

# CLASIFICACIÓN SINÓPTICA AUTOMÁTICA DE JENKINSON Y COLLISON PARA LOS DÍAS DE PRECIPITACIÓN MAYOR O IGUAL A 100 MM EN LA FRANJA LITORAL CATALANA E ISLAS BALEARES

Juan LLOP GARAU<sup>1</sup>, Gabriel ALOMAR GARAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Grupo de Climatología, Riesgos Naturales y Territorio. Universitat de les Illes Balears*

[gabriel.alomar@uib.es](mailto:gabriel.alomar@uib.es), [jllopgarau@cbba-online.com](mailto:jllopgarau@cbba-online.com)

## RESUMEN

Este artículo aborda la aplicación del método de clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison a las precipitaciones de gran intensidad (100 mm en 24 horas) registradas en la franja litoral de Cataluña y en las Islas Baleares durante el período comprendido entre 1950 y 2005. Mientras que en el área catalana se consigna un total de 304 episodios en los que se ha registrado o superado ese límite pluviométrico, en las Baleares la cifra es de 387. La utilización del método de clasificación sinóptica objetiva de Jenkinson y Collison la han ensayado Spellman (2000) y Martín Vide (2002) para la península Ibérica, en un estudio muy similar al que ahora se propone. El método permite un análisis detallado de las relaciones entre los episodios de precipitación y la situación sinóptica que los ha propiciado, y en el caso aquí estudiado los límites del área de estudio están conformados por una retícula de 9 puntos, siendo sus extremos 10° W y 10° E.

Los resultados permiten apreciar que en Cataluña los valores de precipitación igual o superior a 100 mm corresponden a situaciones sinópticas predominantemente de componente este, mientras que en las Baleares el predominio es también de esta misma componente, aun cuando en este archipiélago el número de situaciones de componente norte es también relativamente elevado. Ambas singularidades cabe relacionarlas con la importancia de los procesos ciclogénéticos en sectores situados al este del archipiélago Balear, en la misma cubeta del Mediterráneo occidental.

A resolución temporal estacional, el método confirma que otoño reúne con diferencia, tanto en Cataluña como en las Baleares, el mayor número de episodios pluviométricos con valores iguales o superiores a los 100 mm, aunque en Cataluña la frecuencia otoñal es comparativamente algo menor. Llama la atención que en Cataluña la temporada estival se postula como la segunda estación con mayor número de episodios de estas características, mientras que en Baleares el verano ocupa la tercera posición, cosa que en ambos casos sugiere la posible influencia de los frentes de brisa como detonantes de la convección en áreas litorales o prelitorales, y de la convergencia de brisas en el caso de la isla de Mallorca.

**Palabras clave:** Pluviometría, Clasificación de Jenkinson y Collison, Climatología Sinóptica, Mediterráneo Occidental, Cataluña, Islas Baleares.

## ABSTRACT

The synoptic automatic or objective classifications like that of Jenkinson and Collison are the only ones who allow us to study the different atmospheric situations in our area of study with a

common base. It appears applied to days of major or equal rainfall to 100mm in the island of Majorca with results very near to the awaited ones.

**Keywords:** Classification Jenkinson and Collison, Synoptic Situation, Majorca, Rainfall, Cyclonic, Catalonia, Balearic Islands.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han propuesto numerosos catálogos de clasificaciones sinópticas subjetivas o manuales cuyo ámbito de estudio comprende la región del Mediterráneo Occidental, así como ciertos métodos objetivos o automáticos de clasificación, cuya principal virtud estriba en el uso de un algoritmo de cálculo transferible y aplicable a distintas áreas y a períodos diferentes. Entre las clasificaciones subjetivas se encuentran las de Linés (1981), Font Tullot (1983), Martín Vide (1991) o Capel Molina (2000). Todas éstas presentan un enorme interés climatológico, y han supuesto un avance substancial en lo que se refiere a la comprensión climática del sector occidental de la cuenca mediterránea, aunque tienen el inconveniente de ser variadas, y estar basadas en métodos sometidos a consideraciones subjetivas y a la propia experiencia del investigador. Una dificultad añadida es la de la propia complejidad de la atmósfera en las regiones catalana y balear, en el sentido de que la presión atmosférica en superficie no guarda a menudo relación con la de los niveles superiores, o bien el gradiente de presión es aquí poco preciso, y aún así se dan diferentes situaciones meteorológicas al mismo tiempo sobre una región relativamente pequeña.

Frente a las propuestas de clasificación subjetivas, una de las ventajas de la utilización de métodos de clasificación automática u objetiva es que permite realizar comparaciones precisamente con los métodos subjetivos precedentes, ensayados para el ámbito de la península Ibérica y áreas próximas como el archipiélago balear. El método de clasificación automática de Jenkinson y Collison (1977), propuesto inicialmente para las Islas Británicas con buenos resultados, permite un análisis detallado de las relaciones entre los episodios de precipitación y la situación sinóptica que los ha propiciado. Fue adaptado a la península Ibérica por Spellman (2000), y utilizado poco después por Martín Vide (2002) en un estudio muy similar al que ahora se propone. Por su parte, Llop y Alomar-Garau (2012) han ensayado en la isla de Mallorca, la mayor de las Baleares, el método de la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison (1977) con la finalidad de establecer la relación entre los episodios de precipitación igual o superior a los 200 mm, y la situación sinóptica propiciatoria, mientras que Azorín-Molina (2007) ha empleado este mismo método objetivo para encontrar los tipos de tiempo favorables al desarrollo de brisas marinas en la provincia de Alicante.

## 2. METODOLOGÍA

El método de clasificación de Jenkinson y Collison utiliza única y exclusivamente datos de presión en superficie. La adquisición de estos datos, en formato *.nc*, se ha realizado a través del portal de Internet <https://dss.ucar.edu>, que contiene la base de datos *Daily Northern Hemisphere Sea Level Pressure Grids, continuing from 1899*. A continuación, esta tarea de recopilación ha requerido la necesaria descodificación de la información—realizada mediante el programa ArcGIS—, con el fin de obtener una tabla de datos que se pudieran manipular al efecto de usarlos para los objetivos del trabajo.

La clasificación de Jenkinson y Collison se basa en el establecimiento de 8 variables, deducidas, como se ha mencionado, exclusivamente a partir de la presión atmosférica en superficie:

- P:** Presión media en superficie (hPa).
- W:** Componente zonal del viento (superficial) geostrófico, calculada como gradiente de presión entre 35° y 45° N.
- S:** Componente meridiana del viento (superficial) geostrófico, calculada como gradiente de presión entre 10°W y 10°E.
- D:** Dirección del viento (°Azimut).
- F:** Velocidad del viento (m/s).
- ZW:** Componente zonal de la vorticidad.
- ZS:** Componente meridiana de la vorticidad.
- Z:** Vorticidad total.

Ya que los valores de estas variables se deducen sólo a partir de la presión atmosférica al nivel de la superficie, la clasificación de Jenkinson y Collison no puede diferenciar, llegado el caso, lo que es una depresión fría de una depresión de carácter térmico, como por ejemplo la que se produce en áreas interiores de la península Ibérica en verano, durante las horas centrales del día.

En lo que se refiere al establecimiento de los límites del área de estudio, Spellman (2000) propone una retícula de 9 puntos para la península Ibérica, siendo sus extremos 15° W y 5° E. En el caso del presente trabajo, la retícula se ha desplazado 5° hacia el Este con la finalidad de que Cataluña y Baleares, objeto espacial del estudio, queden más centradas y bien representadas dentro de los límites. Los 9 puntos resultantes se dan en la intersección de los paralelos 35° N, 40° N y 45° N, con los meridianos 10° W, 0° W y 10° E (Figura 2). Así, se han conservado las ecuaciones de cálculo para la península Ibérica, de modo que conociendo la presión en superficie de estos puntos (P1: 10°W-45°N, P2: 0°-45°N, ... , P9: 10°E-35°N), se han hallado los valores de las 8 variables descritas anteriormente, a partir de las expresiones analíticas de la Tabla 1. Hay que decir que retículas de características similares han sido utilizadas para otros análisis centrados en el área del Mediterráneo Occidental (Laita, 1995). El cálculo de este parámetro se basa en presupuestos utilizados igualmente para el cálculo automático de situaciones sinópticas (Martín Vide, 2002).

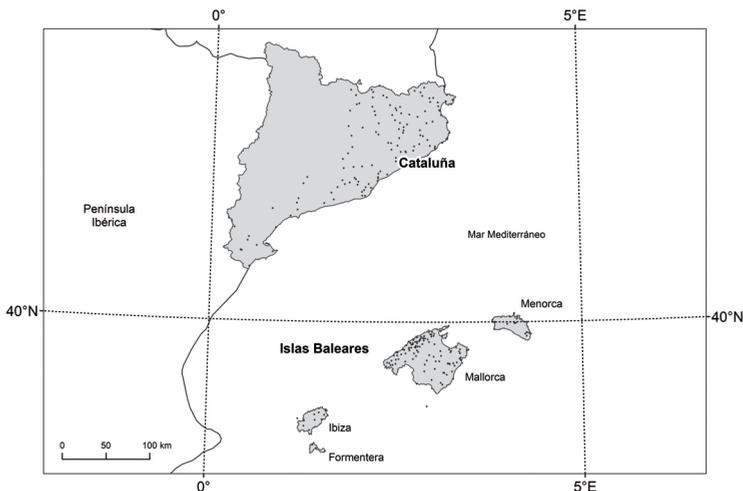


FIG. 1: *Ámbito geográfico de estudio, y observatorios pluviométricos utilizados.*

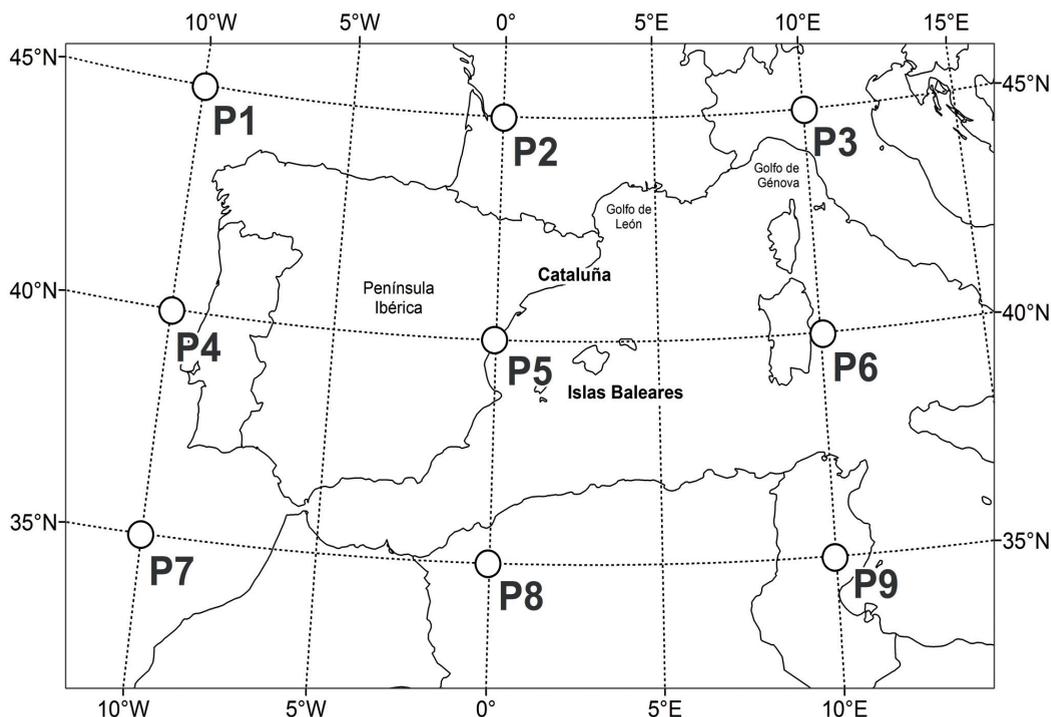


FIG. 2: Retícula para la aplicación del método de Jenkinson y Collison, con una desviación de 5° hacia el Este con respecto a la propuesta por Spellman (2000) para la península Ibérica.

$$P = 0,0625[(P1+P3+P7+P9)+2(P2+P4+P6+P8)+4P5]$$

$$W = 0,25[(P7+2P8+P9)-(P1+2P2+P3)]$$

$$S = 0,653[0,25(P3+2P6+P9)-0,25(P1+2P4+P7)]$$

$$D = \arctg(W/S)$$

$$F = (W^2+S^2)^{1/2}$$

$$ZW = 1,056[(P7+2P8+P9)-(P4+2P5+P6)]-0,951[(P4+2P5+P6)-(P1+2P2+P3)]$$

$$ZS = 1,305[0,25(P3+2P6+P9)-0,25(P2+2P5+P8)-0,25(P2+2P5+P8)+0,25(P1+2P4+P7)]$$

$$Z = ZW + ZS$$

TABLA 1: Expresiones analíticas para la Península Ibérica de las variables del método de Jenkinson y Collison (1977).

A partir de los valores de estas 8 variables, se aplican las cinco reglas siguientes para obtener el tipo sinóptico correspondiente:

1. La dirección del flujo viene dada por **D** (se usa una rosa de vientos de 8 rumbos, y se tiene en cuenta el signo de **W** y de **S**).
2. Si  $\bar{Z} \hat{<} F$ : Existe un tipo advectivo o direccional puro, definido según la regla 1 (N, NE, E, SE, S SW, W y NW).
3. Si  $\bar{Z} \hat{>} 2F$ : Existe un tipo ciclónico (C) si  $Z > 0$ , o anticiclónico (A) si  $Z < 0$ .

4. Si  $F < \bar{z} \hat{e} < 2F$ : Existe un tipo híbrido, según el signo de  $Z$  (regla 3) y la dirección del flujo (regla 1) (CN, CNE, CE, CSE, CS, CSW, CW, CNW, AN, ANE, AE, ASE, AS, ASW, AW y ANW).
5. Si  $F < 6$  y  $\bar{z} \hat{e} < 6$ : Existe un tipo indeterminado (U).

### 3. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE JENKINSON Y COLLISON A LAS PROVINCIAS LITORALES DE CATALUÑA Y LAS ISLAS BALEARES

A partir de las anteriores consideraciones, se han calculado las situaciones sinópticas de los días de precipitación igual o superior a 100 mm en las provincias litorales de Cataluña y en las cuatro islas mayores de las Baleares –Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera– (Figura 1). Los datos de precipitación en Cataluña provienen de un total de 137 observatorios pluviométricos (43 de Barcelona, 76 de Girona y 18 de Tarragona), mientras que los de las Baleares provienen de un conjunto de 135 observatorios (13 de Menorca, 108 de Mallorca, 1 de Cabrera, 10 de Ibiza y 3 de Formentera).

Dentro de un período de estudio comprendido entre los años 1950 y 2005, esos valores pluviométricos se dan en un total de 691 casos (387 episodios en las Baleares y 304 en las tres provincias catalanas estudiadas). En la Tabla 3, correspondiente a Cataluña, se resumen los resultados para cada uno de ellos de las variables establecidas según el método que se aplica, así como los tipos sinópticos correspondientes a los 304 episodios de precipitación de las provincias litorales catalanas. Por su parte, la Tabla 2 presenta, como complemento clarificador, la relación de los cuadrantes meteorológicos que indican la dirección del viento en superficie. En lo que se refiere a los episodios de lluvias de los observatorios de las Baleares, los tipos sinópticos resultantes se presentan en la Tabla 7, y en la Tabla 6 los cuadrantes meteorológicos de la dirección del viento.

Los tipos sinópticos se señalan de la siguiente manera: las letras A (Anticiclónico) y C (Ciclónico) indican si se trata, respectivamente, de anticiclones o ciclones puros, y, si es el caso, la componente direccional del viento para ese tipo: N (Norte), S (Sur), E (Este) o W (Oeste). En los casos en los que el tipo sinóptico corresponde a una Advección, se indica simplemente con la letra de la correspondiente componente direccional del viento: N, S, E o W. Los tipos indeterminados o inclasificables son los que se indican con la letra U.

Cuadrante	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel (%)
I	97	31,91
II	106	34,87
III	64	21,05
IV	37	12,17
<b>TOTAL</b>	<b>304</b>	<b>100,00</b>

TABLA 2: Frecuencias absolutas y relativas (%) de los cuadrantes meteorológicos que indican la dirección del viento dominante en superficie para los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de Cataluña

Tipo Sinóptico	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel (%)
A	9	2,96
AE	1	0,33
ANW	1	0,33
AS	3	0,99
ASE	3	0,99
ASW	1	0,33
C	173	56,91
CE	2	0,66
CN	3	0,99
CNE	2	0,66
CS	10	3,29
CSE	7	2,30
CSW	5	1,64
CW	1	0,33
E	6	1,97
N	4	1,32
NE	1	0,33
NW	4	1,32
S	8	2,63
SE	7	2,30
SW	10	3,29
W	5	1,64
U	38	12,50
<b>TOTAL</b>	<b>304</b>	<b>100,00</b>

TABLA 3: Frecuencias absolutas y relativas (%) de los tipos sinópticos con precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de Cataluña.

Mes	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel. (%)
Enero	19	6,25
Febrero	14	4,61
Marzo	15	4,93
Abril	12	3,95
Mayo	13	4,28
Junio	18	5,92
Julio	10	3,29
Agosto	17	5,59
Septiembre	49	16,12
Octubre	65	21,38
Noviembre	38	12,50
Diciembre	34	11,18
<b>AÑO</b>	<b>304</b>	<b>100,00</b>

TABLA 4: Frecuencias mensuales absolutas y relativas (%) de los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de Cataluña (periodo 1950-2005).

Estación	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel. (%)
Invierno	48	15,79
Primavera	43	14,14
Verano	76	25,00
Otoño	137	45,07
<b>AÑO</b>	<b>304</b>	<b>100,00</b>

TABLA 5: Frecuencias estacionales absolutas y relativas (%) de los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de cataluña (período 1950-2005).

Cuadrante	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel. (%)
I	225	58,14
II	64	16,54
III	24	6,20
IV	71	18,35
Sin información	3	0,78
	<b>387</b>	<b>100,00</b>

TABLA 6: Frecuencias absolutas y relativas (%) de los cuadrantes meteorológicos que indican la dirección del viento dominante en superficie para los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de las Islas Baleares.

Tipos sinópticos	Frecuencia Abs.	Frecuencia Rel. (%)
A	15	3,88
AE	3	0,78
AN	3	0,78
ANE	2	0,52
ANW	1	0,26
ASE	2	0,52
C	160	41,34
CE	15	3,88
CN	9	2,33
CNE	28	7,24
CNW	2	0,52
CS	1	0,26
CSE	5	1,29
CSW	2	0,52
CW	1	0,26
E	29	7,49
N	15	3,88
NE	26	6,72

<b>Tipos sinópticos</b>	<b>Frecuencia Abs.</b>	<b>Frecuencia Rel. (%)</b>
NW	6	1,55
S	1	0,26
SE	5	1,29
SW	3	0,78
W	1	0,26
U	49	12,66
Sin información	3	0,78
<b>TOTAL</b>	<b>387</b>	<b>100,00</b>

TABLA 7: Frecuencias absolutas y relativas (%) de los tipos sinópticos con precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de las Islas Baleares.

<b>Mes</b>	<b>Frecuencia Abs.</b>	<b>Frecuencia Rel. (%)</b>
Enero	36	9,30
Febrero	17	4,39
Marzo	20	5,17
Abril	22	5,68
Mayo	13	3,36
Junio	8	2,07
Julio	7	1,81
Agosto	20	5,17
Septiembre	45	11,63
Octubre	90	23,26
Noviembre	67	17,31
Diciembre	42	10,85
<b>Año</b>	<b>387</b>	<b>100,00</b>

TABLA 8: Frecuencias mensuales absolutas y relativas (%) de los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de las Islas Baleares (período 1950-2005).

<b>Mes</b>	<b>Frecuencia Abs.</b>	<b>Frecuencia Rel. (%)</b>
Invierno	73	18,86
Primavera	43	11,11
Verano	72	18,60
Otoño	199	51,42
<b>AÑO</b>	<b>387</b>	<b>100,00</b>

TABLA 9: Frecuencias estacionales absolutas y relativas (%) de los días de precipitación igual o superior a 100 mm en los observatorios de las Islas Baleares (período 1950-2005).

#### 4. CONCLUSIONES

El número de episodios de precipitación igual o superior a 100 mm es mayor en el archipiélago balear (387 casos) que en el de las provincias litorales de Cataluña (304 casos) durante el periodo considerado (1950-2005), circunstancia que puede atribuirse al hecho de que el número de estaciones pluviométricas examinadas es proporcionalmente mayor en las Baleares. En el caso del presente trabajo se desconoce *a priori* la manera como actuará la clasificación al aplicarla a Cataluña y las Baleares, y al hacerlo, resulta que se han considerado inclasificables o indeterminados apenas 87 casos de un total de 691 examinados, es decir el 12,6%.

En Cataluña, el tipo sinóptico más frecuente es, con diferencia, el C (ciclónico), que representa poco más de la mitad de los días analizados (56,91%). Les sigue el tipo indeterminado (U), que supone el 12,50% de los días, y luego los tipos restantes, cuyas frecuencias absolutas son comparativamente muy bajas—sólo 20 días presentan los tipos sinópticos SW (adectivo puro) o CS (adectivo ciclónico)—. La alta frecuencia del tipo C en la costa de Cataluña no hace sino poner de manifiesto el carácter claramente ciclogénico de la región, sobre todo el de los golfos de León y de Génova, en el que se generan procesos de ciclogénesis a sotavento de los Alpes. Si bien la frecuencia del tipo U no es elevada, su explicación se encuentra en la presencia de campos béricos con escaso gradiente sobre las aguas del Mediterráneo occidental durante la mitad cálida del año, es decir el denominado ‘pantano barométrico’ en la ventana de análisis.

A resolución estacional (Tabla 5), otoño es en Cataluña la estación que presenta más casos de episodios pluviométricos iguales o superiores a 100 mm (45,07%), seguido de verano (25,00%). Las precipitaciones estivales se producen eventualmente en un marco de clasificación del tipo U (indeterminado), circunstancia que coincide con la situación de persistente estabilidad atmosférica en la cuenca mediterránea durante julio y agosto, propiciando la aparición de brisas marinas costeras, en cuyo caso pueden servir de mecanismo de disparo de la convección con un resultado de tormentas estivales.

En el caso de las islas Baleares, el 41,34% de los días con precipitación igual o superior a 100 mm se clasifica como ciclónico (C), porcentaje que se eleva al 52,46% si se suman los tipos ciclónicos con componente Este (CNE o CE). Por otra parte, un 14,21% de los días ha resultado clasificado como de tipo adectivo con componente Este (NE o E). Todo ello pone de relieve el hecho que los episodios con precipitaciones intensas en el archipiélago se sustentan en un tipo de circulación ciclónica bien diferenciada, o bien flujos en superficie de componente Este o ciclónicos con esta misma componente. Aparecen, con todo, 15 casos (3,88%) de tipo sinóptico Anticiclónico (A), y 49 casos (12,66%) de tipo indeterminado (U), sin que puedan obviarse los casos en los que aparecen otras componentes adactivas puras (15 episodios con advección del Norte, por ejemplo). Se comprueba también que en un 58,14% de los casos el viento en superficie es del cuadrante I, lo que deja aun más claro que la mayoría de las situaciones presenta vientos en superficie de componente N, NE o E. De manera muy diferente a como sucede en Cataluña, invierno (18,86%) es en las Baleares la estación con más episodios pluviométricos intensos después de otoño (51,42%), e incluso este tipo de episodios es en las islas más numeroso en verano (18,60%) que en primavera (11,11%).

Tanto en Cataluña como en las Baleares, las precipitaciones intensas con un tipo de tiempo Anticiclónico se explican por el factor orográfico, que en estos casos se supone determinante. En realidad, las precipitaciones con valores de 100 mm o más se desarrollan en las Baleares sobre un abanico más amplio de tipos sinópticos, en comparación con las provincias catalanas estudiadas. La predominancia de episodios pluviométricos bajo situaciones del Este tanto en Cataluña como en el

archipiélago balear responde a unos resultados esperados, teniendo en cuenta el importante aporte de humedad del mar Mediterráneo a las masas de aire que se encuentran en su seno, que favorecen la ocurrencia de lluvias torrenciales. También es esperada y lógica la abundancia relativa de situaciones del Norte en el caso balear (15 episodios), ya que la sierra de Tramuntana mallorquina, con elevaciones que superan los 1.000 m, actúa de pantalla orográfica que propicia el ascenso forzado de aire y la subsiguiente formación de nubosidad de carácter tormentoso. También debe de influir la presencia de un área depresionaria en el centro y en la zona oriental de la cuenca del Mediterráneo occidental, cuyos centros de acción ocasionan generalmente importantes precipitaciones en las partes septentrional y oriental de las islas.

### *Agradecimientos*

Trabajo financiado por el proyecto CGL2011-29263-C02-02, *Estructura diaria y 10-minutal de la precipitación y su caracterización sinóptica objetiva en el mar Balear (Balears)*, Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España (2012-2014).

### REFERENCIAS

- Azorín-Molina, C. (2007). *A climatological study of sea breezes in Alicante. Sea breeze fronts over the Iberian Mediterranean area and the Isle of Mallorca*. Ph.D. Thesis, University Institute of Geography, University of Alicante, Alicante, Spain, 288 pp.
- Capel Molina, J.J. (2000). *El clima de la península Ibérica*, Ariel, Barcelona.
- Font Tullot, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Jenkinson, A.F. y Collison, P. (1977). "An initial climatology of Gales over the north sea". *Synoptic Climatology Branch Memorandum*, 62, Meteorological Office, London.
- Martín-Vide, J. (1991). Mapas del tiempo: fundamentos, interpretación e imágenes de satélite. Oikos-Tau, Barcelona, 170 pp.
- Martín Vide, J. (2002). Aplicación de la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison a días de precipitación torrencial en el este de España. En: Cuadrat, J.M.; Vicente, S.M.y Saz, M.A. (Eds.). *La información climática como herramienta de gestión ambiental*. Universidad de Zaragoza, pp. 123-127.
- Laita, M. (1995). *El fenómeno de El Niño y su influencia en el Mediterráneo occidental*. Tesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears.
- Linés, A. (1981). *Perturbaciones típicas que afectan a la península Ibérica y precipitaciones asociadas*, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Llop, J. y Alomar-Garau, G. (2012). "Clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison para los días de precipitación mayor o igual a 200 mm en la isla de Mallorca". *Territoris*, 8, pp. 143-152. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears, Palma.
- Spellman, G. (2000). "The application of an objective weather-typing system to the Iberian peninsula". *Weather*, 55, pp. 375-385.