

# CARACTERIZACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES INTENSAS EN LA VERTIENTE LITORAL ORIENTAL DE LA ISLA DE MALLORCA (1930-2010)

Miquel GRIMALT GELABERT <sup>(1)</sup>, M. Consolació GENOVART RAPADO <sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup> *Departamento de Ciencias de la Tierra. Universitat de les Illes Balears*  
miquel.grimalt@uib.cat, maria.genovart@uib.es

## RESUMEN

La vertiente litoral del SE de la isla de Mallorca se ha visto afectada repetidamente a lo largo del siglo XX y primera década del siglo XXI por procesos de inundación provocados por episodios de aguaceros importantes ligados, mayoritariamente, a advecciones del Este y a bajas centradas en la cuenca del Mediterráneo Occidental.

Se han identificado los episodios de inundaciones y lluvias intensas en este ámbito geográfico, analizándose las pautas de distribución temporal y espacial de la precipitación, así como la circulación atmosférica predominante. Se comparan los resultados con los obtenidos en el análisis de características similares aplicados a otros ámbitos territoriales de las Islas Baleares.

Palabras clave: Precipitación, Inundaciones, Mallorca, Cuenca Mediterránea Occidental

## ABSTRACT

The SE coastal area of the island of Mallorca has been repeatedly affected by flooding processes during the 20th century and the first decade of the 21st century. Those processes have been caused by remarkable rainfalls mainly linked to eastern advections and centred depressions in the Western Mediterranean Basin.

Flooding episodes and heavy rains have been identified in this geographical area, as well as the patterns of temporal / spatial distribution of rainfall and the main atmospheric circulation have been analyzed. The results obtained have been compared to similar analysis carried out in the Balearic Islands.

Key words: Precipitation, Floods, Mallorca, Western Mediterranean Basin

## 1. INTRODUCCIÓN

Mallorca, con 3640 km<sup>2</sup> es la mayor isla del archipiélago de las islas Baleares, situada en una posición relativamente central en la cuenca mediterránea occidental. El relieve de la isla se organiza en base a dos alineaciones principales, que discurren aproximadamente paralelas en dirección SW-NW, la *Serra de Tramuntana* y las *Serres de Llevant*, entre las cuales se sitúa

una zona llana central. Entre las *Serres de Llevant* y el litoral oriental de la isla se configura una vertiente hidrográfica, recorrida por diversos cursos fluviotorrenciales de recorrido relativamente breve.

La vertiente hidrográfica del litoral oriental de Mallorca constituye un área especialmente afectada por episodios de precipitación de gran intensidad asociados a inundaciones con consecuencias catastróficas. De hecho algunos de los cursos hídricos que han experimentado mayores crecidas a lo largo del siglo XX en Mallorca pertenecen a este sector de la isla. Destacan especialmente los episodios de 5 de octubre de 1932, 30 de septiembre de 1959 y 6 de septiembre de 1989, todos ellos con notables destrucciones, además de víctimas mortales (Grimalt, 1992).

Los factores geográficos particulares que favorecen la génesis de estos fenómenos se ligan, por una parte a la exposición de esta franja litoral a las advecciones húmedas del Este procedentes de la parte central del Mediterráneo, así como a condiciones orográficas más específicas, como la presencia de una alineación montañosa (*Serres de Llevant*) que corre paralela a la línea de costa, a poca distancia de la misma y que a pesar de su limitada altura (300 m de media) actúa como elemento de intensificación orográfica de las precipitaciones.

Estadísticamente este hecho se ve reflejado en la individualización de un máximo pluviométrico relativo en referencia a las precipitaciones medias anuales (Gujarro, 1986), extremo que se marca aún más en los análisis realizados de las distribución de las recurrencias de grandes intensidades diarias de precipitación (Grimalt, 1992).

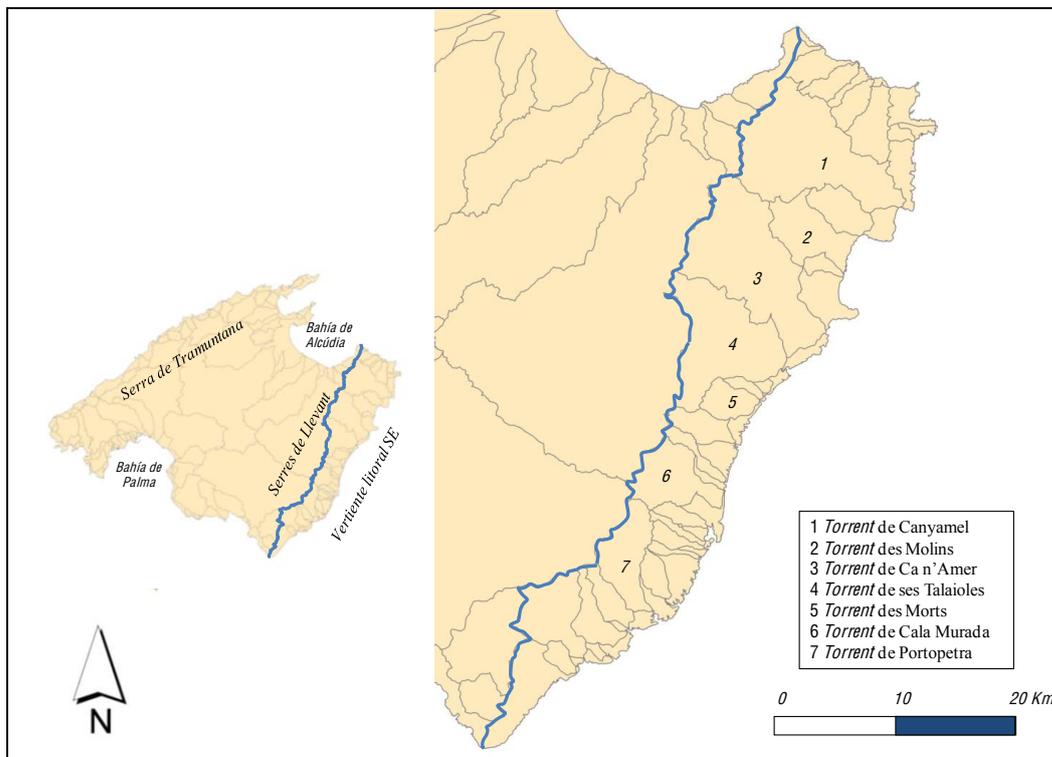


Fig. 1: Localización de la vertiente litoral sudoriental de Mallorca

La red hidrológica de la vertiente se ha mostrado especialmente eficiente para concentrar grandes caudales-punta en ocasión de episodios extremos de precipitación, en buena parte debido a la complejidad topológica y densidad de la red de drenaje (Grimalt *et al.*, 1990a). La asiduidad de las grandes avenidas se ha reflejado en la formación de lagunas litorales en los puntos de desembocadura de los principales cursos, zonas húmedas que se ven cíclicamente reexcavadas como consecuencia de los aluviones (Estrany y Grimalt, 2014). Las enormes puntas de caudal que se han podido calcular mediante métodos geomorfológicos en los episodios de las últimas décadas del siglo XX dan muestra de la torrencialidad extrema de la zona, con valores momentáneos de caudal superiores a los 900 m<sup>3</sup>/s en la cuenca del *torrent* de Portopetra o sobrepasando los 700 m<sup>3</sup>/s en la cuenca del *torrent* de Cala Murada (Grimalt *et al.*, 1990b, 1996, Grimalt, 2003).

La tabla 1 resume los principales episodios de inundaciones en los cursos de la vertiente a partir de la década de 1930 hasta la actualidad.

Fecha	Principales cuencas afectada por las inundaciones	Precipitación máxima (mm) y observatorio	Caudal punta máximo registrado (m <sup>3</sup> /s)
05.10.1932	Torrent de ses Talaioles, Torrent de Cala Magraner	103,0 Son Crespí Vell	
02/04.11.1943	Torrent de Ca n' Amer, torrent de ses Talaioles	276,0 Son Crespí Vell	
19.11.1945	Sector septentrional de la vertiente	224,3 Artà	
04.10.1957	Sector meridional de la vertiente	400,0 Santanyí	
30.09.1959	Sector septentrional de la vertiente	234,5 Son Servera	
29/30.03.1974	Torrent de Ca n' Amer	143,5 Son Sureda Ric	
03.09.1982	Torrent de Ca n' Amer	103,0 Pou Colomer	
25.08.1983	Torrent de ses Talaioles	163,5 Ses Talaioteles	
26.10.1985	Torrent de Ca n' Amer	120,0 Far Portocolom	
31.08.1989	Torrent des Morts	127,5 Ca s'Hereu	
06.09.1989	Toda la vertiente	250,0 Es Picot	940 Torrent de Portopetra
10.11.1990	Torrent des Molins	141,7 Son Sard	
13.10.1994	Sector central de la vertiente	171,0 S'Espitalet Vell	366 Torrent de ses Talaioles
10.11.2001	Sector meridional de la vertiente	178,0 Far Portocolom	130.37 Torrent de Portopetra

Tabla 1: PRINCIPALES EPISODIOS DE INUNDACIONES

Fuente: Elaboración propia a partir de Grimalt y Rosselló 2011

## 2. ANÁLISIS DE LA PLUVIOMETRÍA EN LOS EPISODIOS EXTREMOS

Para caracterizar las lluvias ligadas a inundaciones se han utilizado los datos pluviométricos diarios del archivo climatológico de AEMET referidos a la vertiente litoral del SE de Mallorca. Se han considerado inicialmente aquellos días en que la precipitación había superado los 100 mm en 24 horas, atendiendo a que en los principales episodios de avenidas se ha superado el valor considerado.

El resultado de este análisis es que se han podido identificar hasta 68 jornadas en las que en alguna estación meteorológica de la vertiente se ha superado el valor prefijado. De esta

primera base de datos se ha tenido que realizar un proceso de depuración, totalizando en una única unidad de estudio aquellos episodios de precipitaciones continuadas que abarcan horariamente más allá de una jornada, o también se han subsanado aquellos casos en que las inconsistencias espaciales en el reparto de las lluvias evidenciaban errores en la medida.

La necesidad de depuración se aprecia en algunos episodios de los que, por testimonios orales y de prensa, se sabe que hubo un único aguacero y que en los datos oficiales aparecen consignados en dos fechas diferentes según se trate de un observatorio u otro. Este es el caso de dos de las principales inundaciones, la acaecida en la madrugada y primeras horas de la mañana del 6 de septiembre de 1989 y que afectó prácticamente a toda la cuenca (en los datos oficiales las cantidades están totalizadas bien día 5, bien día 6, o divididas entre ambas jornadas), o el temporal del 30 de septiembre de 1959, acaecido en la tarde de este día y que en algunas estaciones se contabiliza como caído el 1 de octubre.

Una vez ha finalizado el proceso de revisión y depuración de los datos han quedado individualizados 54 episodios, que han constituido la base de información sobre la que se ha estudiado las pautas de reparto temporal y espacial.

Al tratarse de un estudio encaminado a observar las pautas de distribución del área de lluvia más intensa, se ha considerado que los cambios en la densidad de la red de observatorios en la vertiente no priva de significación a los resultados obtenidos. No obstante, dadas las escasas estaciones con datos anteriores a 1945, los resultados correspondientes a la primera mitad del siglo XX (Barceló, 2009) deben considerarse limitados por la inferior calidad de la información.

### 3. LAS PRECIPITACIONES INTENSAS Y SU DISTRIBUCIÓN A LO LARGO DEL AÑO

El reparto estacional de los episodios con precipitaciones diarias significativamente elevadas se concentra de un modo muy destacado en otoño, que reúne hasta el 63% de los mismos, seguido, a gran distancia por el invierno con un 19% y el verano, con el 11%. Los aguaceros de primavera tienen un valor muy poco significativo, con sólo 4 temporales, lo que apenas alcanza el 7% de los días con más de 100 mm.

Este reparto difiere significativamente con el que se estableció para el conjunto de la isla en un estudio precedente (Grimalt *et al.* 2006), en el cual el peso específico del otoño meteorológico era significativamente menor (concentraba sólo un 51,9%) al que se constata para el litoral oriental. En contraste, la suma del invierno y la primavera reunía un 41,2% de los aguaceros a nivel insular, en tanto que para la vertiente que actualmente se analiza queda reducida a un 25,9%

A nivel mensual se consigna una distribución bastante equilibrada entre los tres meses del otoño meteorológico (septiembre, octubre y noviembre), si bien octubre con 13 eventos supera ligeramente las marcas correspondientes a los inmediatamente precedentes y posteriores (11 y 10 respectivamente).

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº de episodios	1	2	2	1	1	1	0	5	10	13	11	7

Tabla 2: REPARTO MENSUAL DE EPISODIOS DE PRECIPITACIONES INTENSAS (PERÍODO 1930-2010)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la AEMET

La muy baja incidencia de aguaceros de enero a julio no permite discriminar un segundo máximo de precipitaciones intensas en primavera, extremo que si constataban otros análisis sobre eventos de este tipo para la totalidad de la isla de Mallorca (Grimalt *et al.*, 2006). En la vertiente litoral del SE, la concentración de los episodios en el período que va de agosto a diciembre es extrema, ya que en ellos se agrupan el 85,2% de los casos; el peso específico de los últimos meses del año es inferior en el análisis precedente sobre todo el territorio insular, reuniendo únicamente el 66,1% de los episodios.

#### 4. PRECIPITACIONES INTENSAS Y TIPO DE TIEMPO

A partir de la utilización de la metodología de Jenkinson y Collison (1977) se ha determinado objetivamente el tipo de tiempo para la cuenca del Mediterráneo Occidental en cada una de las jornadas, partiendo de los datos de presión de reanálisis sobre 9 puntos (Grimalt *et al.*, 2013). Las limitaciones de los datos de base únicamente han permitido realizar el estudio para fechas posteriores a 1948.

Meses	C	U	E	W
1	0	1	0	0
2	2	0	0	0
3	1	0	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
7	0	0	0	0
8	2	3	0	0
9	3	2	4	1
10	6	2	3	0
11	6	1	2	0
12	6	0	1	0
Totales	28	9	11	1
%	57,14	18,37	22,45	2,04

Tabla 3: DISTRIBUCIÓN POR MESES Y POR TIPO DE TIEMPO DE LOS EPISODIOS DE LLUVIAS INTENSAS EN EL SE DE MALLORCA (1948-2010)

Fuente: Elaboración propia

A nivel global se aprecia una concentración de los aguaceros en tres tipos de circulación, los correspondientes a baja centrada (C), los relacionados con pantanos barométricos/ circulación

mal determinada (U) y los ligados a advecciones de componente Este (E). Si bien el tipo de tiempo ciclónico predomina en la mayor parte de los meses del año, cabe reseñar cómo en verano el peso específico de las situaciones con circulación indeterminada es importante, dominando en los temporales acaecidos en agosto. También cabe destacar el papel preponderante de las situaciones de levante en los episodios torrenciales datados en septiembre.

La adscripción de los aguaceros del Este de Mallorca a un reducido número de situaciones atmosféricas en superficie contrasta con la más variada tipología identificada por Llop y Alomar (2012) en un análisis de tipo parecido aplicado a la globalidad de las Islas Baleares. Así los porcentajes que suponen las situaciones ciclónicas centradas son significativamente más importantes para la vertiente oriental mallorquina (57,14%) que para el conjunto de las islas (41,34%) y de manera similar sucede con los episodios de circulación mal definida (18,37% frente al 12,66%) o las situaciones de componente E (22,45% *vs* 11,89%).

## 5. LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y SUS MODELOS DE REPARTO TERRITORIAL

A partir de los datos de la totalidad de observatorios insulares se han confeccionado los mapas de isoyetas de los diversos episodios de lluvias intensas en la vertiente analizada. Mediante un sistema de agrupación, por similitud de las formas se han conseguido delimitar hasta cuatro modelos de distribución territorial a los cuales se ajustan los temporales, los parámetros de los cuales se citan a continuación.

### 5.1. Modelo 1. Máximo paralelo al litoral de levante

El área afectada por las precipitaciones más abundantes se restringe a una franja alargada de SW a NE aproximadamente paralela a la costa oriental de la isla (y al mismo tiempo a las *Serres de Llevant*) a una distancia variable de la línea litoral. El resto del territorio insular no recibe precipitaciones abundantes.

Se trata de un modelo de distribución territorial restringido a los meses de otoño e inmediatos, que se repite en un total de 13 episodios y 6 de las inundaciones principales, entre las que se cuentan las dos que han provocado mayores destrucciones (05.10.1932 y 06.09.1989). Para ilustrar este modelo de distribución se ha escogido el temporal de 1989.

### 5.2. Modelo 2. Máximo paralelo a la línea de costa de la Bahía de Alcúdia

El área de precipitaciones más intensas se distribuye de NW a SE paralelamente al litoral de la Bahía de Alcúdia y a una distancia variable de la costa sin alejarse en demasía del litoral. Normalmente presenta un área de intensidad crítica en los alrededores de la península de Artà y eventualmente se asocia con otros núcleos de precipitación muy intensa en el extremo oriental de la *Serra de Tramuntana*.

Se han descrito hasta 8 casos, con un reparto temporal de septiembre a enero. Algunos de los aguaceros que han dejado precipitaciones más cuantiosas han seguido este modelo de distribución de modo que 4 episodios de inundación corresponden a esta distribución territorial.

Como ejemplo ilustrativo se acompaña el mapa del temporal del 19 y 20 de noviembre de 1945, con inundaciones en el área de Artà.

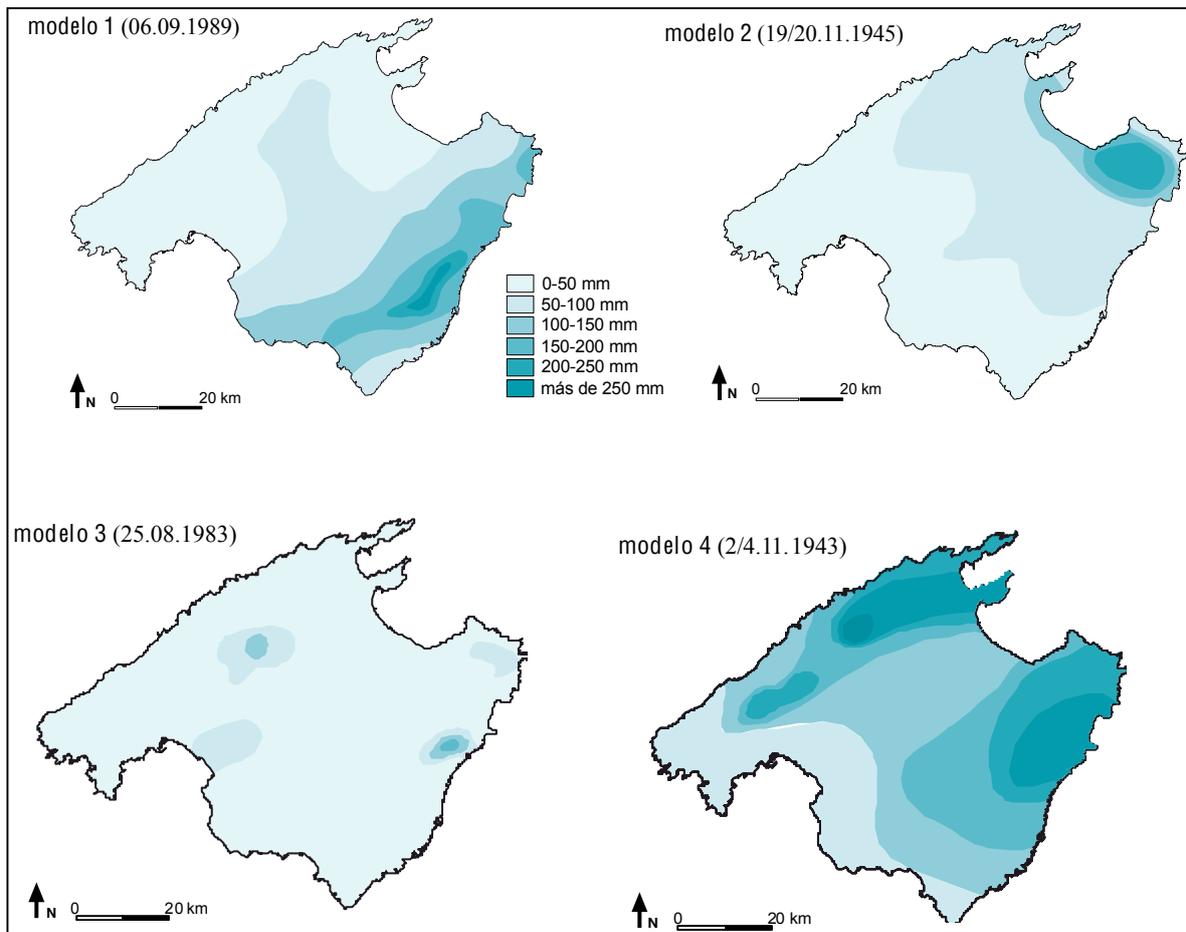


Fig. 2: Modelos de distribución territorial de la precipitación en episodios extremos.

### 5.3. Modelo 3. Núcleos aislados de precipitación muy intensa

Aparecen una o más áreas de precipitación muy intensa inconexas entre sí, con escasa extensión y aparentemente sin un patrón de alineación geográfico entre ellos. Los sectores afectados por los aguaceros están separados por amplios territorios sin precipitación o con cantidades finales de lluvia poco significativas. Las tormentas pueden afectar únicamente a la vertiente litoral SE o también hacerse extensivas a cualquier otro punto de la isla.

Corresponden a situaciones de actividad convectiva focalizada con núcleos tormentosos de pequeña escala, que contrastan con las relativamente extensas áreas de precipitación correspondientes a los otros modelos de distribución espacial, ligados a fenómenos mesoescalares.

Se han identificado 14 episodios, con una distribución temporal con máxima incidencia en la época cálida del año aun cuando pueden estar presentes en invierno y primavera. Ejemplifica este modelo el mapa correspondiente a la tormenta que desencadenó la inundación del 25 de agosto de 1983 en el *torrent* de ses Talaiotes.

#### 5.4. Modelo 4. Núcleo principal de precipitación en la *Serra de Tramuntana*, con un máximo secundario en las *Serres de Llevant*

Se individualiza un núcleo principal de precipitación intensa en la parte central de la *Serra de Tramuntana* y aparece un núcleo secundario en las *Serres de Llevant*. Ambas áreas de precipitación intensa forman bandas orientadas de SW a NE, paralelas al eje de las dos formaciones montañosas.

Corresponden a temporales con lluvias generales afectando a toda la isla. A estos modelos se ajustan los aguaceros que han provocado las mayores precipitaciones en la historia meteorológica de la isla. A menudo, las cantidades recogidas en el litoral sudoriental no suelen ser especialmente significativas en comparación con las totalizadas en la *Serra de Tramuntana*. Se trata del modelo de distribución territorial al que se ajusta un mayor número de aguaceros (19) en tres de los cuales han acaecido inundaciones importantes.

Como caso representativo se ha escogido el temporal del 2 al 4 de noviembre de 1943.

Meses	Litoral E	Bahía Alcúdia	Aislados	Doble núcleo
1		1		
2				2
3				2
4			1	
5				1
6				1
7				
8	1		4	
9	4	3	2	1
10	5		3	4
11	2	3	3	4
12	1	1	1	4
Totales	13	8	14	19
%	26,53	16,33	28,57	38,78

Tabla 4: EPISODIOS DE LLUVIAS INTENSAS EN EL SE DE MALLORCA (1930-2010)  
CLASIFICADOS SEGÚN MODELO DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL POR MESES

Fuente: Elaboración propia

## 6. CONCLUSIONES

La vertiente litoral sudoriental de Mallorca se ve afectada con relativa frecuencia por inundaciones, que derivan de la incidencia de aguaceros de fuerte intensidad con totales de precipitación superiores a 100 mm en 24 h.

Las jornadas con precipitación torrencial se centran en otoño, con una máxima incidencia de septiembre a diciembre. La agrupación de temporales en este período contrasta con la pauta de reparto temporal de los aguaceros para el conjunto de la isla, ya que en este último caso se constata un máximo secundario de primavera y una notable incidencia de lluvias intensas en invierno.

Los episodios extremos en este sector responden a un reducido número de tipos de tiempo, generalmente corresponden a situaciones ciclónicas centradas, en tanto que también tienen incidencia considerable las advecciones de componente Este y las situaciones indefinidas, ligadas éstas últimas a los pantanos barométricos presentes en la cuenca mediterránea occidental en la época cálida del año. La escasa diversidad de situaciones que provocan aguaceros en el litoral oriental de Mallorca contrasta con una mayor variedad de tipos de tiempo que los pueden generar en el conjunto del territorio insular.

La distribución espacial del área afectada por la precipitación más intensa viene determinada por factores geográficos (distribución del relieve) y aerológicos (exposición a una advección marítima).

Se identifican 4 modelos de reparto territorial de la precipitación más intensa, la adscripción temporal de los cuales varía ligeramente. El modelo mayoritario corresponde a episodios con máximo principal en la *Serra de Tramuntana* y máximo secundario en la zona estudiada y aparece representado en todas las estaciones del año.

En contraste el modelo de distribución del área afectada exclusivo de la vertiente SE de Mallorca, formando una franja paralela al litoral oriental, se centra en los meses de agosto a diciembre y predomina en septiembre y octubre. Se trata del patrón territorial al que se adscriben las inundaciones más violentas.

En relación con la tipología anterior se describe un tipo de localización del área con mayor precipitación ligado al litoral NE de la isla (Bahía de Alcúdia), con características temporales similares.

El reparto territorial propio de las tormentas aisladas tiene su máxima representación en el verano, siendo el que predomina en agosto.

## 7. 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 (Baleares), Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España.  
Datos de estaciones pluviométricas cedidos por AEMET.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Barceló, J. (2009). *Anàlisi de l'observació instrumental del temps a les Illes Balears de 1860 fins a 1940*. Memoria de Investigación. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 111 pp.
- Estrany, J. y Grimalt, M. (2014). "Catchment controls and human disturbances on the geomorphology of small Mediterranean estuarine systems". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. DOI: 10.1016/j.ecss.2014.03.021, pp. 1-12.
- Grimalt, M.; Rodríguez, A.; Rodríguez Gomila, R. (1990a). Morfometría de cuencas en la vertiente sudoriental de Mallorca. En Rullan, O.; Seguí, J.M. (eds.). *IV Coloquio de*

*Geografía Cuantitativa. Los sistemas de información geográficos y la toma de decisiones territoriales*. Palma: Universitat de les Illes Balears. AGE. pp. 355-374.

Grimalt, M.; Rodríguez, A. (1990b) Caudales-punta de avenida y morfología de cuencas en Mallorca. En Gutiérrez, M.; Peña, J.L.; Lozano, M.V. (eds.). *Actas I Reunión Nacional de Geomorfología*. Teruel: Sociedad Española de Geomorfología. Instituto de Estudios Turolenses, 2, pp. 427-436.

Grimalt, M.; Tomàs, M.; Alomar, G.; Martín-Vide, J. y Moreno-García, M.C. (2013). "Determination of the Jenkinson and Collison's weather types for the western Mediterranean basin over the 1948-2009 periods. Temporal analysis". *Atmosfera*, 26 (1), pp. 75-94.

Grimalt, M. (1992). *Geografía del risc a Mallorca. Les inundacions*. Institut d'Estudis Balearics. Palma.

Grimalt, M.; Laita, M.; Rosselló, J.; Caldentey, J. y Arrom, J.M. (2006). Distribución espacial y temporal de las precipitaciones intensas en Mallorca. En Cuadrat, J.M. (Ed) *Clima, Sociedad y Medio Ambiente* Asociación Española de Climatología. Serie A núm 5, Universidad de Zaragoza: pp. 411-420.

Guijarro, J.A. (1986). *Contribución a la Bioclimatología de Baleares*. Tesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears. Departament de Biologia i Ciències de la Salut.

Jenkinson A. F. and F. P. Collison, (1977). An initial climatology of gales over the North Sea. Synoptic Climatology Branch Memorandum No. 62. Bracknell: Meteorological Office.

Llop, J. y Alomar, G. (2012). 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. En Rodríguez Puebla, Concepción (Ed). *Cambio climático extremos e impactos*. Asociación Española de Climatología. Serie A núm 8, Universidad de Salamanca, pp. 249-258.

### 8.1. Informes técnicos

Grimalt, M. y Rodríguez, A. (1996) Anàlisi de les inundacions de 1994 al vessant de Llevant. Junta d'Aigües de Balears.

Grimalt, M. (2003). Anàlisi de les inundacions de novembre de 2001 als torrents de Portopetra i de Cala Llonga. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears.

Grimalt, M. y Rosselló-Geli, J. (2011). Anàlisi històrica de les inundacions a les Illes Balears, segons la guia metodològica del Ministerio d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears, 442 pp + Atlas.