

ESTACIONALIDAD DE LAS INUNDACIONES EN LAS ISLAS BALEARES, 1960-2020

Miquel GRIMALT GELABERT¹, Joan ROSSELLÓ GELI²

¹*Departament de Geografia. Universitat de les Illes Balears.*

²*Estudis d'Arts i Humanitats, Universitat Oberta de Catalunya*

miquel.grimalt@uib.cat, jrosselloge@uoc.edu

RESUMEN

Las inundaciones son, junto con las sequías, el riesgo natural más destacado en el Mediterráneo, provocando graves efectos personales y materiales. En las últimas décadas, su ocurrencia se ha incrementado, algo que se ha ligado tanto al cambio climático como al incremento de la vulnerabilidad debido a una mayor presión humana en zonas de riesgo.

Partiendo de la premisa de que, en el ámbito mediterráneo, las inundaciones son, en la mayoría de casos, consecuencia de episodios de lluvia torrencial que aparecen principalmente en otoño, el objetivo de este estudio es comprobar si la distribución estacional de las inundaciones en las Islas Baleares se ajusta a esta característica o si bien aparecen cambios durante el periodo de estudio.

La estacionalidad se analiza para el conjunto de las islas, así como para cada una por separado. Además, se observa la distribución de los episodios según la mortalidad originada por las inundaciones. Los resultados permitirán caracterizar la distribución estacional de las inundaciones y percibir posibles cambios de tendencia, de manera que pueden ser útiles para el desarrollo de políticas de prevención y mitigación ante futuros eventos de riesgo.

Palabras clave: estacionalidad, precipitaciones, inundaciones, Islas Baleares.

ABSTRACT

Floods are, alongside droughts, the most important hazard in the Mediterranean area, causing great human and material damages. In the past decades, there has been an increase of its occurrence, something that has been related to the climate change as well as the increase of vulnerability due to a larger human pressure on risk zones.

Following the idea that, in the Mediterranean, floods are largely the result of torrential rainfall events, happening mostly in autumn, the objective of the research is to study if the seasonal distribution of floods in the Balearic Islands agrees with such characteristic or changes occur during the study period.

Seasonality is analyzed for the Islands as a whole as well as for every island alone. Moreover, an analysis is performed to relate fatalities caused by floods and the season of occurrence. The results allow to characterize the seasonal distribution of floods and to perceive possible trend changes. Moreover, results can be helpful to develop prevention and mitigation measures to avoid damages from future risk events.

Key words: seasonality, rainfall, floods, Balearic Islands.

1. INTRODUCCIÓN

En un clima mediterráneo, la precipitación está en el origen de episodios de inundación con mayor o menor impacto sobre el territorio.

Esta precipitación presenta una elevada estacionalidad, con máximos diarios y mensuales en otoño y mínimos en verano (Romero y Ramis, 2002; Martín-Vide y López-Bustins, 2006; Del Río et al, 2011; Kelley et al, 2012).

El otoño es la estación que concentra el mayor número de episodios en las cuencas del Mediterráneo Occidental, tanto en España (De Luis et al, 2010; Riesco et al, 2014), Francia (Saulnier y Le Lay, 2009) o Italia (Brunetti et al, 2001; Faccini et al, 2012; Buzzi et al, 2014).

Dentro del contexto del cambio climático, se ha proyectado una evolución de la precipitación tendente a una reducción de los totales anuales (Alpert et al, 2002; Kysely et al, 2012) pero con un incremento de los días de lluvias torrenciales (Raymond et al, 2016; Trambly y Somot, 2018), aunque sin una tendencia clara y definida (Reiser et al, 2010).

Los cambios en la distribución de los episodios lluviosos se pueden traducir en modificaciones en la estacionalidad de procesos derivados como son las inundaciones. La presencia de eventos fuera de su temporada habitual puede reflejar un cambio en los mecanismos responsables de dichos fenómenos (Ruiz et al, 2014).

Estudios recientes a nivel europeo han mostrado cómo la influencia del cambio climático puede provocar una variación en la distribución estacional de las inundaciones (Bloschl, et al, 2017), aunque las tendencias observadas varían según cuál sea la región estudiada (Mangioni et al, 2018). Estos mismos autores indican que, para la zona mediterránea, los resultados muestran una tendencia al incremento de la magnitud de las inundaciones, pero acompañada de un decrecimiento de su frecuencia.

La presente contribución pretende conocer la evolución de la estacionalidad de las inundaciones en las Islas Baleares en el periodo 1960-2020. Se dispone de una base de datos, ordenada cronológicamente (Grimalt y Rosselló, 2011), que permite analizar la distribución estacional de los casos por islas y décadas. Los resultados pueden aportar un conocimiento útil de la evolución de eventos extremos para la planificación de futuras actuaciones de prevención y/o mitigación de impactos.

2. MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Las Islas Baleares se encuentran situadas en la cuenca occidental del Mediterráneo y están formadas por 4 islas mayores (Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera) y otras de menor extensión (Fig. 1). Tienen una superficie de 5014 km² y una población de 1173008 habitantes en 2021, mayoritariamente concentrados en Mallorca (77,8%) y en menor medida en Ibiza y Menorca (13,0% y 8,2% respectivamente) (IBESTAT, 2021).

Las Baleares presentan un clima mediterráneo con un régimen pluviométrico muy irregular, destacando un periodo seco estival, especialmente acusado en julio. En contraste el otoño y en menor medida el invierno se caracterizan por totales

pluviométricos notables, destacando la elevada incidencia de episodios torrenciales (Grimalt et al, 2021b). Territorialmente la precipitación se reparte con un gran contraste entre las áreas más húmedas (áreas montañosas de Mallorca), con más de 1400 mm anuales, y las más secas (el litoral de Formentera), con poco más de 300 mm.

Por lo que se refiere a la red de aguas superficiales, los cursos, llamados *torrents*, tienen características comunes como cuencas de reducidas dimensiones, recorridos breves, pendientes notables y una gran irregularidad en sus aportaciones. La falta de caudal permanente se debe tanto al efecto de la antes mencionada irregularidad pluviométrica como a las características geológicas del terreno balear, muy permeable, y a la intensa actividad antrópica tendente a reducir la escorrentía superficial para favorecer los terrenos de cultivo y evitar procesos erosivos (Grimalt y Rosselló, 2018).

Los episodios de inundación en casos extremos se traducen en caudales punta y avenidas instantáneas (*flash floods*) que alcanzan valores especialmente elevados en relación a la superficie de las cuencas (Grimalt et al, 2021a).

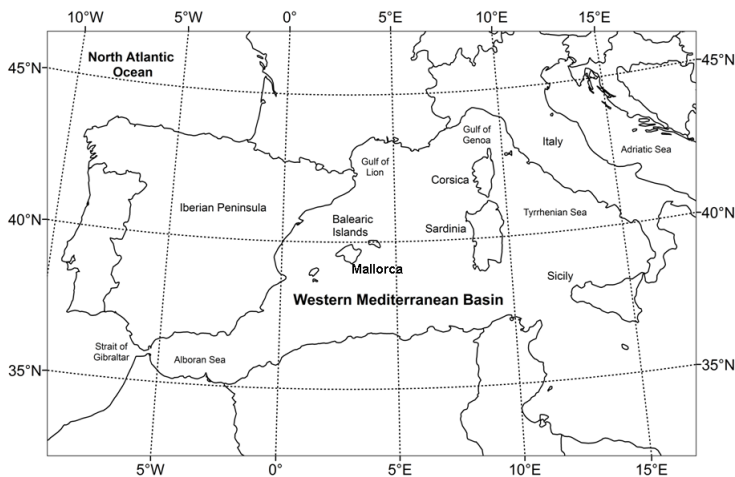


Fig. 1. Localización de las Baleares en el Mediterráneo. Fuente: Grimalt et al, 2013.

2.2 La base de datos

La información para la distribución estacional de las inundaciones proviene de la base de datos InunIB (Grimalt y Rosselló, 2011), desarrollada para la realización del plan hidrológico de las Islas Baleares.

En ella se detallan cronológicamente los episodios de inundación acaecidos en las islas desde 1403, con la relación de áreas afectadas y cursos responsables. Las fuentes de información varían: documentos archivísticos y crónicas para los episodios

anteriores al siglo XIX y prensa diaria local, informes de la administración, así como fuentes orales y gráficas para las riadas contemporáneas. Parte de los acontecimientos ha sido objeto de estudios de detalle por el grupo de investigación CLIMARIS de la Universitat de les Illes Balears. En el periodo de estudio, entre los años 1960 y 2020, se han identificado 178 episodios de inundación, destacando la isla de Mallorca como la de mayor afectación mientras que Menorca es el territorio con un menor número de eventos.

2.3 Metodología

Si bien los estudios sobre la estacionalidad de las inundaciones sugieren utilizar métodos estadísticos aplicados a los valores de caudal (Slater y Villarini, 2016; Blosch et al, 2017; Hall y Blosch, 2018), en el caso de las Baleares no existe una red foronómica efectiva, por lo que se ha utilizado la fecha de la inundación como referencia para el desarrollo de la investigación, como hacen estudios para el conjunto de Europa (Bain et al, 2009) o casos concretos como en Creta (Koutroulis et al, 2010) o el levante peninsular (Ruíz et al, 2014).

Se ha desarrollado, en consecuencia, una relación de episodios constituyendo una base de datos para el conjunto de las Baleares y para cada isla en particular. Para mejor análisis, se ha dividido el periodo de estudio en decenios.

Los datos permiten clasificar los episodios en tres categorías, monoestacional cuando una sola estación concentra la mayoría de los casos, biestacional cuando son dos las estaciones dominantes, y multiestacional cuando no hay una estación dominante (Navarro et al, 1993).

Se considera una distribución es monoestacional cuando una estación tiene más del 70% de episodios, mientras que es biestacional el período en que dos estaciones suponen el 75% de los casos. Otras distribuciones se consideran multiestacionales.

Además de los datos sobre inundaciones totales, para discriminar aquellas que han tenido un mayor impacto social se han escogido los eventos en que se han producido víctimas mortales, la información sobre los cuales se ha conseguido de trabajos previos del propio grupo de investigación (Grimalt et al, 2020)

3. RESULTADOS

3.1 Distribución global

El reparto estacional de las inundaciones para el conjunto de las islas Baleares (Tabla 1) muestra cómo el otoño es la estación con más casos en los 60 años de estudio, tanto en datos absolutos (112) como porcentuales (62,9%). Aun así, la distribución debe considerarse como multiestacional, ya que invierno y verano acumulan un número notable de episodios (25 respectivamente), representando el 14% del total cada una de ellas.

| AÑOS | OTOÑO | | INVIERNO | | PRIMAVERA | | VERANO | | TOTAL |
|--------------|------------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|
| | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos |
| 1960-69 | 14 | 77,8 | 1 | 5,6 | 2 | 11,1 | 1 | 5,6 | 18 |
| 1970-79 | 25 | 52,1 | 12 | 25,0 | 3 | 6,3 | 8 | 16,7 | 48 |
| 1980-89 | 12 | 70,6 | 1 | 5,9 | 2 | 11,8 | 2 | 11,8 | 17 |
| 1990-99 | 13 | 76,5 | 1 | 5,9 | 1 | 5,9 | 2 | 11,8 | 17 |
| 2000-09 | 23 | 65,7 | 3 | 8,6 | 4 | 11,4 | 5 | 14,3 | 35 |
| 2010-19 | 25 | 58,1 | 7 | 16,3 | 4 | 9,3 | 7 | 16,3 | 43 |
| TOTAL | 112 | 62,9 | 25 | 14,0 | 16 | 9,0 | 25 | 14,0 | 178 |

Tabla 1: Distribución estacional de las inundaciones en el conjunto de las islas Baleares (1960-2019). Fuente: elaboración propia.

Se observa cómo la primavera es la estación que presenta menor número de casos (16), lo que contrasta con el ligero repunte de precipitaciones intensas que suele producirse en este periodo, especialmente en Mallorca (Grimalt et al, 2006).

La evolución decenal de los casos indica, en líneas generales, un incremento del número de inundaciones a lo largo del periodo. El número de inundaciones de las dos primeras décadas del segundo milenio es sensiblemente superior al registrado en decenios anteriores (salvo el anómalo 1970-79, excepcionalmente lluvioso).

3.2 Mallorca

La isla de Mallorca, la mayor de las Baleares, registra en estos 60 años 144 casos. En números absolutos domina el otoño con 90, seguido por invierno y verano con 21 cada uno. Finalmente, aparece la primavera con solo 12 episodios (Tabla 2).

El reparto muestra, como para el conjunto de las islas, una distribución multiestacional, con un otoño que concentra el 62% de los casos mientras que invierno y verano suponen conjuntamente el 30,2%, distribuido equitativamente (Tabla 2).

| AÑOS | OTOÑO | | INVIERNO | | PRIMAVERA | | VERANO | | TOTAL |
|--------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|
| | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos |
| 1960-69 | 14 | 77,8 | 1 | 5,6 | 2 | 11,1 | 1 | 5,6 | 18 |
| 1970-79 | 23 | 51,1 | 11 | 24,4 | 3 | 6,7 | 8 | 17,8 | 45 |
| 1980-89 | 10 | 66,7 | 1 | 6,7 | 2 | 13,3 | 2 | 13,3 | 15 |
| 1990-99 | 12 | 75,0 | 1 | 6,3 | 1 | 6,3 | 2 | 12,5 | 16 |
| 2000-09 | 17 | 63,0 | 3 | 11,1 | 3 | 11,1 | 4 | 14,8 | 27 |
| 2010-19 | 14 | 60,9 | 4 | 17,4 | 1 | 4,3 | 4 | 17,4 | 23 |
| TOTAL | 90 | 62,5 | 21 | 14,6 | 12 | 8,3 | 21 | 14,6 | 144 |

Tabla 2: Distribución estacional de las inundaciones en Mallorca (1960-2019). Fuente: elaboración propia.

Si se observa la distribución por décadas, los resultados varían de forma notable. Así los años 60 muestran un claro dominio del otoño, con 14 casos, por solo 4 en las otras estaciones, en lo que sería un patrón monoestacional.

En los años 70 la distribución pasa a ser biestacional: 23 episodios en otoño (51%) y 11 en invierno (24,4%). En contraste, la década de los 80 es multiestacional, con primavera y verano que acumulan un 26,5% de los eventos frente al 66,7% otoñal. En

los 90 aparece de nuevo un comportamiento monoestacional, con un otoño que tiene el 75% de los casos (12 en total).

Ya en el siglo XXI, el reparto pasa a ser diversificado en las dos décadas. El otoño presenta la mayoría de episodios, 17 y 14 respectivamente, que suponen el 63% y 60,9% respectivamente, seguido en importancia por el verano entre 2000 y 2009 y por invierno y verano equitativamente entre 2010 y 2019.

3.3 Menorca

En esta isla tan solo se contabilizan 10 inundaciones entre 1960 y 2020. Además, todos se sitúan en el periodo 2000 a 2019 (Tabla 3).

De nuevo es el otoño el momento con mayor número de eventos, 7, lo que supone el 70% del total. Le sigue la primavera con 2 y el invierno con 1. Es el único territorio sin ningún caso en verano.

Observando los valores por décadas, la primera del siglo XXI tiene un patrón monoestacional ya que el otoño concentra el 80% de los episodios (4) por solo 1 en primavera. Entre 2010 y 2019 la distribución es multiestacional. Los 5 casos se reparten 3 en otoño y 1 respectivamente en invierno y primavera lo que supone unos porcentajes del 60% (otoño) y 20% para las otras dos estaciones.

| AÑOS | OTOÑO | | INVIERNO | | PRIMAVERA | | VERANO | | TOTAL |
|--------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|------------|-----------|
| | n° casos | % | n° casos | % | n° casos | % | n° casos | % | |
| 1960-69 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 |
| 1970-79 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 |
| 1980-89 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 |
| 1990-99 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 |
| 2000-09 | 4 | 80,0 | 0 | 0,0 | 1 | 20,0 | 0 | 0,0 | 5 |
| 2010-19 | 3 | 60,0 | 1 | 20,0 | 1 | 20,0 | 0 | 0,0 | 5 |
| TOTAL | 7 | 70,0 | 1 | 10,0 | 2 | 20,0 | 0 | 0,0 | 10 |

Tabla 3: Distribución estacional de las inundaciones en Menorca (1960-2019). Fuente: elaboración propia.

3.4 Ibiza y Formentera (Pitiusas)

24 son las inundaciones que han afectado este subarchipiélago en los años de estudio. De nuevo el otoño es la época con mayor número de casos, 15, seguido por 4 en verano, 3 en invierno y 2 en primavera (Tabla 4).

En conjunto, se trata de nuevo de una distribución multiestacional, con un otoño que supone el 62,5% del total, pero con verano e invierno que representan respectivamente un 16,7% y un 12,5% (Tabla 4).

Por décadas, en los primeros 10 años no se contabiliza ningún caso mientras que en los años 70 la distribución es biestacional, 66,7% para otoño y 33,3% en invierno. Entre 1980 y 1999 el patrón es monoestacional, siempre en otoño, mientras que en la primera década del siglo XXI pasa a ser biestacional: 2 casos en otoño y uno en verano. Finalmente, del año 2010 al 2019, el reparto de eventos es multiestacional, con un otoño que supone el 53,3% (8 inundaciones) seguido del verano con un 20% (3 casos) y 13,3% el invierno y la primavera. Estos valores suponen un incremento

muy notable de los casos registrados, ya que en estos últimos 10 años se concentra la mayor parte de los episodios.

| AÑOS | OTOÑO | | INVIERNO | | PRIMAVERA | | VERANO | | TOTAL |
|--------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|------------|----------|-------------|-----------|
| | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos | % | nº casos |
| 1960-69 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 |
| 1970-79 | 2 | 66,7 | 1 | 33,3 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 |
| 1980-89 | 2 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 |
| 1990-99 | 1 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 |
| 2000-09 | 2 | 66,7 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 33,3 | 3 |
| 2010-19 | 8 | 53,3 | 2 | 13,3 | 2 | 13,3 | 3 | 20,0 | 15 |
| TOTAL | 15 | 62,5 | 3 | 12,5 | 2 | 8,3 | 4 | 16,7 | 24 |

Tabla 4: Distribución estacional de las inundaciones en las islas Pitiusas –Ibiza y Formentera- (1960-2019). Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

El número total de inundaciones registradas en las islas Baleares a lo largo de los últimos 60 años, a grandes rasgos se ajusta a una línea ascendente y con una tendencia a la diversificación de los episodios a lo largo del año. De una década inicial con una concentración absoluta de sucesos en otoño se pasa a un segundo milenio en que el número de casos se ha duplicado y repartido estacionalmente.

La década de 1970 constituye un período anómalo dentro de esta tendencia, con una proliferación extrema de eventos.

Se podría suponer que estas consideraciones afectan a todo tipo de riadas; no obstante, podría establecerse un factor restrictivo, dejando únicamente aquellas que han tenido un mayor impacto social. En este caso se ha optado por analizar la incidencia de inundaciones con víctimas mortales dentro del mismo periodo (Tabla 5). Cabe reseñar que se trata mayoritariamente de avenidas que han afectado a Mallorca, con la excepción del episodio que en septiembre de 1977 costó la vida a dos personas en Ibiza.

| AÑOS | OTOÑO | | INVIERNO | | PRIMAVERA | | VERANO | | TOTAL | |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | episodios | víctimas | episodio | víctimas | episodio | víctimas | episodio | víctimas | nº casos | víctimas |
| 1960-69 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1970-79 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| 1980-89 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| 1990-99 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2000-09 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 2010-19 | 1 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 |
| TOTAL | 8 | 24 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 | 27 |

Tabla 5: Distribución estacional de la mortalidad asociada a inundaciones –episodios y número de víctimas (1960-2019). Fuente: elaboración propia.

Un análisis de este factor demuestra un predominio marcado de las riadas mortíferas en otoño: únicamente dos eventos luctuosos fueron en otras estaciones. Las

inundaciones con mayor impacto se distribuyen indudablemente a nivel monoestacional: un 80% de los casos y un 88,8% de las víctimas son otoñales.

Siendo así, se tiene un incremento y diversificación estacional de los eventos, que pueden relacionarse con diversos factores:

-El incremento de las fuentes de información: en las islas Baleares ha aumentado notablemente el número de medios de información: en el cambio de milenio se llegó a contar con 9 rotativos diarios, 5 en Mallorca y 2 en cada una de las otras islas principales, además de producirse un auge de las publicaciones locales de difusión municipal o comarcal. La era digital y existencia de plataformas informativas on-line ha mantenido el elevado flujo de noticias aun cuando la prensa impresa está en decadencia (reducida a 5 periódicos en 2021).

- También resulta trascendente la expansión urbanística, con un doble efecto: el obvio incremento de la exposición al riesgo al ocuparse áreas peligrosas y asimismo la expansión de las cubiertas impermeabilizadas constituidas por el viario y las edificaciones, que contribuyen a incrementar la escorrentía superficial. En este sentido las dos décadas de mayor crecimiento demográfico y de expansión de la construcción (1970 y 2000) se ajustan a esta realidad. Concretamente algunas infraestructuras viarias han tenido como consecuencia directa la proliferación de inundaciones locales como es el caso de la autovía marítima de Palma o la vía de Cintura de Eivissa. El incremento de zonas afectadas en la capital insular a lo largo del segundo milenio confirma esta realidad (Rosselló y Grimalt, 2021).

- Resultaría sugerente relacionar este incremento de eventos directamente con un aumento de la torrencialidad ligado a un efecto directo del cambio climático. No obstante, la estadística de acontecimientos pluviométricos extremos no refleja esta idea: el análisis de los episodios con valores superiores a 200 mm entre 1960 y 2010 (Grimalt et al, 2021b) indica cómo alternativamente se suceden décadas en que los diluvios proliferan (1970-1979 y 2000-2009, con 15 y 11 días respectivamente en que se superaron los 200 mm en 24 horas) alternando con otros periodos en que la torrencialidad disminuye (1960-1969, 1980-1989 y 1990-1999, con 3, 5 y 3 días que superan el límite reseñado).

Un análisis más detallado, discriminando claramente los tipos de inundación por la zona de afectación (urbana, rural o viaria), según la tipología del evento (*flash-flood*, *urban-flood*, saturación de suelos), según los parámetros físicos implicados (precipitaciones, caudales punta) o afectación (evaluación objetiva de daños), permitiría avanzar en su conocimiento.

Los resultados permiten intuir que, independientemente de los factores físicos, la inadecuación del crecimiento a las características del medio subyace en los cambios de estacionalidad de las inundaciones, en un marco general en que las realmente peligrosas se siguen circunscribiendo al otoño.

AGRADECIMIENTOS

Investigación desarrollada en el marco del proyecto HyMeX (Hydrological Mediterranean Experiment: www.hymex.org)

REFERENCIAS

- Alpert, P. et al. (2002): The paradoxical increase of Mediterranean extreme rainfall in spite of decrease in total values. *Geophysical Research Letters*, vol. 29, nº 10. [doi: 10.1029/2001GL013554](https://doi.org/10.1029/2001GL013554)
- Bain, V. et al (2009): European flash floods data collation and analysis. En Samuels, P. et al (eds): *Flood risk management: research and practice*. Taylor and Francis. Londres, pp. 1577-1585
- Bloschl, G. et al (2017): Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590. [doi: 10.1126/science.aan2506](https://doi.org/10.1126/science.aan2506)
- Brunetti, M. et al (2001): Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in Northeastern Italy. *International Journal of Climatology*, 21, pp. 861-871
- Buzzi, A. et al (2014): Heavy rainfall episodes over Liguria in autumn 2011: numerical forecasting experiments. *NHESS*, 14, pp. 1325-1340. [doi: 10.5194/nhess-14-1325-2014](https://doi.org/10.5194/nhess-14-1325-2014)
- De Luis, M. et al. (2010): Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946-2005. *Global Planetary Change*, 74, pp. 27-33
- Del Río, S. et al. Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain (1961-2006). *International Journal of Climatology*, 31 (5), pp. 656-667. [doi: 10.1002/joc.2111](https://doi.org/10.1002/joc.2111)
- Faccini, F. et al (2012): Geomorphic hazards and extreme rainfall: the case study of the Recco stream catchment (Eastern Liguria, Italy). *NHESS*, 12, pp. 893-903. [doi: 10.5194/nhess-12-893-2012](https://doi.org/10.5194/nhess-12-893-2012)
- Grimalt, M.; Rosselló, J. (2011): Anàlisi històrica de les inundacions a les Illes Balears. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Palma.
- Grimalt, M.; Rosselló, J. (2018): Traditional flood mitigation measures in Mallorca in: Antronico, L.; Marincioni, F. (editors): *Natural Hazards and Disaster Risk Reduction Policies*. *Geographies of the Anthropocene*, volume 1, number 2. Il Sileno Edizioni., 243-260
- Grimalt, M. et al (2006): Distribución espacial y temporal de las precipitaciones intensas en Mallorca. En: *Clima, Sociedad y medio ambiente*. Asociación Española de Climatología, serie A nº 5, pp. 411-420
- Grimalt, M. et al (2013): Determination of the Jenkinson and Collison's weather types for the Western Mediterranean basin over the 1948-2009 period: temporal analysis. *Atmosfera*, 26, 1, 75-94
- Grimalt, M. et al (2020): Flood related mortality in a touristic island: Mallorca (Balearic Islands) 1960-2018. *Journal of Flood Risk Management*, e12644
- Grimalt, M. et al (2021a): The flood of October 9, 2018 in the city centre of Sant Llorenç des Cardassar (Mallorca). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47 (1), 265-286
- Grimalt, M. et al (2021b): Synoptic causes of torrential rainfall in the Balearic Islands (1941-2010). *Atmosphere*, 12 (8), 1035
- Hall, J.; Blosch, G. (2018): Spatial patterns and characteristics of flood seasonality in Europe. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, 22, pp. 3883-3901. [doi: 10.5194/hess-22-3883-2018](https://doi.org/10.5194/hess-22-3883-2018)
- IBESTAT (2021): Padrón de població de les Balears. Recuperado de: ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/poblacio/padro/2acef6cf-175a-4826-b71e-8302b

- Kelley, C. et al (2012). Mediterranean precipitation climatology, seasonal cycle and trend as simulated by CMIP5. *Geophysical Research Letters*, 39, 21, L21703. doi: [10.1029/2012GL053416](https://doi.org/10.1029/2012GL053416)
- Koutroulis, A.G. et al (2010): Seasonality of floods and their hydrometeorologic characteristics in the island of Crete. *Journal of Hydrology*, 394, 1-2, pp. 90-100
- Kysely, J. et al (2012): Different patterns of climate change scenarios for short-term and multi-day precipitation extremes in the Mediterranean. *Global and Planetary Change*, 98-99, pp. 63-72
- Mangini, W. et al (2018): Detection of trends on magnitude and frequency of flood peaks across Europe. *Hydrological Sciences Journal*, 63:4, 493-512. doi: [10.1080/02626667.2018.1444766](https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1444766)
- Martín-Vide, J. López-Bustins, J. A. (2006): The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 26, pp. 1455-1475. doi: [10.1002/joc.1388](https://doi.org/10.1002/joc.1388)
- Navarro, T. et al (1993): Estudios fenomorfológicos en la vegetación del sur de España. III. Comportamiento estacional de una comunidad de badlands (Tabernas, Almería, España). *Acta Botánica Malacitana*, 18, pp. 189-198.
- Raymond, F. et al (2006): Précipitations intenses sur le bassin Méditerranéen: quelles tendances entre 1950 et 2013? *Cybergeo: European Journal of Geography*. Document 760. doi: [10.4000/cybergeo.27410](https://doi.org/10.4000/cybergeo.27410)
- Reiser, H. et al (2010): Rainfall uncertainty in the Mediterranean: dryness distribution. *Theoretical Applied Climatology*, 100, pp. 123-135.
- Riesco Martín, J. et al (2014): Regimes of intense precipitation in the Spanish Mediterranean area. *Atmospheric Research*, 137, pp. 66-79
- Romero, R.; Ramis, C. (2002): Perfiles de precipitaciones torrenciales diarias en la España Mediterránea y configuraciones meteorológicas asociadas. *Thetys*, 2. Recuperado de : <http://www.tethys.cat/antics/num02/articles/art0202esp.htm>
- Rosselló, J.; Grimalt, M. (2021): Mapping of the Flood Distribution in an Urban Environment: The Case of Palma (Mallorca, Spain) in the First Two Decades of the 21st Century. *Earth*, 2(4), 960-971
- Ruiz, J.M. et al (2014): Flood frequency and seasonality of the Jucar and Turia Mediterranean rivers (Spain) during the “Little Ice Age”. *Méditerranée*, 122, pp.121-130
- Saulnier, G.M.; Le Lay, M. (2009): Sensitivity of flash-flood simulations on the volume, the intensity and the localization of rainfall in the Cévennes-Vivarais region (France). *Water Resources Research*, vol. 45, W10425. doi: [10.1029/2008WR006906](https://doi.org/10.1029/2008WR006906)
- Slater, L.J.; Villarini, G. (2016): Recent trends in U.S. flood risk. *Geophysical Research Letters*, 43, 12, pp. 428-436. doi: [10.1002/2016GL071199](https://doi.org/10.1002/2016GL071199)
- Tramblay, Y.; Somot, S. (2018): Future evolution of extreme precipitation in the Mediterranean. *Climatic Change*, vol. 151 (2), pp. 289-302
- Mediterranean. *Climatic Change*, vol. 151 (2), pp. 289-302