta situación, más si se tiene en cuenta que la precipitación en esta época del año tiene una marcada dependencia de factores geográficos locales (orografía, convergencia de brisas) o de circulación a pequeña escala. Estos factores pasan desapercibidos en una malla de observación como la que se ha utilizado. Los valores de correlación de los meses de junio y julio, aunque algo superiores a los observados en agosto, no llegan a alcanzar la significación estadística.

El mes de Diciembre: contraste en el inicio del invierno.

A diferencia de los meses de octubre y noviembre, en los cuales los valores de la correlación son relativamente notables en las Islas Baleares, en diciembre se aprecia una disminución de los mismos, pasando a ser poco significativos para toda el área de estudio (Fig 7)

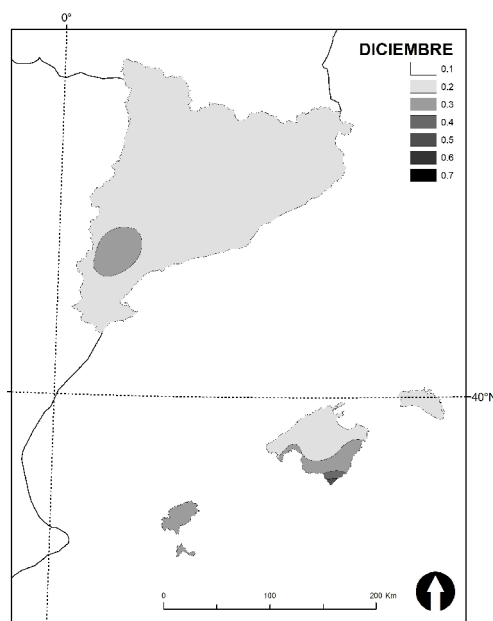


Fig 6. Correlación vorticidad/precipitación en el área de estudio en diciembre

9. AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos RECABA . CGL 208-06129-C02-01 y CGL 208-06129-C02-02.

La investigación sobre la que se basa este análisis se había iniciado con la participación de Mercedes Laita y a partir de la experiencia de su tesis doctoral. Fallecida en 2008, su memoria está presente entre las líneas de esta comunicación.

10. REFERENCIAS

- LAITA, M. (1995). *El fenómeno de El Niño y su influencia en el Mediterráneo occidental*. Tesis Doctoral, Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. II vols.
- LAITA, M./ GRIMALT, M. (1997): “Vorticity and pressure anomalies in the western Mediterranean during El Nino/Southern Oscillation extremes”. *International journal of climatology* vol. 17, nº5, pp. 475-482
- LÓPEZ BUSTINS, J.A. (2007): *L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental i la Precipitació als Països Catalans*. Tesis Doctoral, Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona, 400 pp.
- MARTÍN VIDE, J. (2002). *Ensayo sobre la oscilación del Mediterráneo Occidental y su influencia en la pluviometría del este de España*. In Guijarro, J.A./Grimalt, M./ Laita, M./Alonso, S. *El agua y el clima/ L'aigua i el clima*. AEC.
- MARTÍN VIDE, J. (2002b): *Aplicación de la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison a días de precipitación torrencial en el este de España*. In Guijarro, J.A./Grimalt, M./ Laita, M./Alonso, S. *El agua y el clima/ L'aigua i el clima*. AEC.
- MARTÍN, M.L., LUNA, M.Y., VALERO, F., GONZÁLEZ ROUCO, F. (2001): *Patrones de teleconexión entre circulación atmosférica a gran escala y precipitación en la Península Ibérica*. En Pérez Cueva, López Baena y Tamayo, *El Tiempo del Clima*. Valencia. AEC. Pp. 147-156.
- MARTÍN VIDE, J./ FERNÁNDEZ BELMONTE, D. (2001): “El índice NAO y la precipitación mensual en la España peninsular”. *Investigaciones Geográficas*, 26, 41-58. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante.