

# **INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE PALMA DE MALLORCA: DISTRIBUCIÓN DE LOS EPISODIOS Y TIPOS DE TIEMPO ASOCIADOS (2001-2016).**

M. GRIMALT GELABERT <sup>(1)</sup>, J. ROSSELLO GELI <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departament de Geografia, Universitat de les Illes Balears, España

<sup>(2)</sup> Grup de Climatologia, Hidrologia, Riscs Naturals i Paisatge, Universitat de les Illes Balears, España .

**miquel.grimalt@uib.es, joan.rosselloveli@uib.es**

## **RESUMEN**

Se desarrolla un análisis de los episodios de inundación que han afectado a la ciudad de Palma, en la isla de Mallorca, durante los primeros años del siglo XXI. Se trata de casos que los autores han considerado como “inundaciones urbanas”, que afectan tanto a áreas que, históricamente, han sufrido episodios de inundación, pero también a otros espacios en que los eventos son más recientes y se pueden ligar al desarrollo urbano y el crecimiento de superficies impermeables debido al proceso de urbanización.

Se han identificado 26 episodios. Se observa cómo responden a un número reducido de tipos de tiempo, con una preeminencia de las situaciones de tipo ciclónico (C) e indeterminado (U). A nivel espacial, se ha apreciado una distribución regular de los casos en los barrios de Palma, aunque cabe destacar el incremento de las inundaciones en zonas litorales de reciente desarrollo, así como en “puntos negros” de la red viaria, en concreto, pasos subterráneos y calles que sufren cortes debido al encharcamiento de las aguas pluviales.

**Palabras clave:** Palma de Mallorca, inundaciones, tipos de tiempo, Jenkinson y Collison

## **ABSTRACT**

An analysis of the flooding events that have affected the city of Palma de Mallorca is performed from the beginning of the 21st century. The episodes have been considered as “urban floods” by the authors because affect historically flooded areas as well as other locations, where events are recent and can be linked to the urban development and the increase of impervious surfaces.

26 events have been identified. It is observed that the most common weather types are the cyclonic (C) and the undetermined (U) ones. Regarding the location of the flooding, a regular distribution of impacts has been located in Palma’s boroughs, even if an increase of cases in recently developed coastal areas is found. Some specific points of the street network and underpasses suffer from pooling as a result of pluvial flooding.

**Key words:** Palma de Mallorca, floods, weather types, Jenkinson and Collison

## 1. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son un fenómeno recurrente en España y, en especial, en la costa mediterránea, ligadas a episodios de lluvias torrenciales (Martín Vide, 1985; Mateu, 1990). Las Islas Baleares son un área que muestra una especial afectación por estas precipitaciones, así como por sus efectos, en forma de inundación (Grimalt, 1992; Grimalt et al, 2006). De hecho, entre 1403 y 2010, se han contabilizado en las Islas más de 200 casos significativos y documentados de este fenómeno (Grimalt y Rosselló, 2011).

Estos eventos extraordinarios aparecen ligados a las características climáticas y territoriales de las Islas. Su localización geográfica implica un clima mediterráneo con una gran estacionalidad pluviométrica que presenta unos elevados registros principalmente en el otoño, a menudo con precipitaciones superiores a 100 mm/24 horas (Grimalt et al, 2006). La escasa extensión territorial provoca que las cuencas sean de reducidas dimensiones y con elevados factores de torrencialidad, lo que intensifica las crecidas que afectan a unos cauces secos la mayor parte del año. Estos factores provocan que la red superficial de aguas sea de tipo irregular, con escorrentía sólo después de episodios de lluvias de cierta relevancia o, en algunos casos, con una circulación ligada a la presencia de fuentes por las que se vierten aguas freáticas que circulan por los *torrents*, nombre que se da a estos cursos en la región.

Entre las Baleares, la isla de Mallorca es la más afectada por estos episodios de inundación. Al ser la de mayor dimensión, 3640 km<sup>2</sup>, es la que presenta las cuencas más grandes, superando algunas de ellas los 100 km<sup>2</sup> de superficie. Aún así, un gran número de eventos afecta a las cuencas de menor extensión, localizadas en las vertientes norte, este y sur de la isla.

Desde el siglo XIV se tiene constancia documental de inundaciones que han afectado a la isla. Los episodios históricos, afectaban esencialmente dos tipos de localizaciones muy concretas: bien ciudades cuyo casco urbano es cruzado por un *torrent* como Palma, Sóller o Manacor bien llanuras aluviales con elevado valor agrícola, como Sa Pobla, Campos o Sant Jordi (Grimalt, 1992). Desde la segunda mitad del siglo XX, se han identificado nuevos espacios afectados por inundaciones, localizados de forma preferente en la costa o en zonas suburbanas del interior, y que son el resultado del proceso urbanizador ligado a la terciarización de la economía insular. Como consecuencia del incremento de la presión humana sobre el territorio se generaron nuevas zonas urbanas inundables, situadas a menudo en puntos de desembocadura de cursos fluviotorrenciales (caso de las urbanizaciones de los fondos de cala del litoral oriental de la isla) y en sectores ligados a llanos de inundación (expansión de núcleos urbanos mediante áreas de residencias unifamiliares y consolidación de sectores turísticos cercanos a marismas y albuferas). Este incremento de episodios se produce en un contexto de desconocimiento del riesgo, derivado de la sensación de falsa seguridad que provoca la ausencia de escorrentía continua y combinado con el afán constructivo. Este aumento de situaciones de riesgo se produce paralelamente a procesos similares en Europa (Swan, 2010; Audisio y Turconi, 2011; Poelmans et al, 2011; Papagiannaki et al, 2015) y en España (Llasat et al, 2009a; Camarasa y Soriano, 2011; Llasat et al 2014; Cortès et al, 2017)

El objetivo del presente análisis es catalogar los episodios de inundación que han afectado a la ciudad de Palma desde el año 2001 hasta el 2016. Se pretende conocer a qué umbrales de precipitación responden, cuales son las situaciones atmosféricas asociadas a estos episodios y en qué zonas del municipio se registran. El análisis y clasificación de las áreas afectadas permitirá discriminar las inundaciones entre las que son generadas por el propio proceso urbanizador, subsidiarias de ocupación de terrenos inundables, o bien se trata de la continuidad de procesos de desbordamiento de cursos de agua ya presentes históricamente.

Para la datación de los eventos y caracterización de los perjuicios y áreas afectadas se ha partido de la consulta sistemática de la prensa diaria regional, concretamente los periódicos *Diario de Mallorca* y *Última Hora*. La información sobre las precipitaciones registradas se ha obtenido de la AEMET, en tanto que los datos sobre el tipo de circulación atmosférica se han conseguido de la aplicación del método de Jenkinson y Collison en base al reanálisis de diversos puntos de la cuenca mediterránea occidental (Grimalt et al., 2013).

La zona de estudio es la ciudad de Palma, situada en la zona sur de la isla de Mallorca (Figura 1). Sobre una superficie de 208,6 km<sup>2</sup> se asienta una población de 400.578 habitantes (Ajuntament de Palma, 2015). La capital de las Baleares tiene sus raíces en la época romana y muestra huellas de las diferentes etapas históricas que se han sucedido hasta nuestros días. En la actualidad, la ciudad presenta una funcionalidad económica ligada a su capitalidad (sede de las instituciones autonómicas) y a la actividad turística del conjunto de las Baleares. Todo ello ha provocado un crecimiento urbano acelerado, iniciado a mediados del siglo XX que se ha mantenido hasta hoy, con diferentes áreas afectadas por diversos usos del suelo.

El desarrollismo de finales de los años 60 promovió un ensanche altamente densificado, generador de desigualdades sociales y de graves deficiencias urbanas a nivel de equipamientos e infraestructuras. La falta de control durante esta etapa, unida a un periodo de falta de episodios de inundación, llevaron a la construcción de nuevas zonas urbanas residenciales y de servicios, que ocuparon los lindes de los torrentes de la zona e, incluso, parte de los cauces. Se produce así una impermeabilización de grandes superficies lo que supone un incremento de los coeficientes de escorrentía, así como la concentración de caudales en algunos cauces torrenciales (Máyer et al, 2006).

El sistema fluvial del municipio está organizado por una estructura de cursos efímeros, que conforman la vertiente de Palma, que está formada por 8 torrentes que desembocan en la bahía (Figura 2) y cuyas características más destacadas aparecen en la tabla 1.

Los *torrentes* del Mal Pas, s'Aigua Dolça i Sant Magí desembocan en la zona oeste de la bahía. Las litologías kársticas y las bajas precipitaciones en la zona de cabecera, en la serra de Na Burguesa (600 mm/anales), determinan su escasa funcionalidad, a pesar de sus notables pendientes.

En la zona central de la bahía desembocan los cursos que presentan mayores cuencas y un recorrido más largo. El *torrent* Gros, el de Bàrbara y, sobretudo, sa Riera, son cursos fluviotorrenciales que nacen en la zona axial de la serra de Tramuntana,

alineación montañosa que recoge las más altas cantidades de lluvia de la Isla (800-1000 mm/anuales). Los cauces pueden presentar escorrentía durante los meses fríos del año, consecuencia de las abundantes fuentes que aparecen en cabecera, aunque la fuerte antropización de los tramos bajos redonda en una pobre funcionalidad torrencial al cabo del año. Sa Riera es el curso en el estuario del cual se situó el primitivo puerto de la ciudad y a lo largo de la historia ha protagonizado inundaciones históricas que han marcado la evolución urbana, desde la gran catástrofe de 1403, que arrasó toda la parte baja de la ciudad, hasta su desviación por el foso occidental de la muralla en 1613, desviación que no cumplió plenamente su cometido hasta 1850 (Grimalt, 1990).



*Fig. 1: Palma de Mallorca y su situación en España y las Baleares. Fuente: Torrens, Rosselló y Grimalt (2016).*

Finalmente, en la zona oriental de la bahía de Palma acaban su recorrido dos cursos que provienen de relieves de media altitud, situados en la parte central de Mallorca. La escasa pendiente, la naturaleza kárstica del terreno por donde circulan, las escasas precipitaciones de la zona y su encajonamiento en profundos barrancos durante la mayor parte de su recorrido hacen que los *torrents* des Jueus y de Son Verí sean los menos funcionales de la vertiente de Palma.

Los cauces de los cursos, sobre todo en los tramos finales, se encuentran inmersos en la estructura urbana de la ciudad. Este hecho determina el índice de peligrosidad de cada cuenca frente al riesgo de inundación. Así, los *torrents* Gros, de na Bàrbara y Son Verí se consideran de riesgo alto. El *torrent* de sa Riera presenta un índice

medio en el tramo central de su recorrido (en las afueras de Palma), que se incrementa a alto en la zona de desembocadura. Por otro lado, los índices de riesgo de las cuencas situadas en la parte occidental de la bahía se sitúan en el nivel 2, medio. Según los estudios de la Dirección General de Recursos Hídricos del Govern Balear (2002), las causas de estas valoraciones se hallan en factores como localización en zona urbana densa, cubrimiento y/o estrechamiento de cauce, cruce de calles y carreteras sobre los lechos, presencia de puentes, etc.

<b>Torrent</b>	<b>Superficie cuenca (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Longitud canal principal (km)</b>	<b>Pendiente tramo final (%)</b>	<b>Índice peligrosidad</b>
Aigua Dolça	0,16	2,90	5,3	2
Mal Pas	3,87	6,30	4,5	2
Sant Matgí	12,10	8,70	2,7	2
Gros	208,46	23,55	0,2	3
Na Bàrbara	40,62	18,60	0,7	3
Riera	58,23	20,9	2,7	2-3
Jueus	25,60	9,02	0,8	2
Son Verí	28,08	7,50	2,1	3

*Tabla 1: Características de los cursos de la vertiente de Palma. Fuente: elaboración propia a partir de Direcció General de Recursos Hídrics (2002) y Castro et al (2013).*

## 2. MÉTODOS Y DATOS

A partir de la consulta sistemática de las noticias de la prensa periódica local de Palma, se han podido establecer hasta 26 casos de inundaciones en la ciudad entre los años 2001 y 2016. De cada uno de ellos se ha recogido los detalles de las áreas perjudicadas y el tipo de afectación (Tabla 2).

Esta información se ha complementado con los datos de precipitación facilitados por la Agencia Española de Meteorología y referidos a la estación B228 Puerto de Palma.

Una vez identificados los eventos con la fecha de ocurrencia, se ha procedido al análisis de los tipos de tiempo que son los causantes de estos episodios. Para ello se ha utilizado el método de Jenkinson y Collison (1977), sistema objetivo de clasificación de tipos diarios de tiempo basado en 8 variables deducidas a partir de la presión atmosférica en superficie y que permite diferenciar entre los siguientes tipos de tiempo: ciclónicos (C), anticiclónicos (A), indeterminado (U) y de tipo advectivo (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).

Este procedimiento ya ha sido utilizado para el estudio de las precipitaciones en España y el litoral mediterráneo (Martín Vide, 2002; Grimalt et al, 2013; Llop y Alomar, 2014) y también para analizar inundaciones tanto en la cuenca mediterránea occidental (Gilabert y Llasat, 2017) como en la oriental (Koc et al, 2017).

Posteriormente se ha optado por ordenar las áreas afectadas en función de sus características en relación a las características del medio físico o al desarrollo urbanístico. Finalmente, se establece una clasificación de los eventos durante el período de análisis en base a los sectores afectados y a las circunstancias que los categorizan.

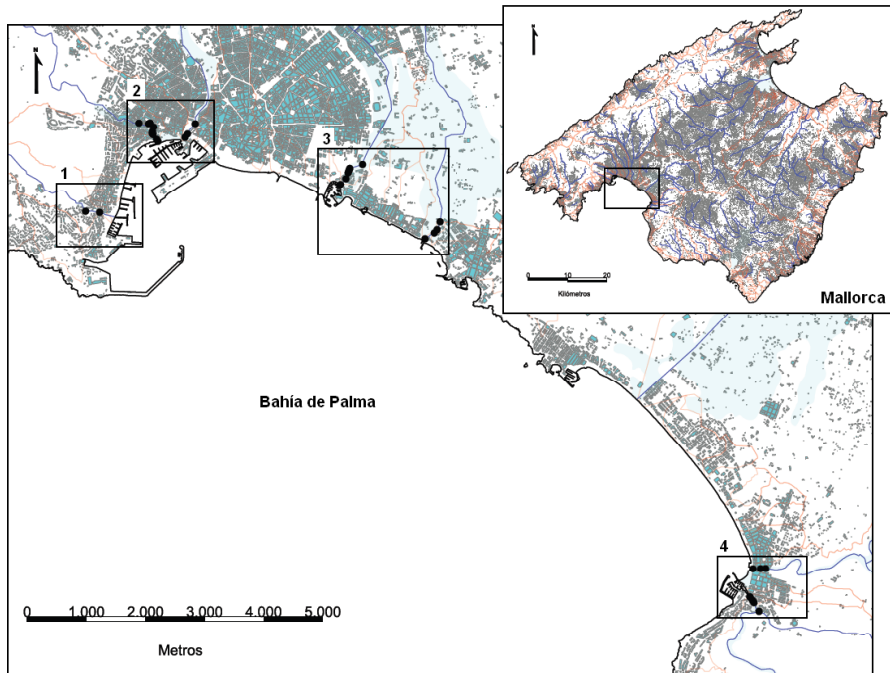


Fig. 2: Puntos de desembocadura de los torrents de la vertiente de Palma. Zona 1: torrents Aigua Dolça y Mal Pas. Zona 2: Sant Magí y Sa Riera. Zona 3: Gros y na Bàrbara. Zona 4: Jueus y Son Verí. Fuente: Castro et al (2013).

### 3. RESULTADOS

Se han podido determinar hasta un total de 26 casos de inundaciones, la información más relevante de los cuales se resume en la tabla 2.

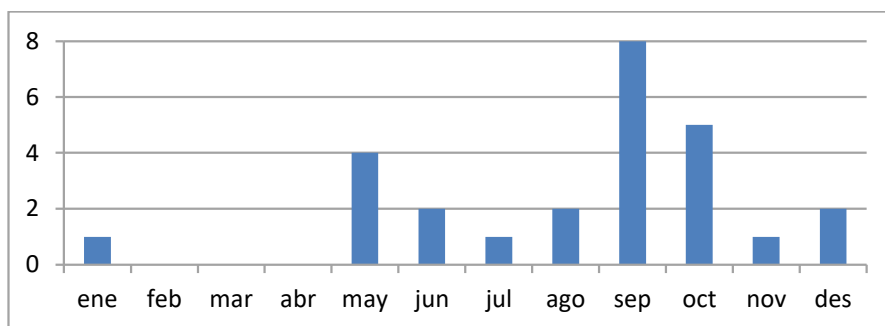
#### 3.2. Tipos de tiempo asociados y precipitaciones

Una vez analizadas las situaciones sinópticas de los días de inundación, se observa como predominan los tipos clasificados como ciclónicos, con 9 casos, seguidos por los indeterminados, en 8 ocasiones. La distribución por frecuencias, absolutas y relativas, aparece en la tabla 3

Fecha	(mm/24h)	Tipo de tiempo J & C	Puntos de impacto	Tipología afectación
06/09/2001	41,6	C	Prat Sant Jordi, Arenal	a
13/07/2002	57,5	NE	Llonja, sa Drassana, Passeig Marítim	d
20/08/2007	25,4	A*	Eusebio Estada, Son Castelló, Son Oliva	f
24/09/2007	27,1	U	Son Castelló	f
04/10/2007	22,3	U	Passeig Marítim	d
12/10/2007	43	E	Son Ferriol, Son Banya	b, c
17/10/2007	22,3	U	Passeig Marítim, Son Rapinya, Son Castelló, Can Valero, Son Moix, es Molinar	a, c, d, f
09/05/2008	74,7	C	Son Oliva, c/Brondo	e, f
18/05/2008	30,9	U	Son Sardina, Cami dels Reis, Son Moix	b
11/06/2008	25,1	U	Son Armadans, Passeig Marítim	b, e
01/09/2008	11,1	C	Son Armadans	b
22/09/2008	12,4	C	Rafal Nou, Son Oliva, Eixample	e, f
12/10/2008	4,9	A*	Son Oliva, Son Castelló	f
15/12/2008	39,2	C	Son Llätzer, sa Gruta, es Molinar, Poligon Llevant, carretera de Sineu, carretera de Manacor	a, b
28/09/2009	23,4	E	sa Casa Blanca	b
08/01/2010	47,4	C	Passeig Marítim	d
03/05/2010	112,5	C	Son Moix, Can Valero, la Soledat, s'Arenal, Poligon Llevant	a, c, e
31/05/2011	30,8	C	Son Oliva, Eixample, Son Castelló	e, f
04/11/2011	21,4	CSW	sa Vileta, Son Moix, Can	c

1			Valero	
26/08/2013	32,4	U	-	
29/10/2013	43,4	C	Son Oliva, Son Castelló,	f
17/06/2014	69	NE	Passeig Marítim, es Molinar, Via Cintura, Eixample	d, e, f
04/09/2015	124,3	U	Poligon de Llevant, Passeig Marítim, Son Armadans, Gènova, Ciudad Jardin, es Molinar, Aeroport Son Sant Joan	a, c, d, e
30/09/2015	33	E	Eixample	e
24/09/2016	43,1	U	Son Sardina, Son Espases, Secar de la Real, Son Rapinya, La Vileta, son Moix	c
19/12/2016	80,2	E	Son Armadans, sa Vileta, Can Valero, Son Espases, carretera de Sineu carretera de Manacor	a, b, c

*Tabla 2: Episodios de inundación en Palma, precipitaciones registradas, tipo de tiempo, área afectada y tipología. Fuente: elaboración propia a partir de AEMET, Diario de Mallorca y Última Hora.*



*Fig. 3: Distribución mensual de los episodios.*

Los tipos de carácter ciclónico aparecen principalmente en septiembre y mayo, en 3 ocasiones cada uno. El resto de casos aparece en otoño (1) e invierno (2). Por lo que se refiere al tipo U, éste se localiza en septiembre y octubre (2 casos) mientras que los otros 6 episodios se dan entre mayo y agosto, nunca en invierno.

Tipo de tiempo	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
C	9	35
U	8	31
E	4	15
A	2	8
NE	2	8
CSW	1	3

*Tabla 3: Frecuencias absoluta y relativa de los tipos sinópticos ligados a inundaciones.*

El tercer tipo de tiempo más repetido, E, se da entre septiembre y diciembre y no aparece en primavera ni verano. El resto de episodios tiene una frecuencia menor y cabe destacar la presencia de dos eventos de tipo advectivo con componente Este (NE), que para episodios de precipitaciones intensas sobre las Islas Baleares muestran un porcentaje importante de ocurrencia según Llop y Alomar (2012).

Esta distribución de los tipos de tiempo, con un predominio de las situaciones ciclónicas, se corresponde con los resultados obtenidos por estudios referidos a precipitaciones en el área balear, que muestran la importancia de la circulación ciclónica como génesis de episodios lluviosos que dan lugar a inundaciones en la cuenca balear (Llop y Alomar, 2012; Grimalt et al, 2013).

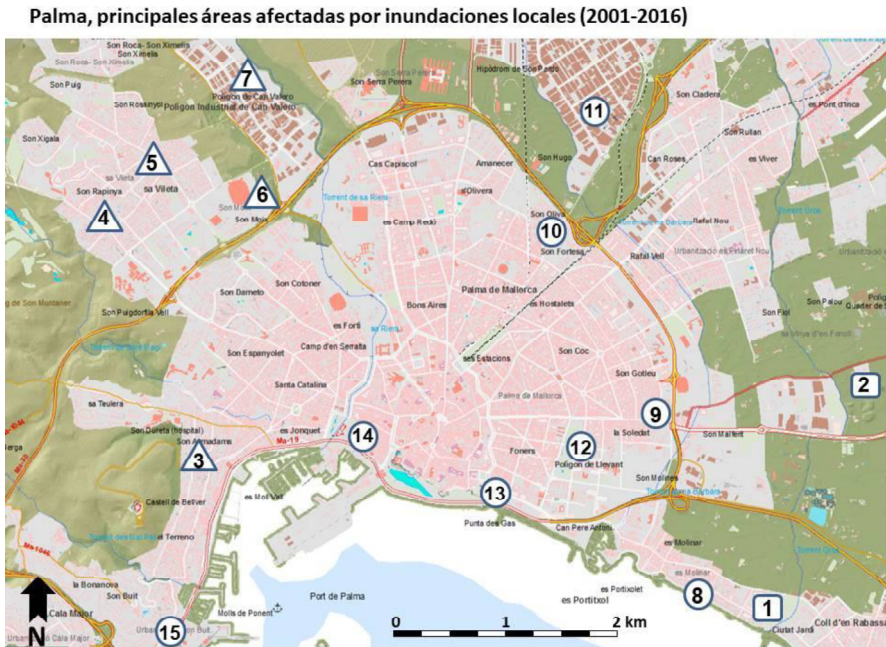
Por lo que se refiere a la precipitación final del episodio, ésta no resulta especialmente explicativa, debido a las grandes diferencia espaciales en el reparto de la misma a lo largo del área urbana y que la red pluviométrica y pluviográfica es manifiestamente insuficiente. No se pueden establecer patrones de relación entre la cantidad de lluvia y los efectos provocados.

### **3.3. Áreas afectadas**

A partir de los datos que aparecen en la prensa diaria, se ha podido situar espacialmente el impacto provocado por las inundaciones en las diferentes zonas de la ciudad (Figura 4). El uso de la prensa como fuente para conocer los daños originados por este tipo de episodios está ampliamente aceptado en la comunidad científica nacional (Duce, 2002; García y Martí, 2000; Hernández et al, 2003; Máyer, 2002; Olcina et al, 2004) e internacional (Llasat et al, 2009a; Llasat et al, 2009b; Payrastra et al, 2003; Petrucci y Pasqua, 2008).

Se puede establecer una diferenciación entre los episodios que se relacionan con desbordamientos de tramos bajos de cursos con cabecera fuera del continuo urbano de aquellas en donde se producen inundaciones como consecuencia de deficiencias de drenaje, a menudo derivadas de la presencia de una red fluviotorrencial previa a la urbanización y que ésta se ha integrado en la ciudad.

Los sectores críticos que expresamente aparecen en las noticias de la prensa, que suman hasta 52, se pueden agrupar en 6 categorías:



*Figura 4. Localización de las principales áreas afectada por inundaciones (elaboración propia).*

*Llanos aluviales 1. Ciudad Jardín, 2. Son Llätzer*

*Vaguadas naturales: 3. Son Armadans, 4. Son Rapinya, 5. Sa Vileta, 6. Son Moix, 7. Polígon Son Valero*

*Drenajes deficientes: 8. Es Molinar, 9. La Soledat, 10. Son Oliva, 11. Son Castelló (metro), 12. Polígon de Llevant, 13. Passeig Marítim (E), 14. Sa Llonja/Drassanes, 15. Passeig Marítim (W)*

a- Vaguadas naturales urbana correspondientes a valles o rieras naturales, mayoritariamente localizadas en la parte occidental de la ciudad, coincidiendo con la vertiente suroccidental de la Serra de Tramuntana (Son Ferriol, Son Rapinya, Can Valero, Can Brondo, Camí dels Reis, Son Moix, Son Armadans, Son Sardina, Secar de la Real, Son Espases, Gènova)

b- Sectores costeros con anegamientos favorecidos por la acumulación de caudales generados dentro de la trama urbana sin que las líneas de flujo se correspondan a líneas naturales de drenaje preexistentes (Passeig Marítim/ Plaça Drassana/ Passeig Sagraera, s'Arenal).

c- Zonas urbanas llanas desprovistas de drenajes naturales (es Rafal Nou, la Soledat, Ensanche)

d- Infraestructuras de comunicación de diseño marcadamente deficiente. (Eusebi Estada/Son Oliva, Metro Son Castelló, Vía de Cintura),

Las seis categorías definidas varían según su relación con las condiciones naturales del territorio, de manera que las tres primeras (a, b y c) vienen claramente determinadas por las líneas de drenaje previas a la urbanización. En el caso de las

tipologías d y e se trata de errores relacionables con las condiciones de diseño urbanístico. Finalmente, hay una categoría (f) que tiene un origen directamente ligado a infraestructuras de factura deficiente.

#### 4. CONCLUSIONES. TIPOLOGÍAS DE INUNDACIONES

Si se realiza un análisis de las tipologías de afectación para cada uno de los episodios, las fechas con inundaciones se pueden agrupar siguiendo los siguientes patrones.

- Inundaciones favorecidas por las deficiencias de drenaje atribuibles a las actuaciones antrópicas, categoría que agrupa 12 eventos. Cuatro de dichos episodios se restringen a infraestructuras mal diseñadas (metro, pasos subterráneos), en tanto que en las restantes se hacen extensivos a áreas con fallos en la evacuación de agua, tanto en la línea litoral como en sectores llanos de la parte oriental del ensanche.

- Episodios centrados en vaguadas naturales, integradas en el viario urbano, categoría que abarca 5 jornadas, suelen responder a aguaceros localizados en áreas donde el relieve permite la concentración de caudales siguiendo las líneas de drenaje natural.

- Inundaciones de amplia afectación, durante las cuales se producen problemas tanto en los tramos finales de cursos fluviotorrenciales con cabecera en áreas rurales como también en las vaguadas urbanas y en los sectores deficientemente drenados. Se han dado 4 casos, tres de ellos coincidiendo con los máximos de precipitación del período (19/12/2016, 4/09/2015 y 3/05/2010).

- Inundaciones restringidas a las zonas rurales llanas de la parte oriental del término y/o a tramos finales de cursos torrenciales con cabecera extraurbana. Tipología restringida a 4 eventos.

- Episodios sobre los que la prensa no ofrece información del área afectada. Se debe destacar como en el período estudiado no se han producido inundaciones de gran magnitud afectando la totalidad del término. Esta tipología se ha presentado históricamente en la ciudad, con episodios muy destacables a lo largo del siglo XX, particularmente el 25/09/1962, el 12/10/1962 y el 29/09/1934.

Los tipos de episodios mayoritarios son aquellos que derivan directamente del proceso de urbanización, impermeabilización y deficiencias de drenaje (17 de los 25 casos descritos), en tanto que aquellas relacionables con desbordamientos de cursos naturales se limitan a 8.

La prensa como fuente presenta el inconveniente que cuando hay problemas de inundación en áreas donde éstos no son tan frecuentes se pone especial hincapié en las mismas, dejando de lado la información sobre las áreas más habituales. No obstante, el crecimiento urbano, sin respetar el medio natural, incide en el aumento de los eventos a lo largo de este siglo. Estos episodios pueden denominarse como “urbanos” y se relacionan con la impermeabilización de extensas zonas de la ciudad, destinadas a usos residenciales, comerciales, turísticos y de servicios, más que con la salida de cauce de las aguas que corren por los torrentes. La ausencia de planificación de la evacuación de aguas pluviales genera graves problemas en caso de lluvias intensas, lo que se une a la falta de previsión en el desarrollo urbano en

relación a la ocupación de espacios de riesgo, algo común en la vertiente mediterránea española.

En relación a los tipos de tiempo predominantes durante los episodios, destacan las de tipo ciclónico y tipo indeterminado, que suponen el 65% de los eventos. Estacionalmente debe remarcar el ligero predominio del otoño en ambos casos.

Las inundaciones se han convertido en un riesgo natural frecuente a pesar de la disminución de las grandes crecidas. En su lugar, aparecen inundaciones que podemos denominar “pequeñas”, de menor dramatismo, pero mayor frecuencia y con un destacado impacto socio-económico al afectar a una superficie más extensa del entramado urbano de Palma.

## REFERENCIAS

- Ajuntament de Palma (2015): Dades de població. Ajuntament de Palma.
- Audisio, C.; Turconi, L. (2011): *Urban floods: a case study in the Savigliano area (North-Western Italy)*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 2951-2964.
- Camarasa, A.M.; Soriano, J. (2011): *Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain)*. Landscape and Urban Planning, 104, 189-200.
- Castro, P.F. et al (2013): *Caracterización de los tramos finales de los cursos fluviotorrenciales de la bahía de Palma en función de su grado de antropización* en: Espacios insulares y de frontera, una visión geográfica. Actas del XXIII Congreso de Geógrafos Españoles. AGE, CSIC, UIB. Palma de Mallorca, 81-90.
- Cortès, M. et al (2017): *Towards a better understanding of the evolution of the flood risk in Mediterranean urban areas: the case of Barcelona*. Natural Hazards, 88, 1-22. DOI: 10.1007/s11069-017-3014-0.
- Direcció General Recursos Hidrics (2002): *Atles de delimitació geomorfològica de xarxes de drenatge i plans d'inundació de les Illes Balears*. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Palma.
- Duce, E. (2002): *El medio natural como problema social: los aspectos hídricos en el diario La Vanguardia (1970-1990)* in: Guijarro, J.A. et al (Eds): *El agua y el clima. L'aigua i el clima*. Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, 407-416.
- García, E.; Martí, A. (2000): *Riesgos climáticos en Galicia: Una aproximación a través de la prensa (1983-1997)*. Eria, 53, 259-269.
- Gilabert, J.; Llasat, M.C. (2017): *Circulation weather types associated with extrem flood events in Northwestern Mediterranean*. International Journal of Climatology, 38 (4), 1864-1876.
- Grimalt, M. (1989): *Les inundacions històriques de sa Riera*. Treballs de Geografia, 42, 19-26.
- Grimalt, M. (1992): *Geografia del risc a Mallorca. Les inundacions*. Institut d'Estudis Baleàrics. Palma de Mallorca. 359 pp.
- Grimalt, M. et al (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, nº 5. Universidad de Zaragoza, 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*. *Atmósfera*, 26 (1), 75-94.
- Grimalt, M.; Rosselló, J. (2011): Anàlisi històrica de les inundacions a les Illes Balears segons la Guia Metodològica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Govern de les Illes Balears. Palma. 442 pp+Atlas.
- Hernández, L. et al (2003): *Estudio de los acontecimientos meteorológicos extremos en la comunidad autónoma del País Vasco (1870-1954) a través de la prensa*. *Investigaciones Geográficas*, 30, 165-180.
- Jenkinson, A.F.; Collison, F.P. (1977): An initial climatology of gales over the North Sea. Technical report, Synoptic Climatology Branch memorandum 62. Bracknell.
- Koc, G. et al (2017): *Analysis of the most catastrophic flood events in Turkey (1960-2014): triggering mechanisms of the flood events*. 7<sup>th</sup> International Conference on Flood Management book of abstracts. Leeds, 237.
- Llasat, M.C. et al (2009a): *A press database on natural risks and its application in the study of floods in Northeastern Spain*. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 2049-2061.
- Llasat, M.C. et al (2009b): *An analysis of the evolution of hydrometeorological extremes in newspapers: the case of Catalonia, 1982-2006*. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1201-1212.
- Llasat, M.C. et al (2014): *Flash flood evolution in the North-Western Mediterranean*. *Atmospheric Research*, 149, 230-243.
- Llop, J.; 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 y las Islas Baleares* en: Rodríguez, C. et al (Eds): Cambio climático. Extremos e impactos. Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 8. Universidad de Salamanca, 449-458.
- Martín Vide, J. (1985): *Pluges e inundacions a la Mediterrània*. Editorial Ketres. Barcelona. 132 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. et al (Eds): La información climática como herramienta de gestión ambiental. AGE y Universidad de Zaragoza, 123-127.
- Marzol, M.V. (2002): *Lluvias e inundaciones en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife* en: Guijarro, J.A. et al (Eds): El agua y el clima. L'agua i el clima. Asociación Española de Meteorología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, 461-470.
- Mateu Bellés, J.P. (1990): *Avenidas y riesgo de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica*. *Boletín de la AGE*, 10, 45-96.
- Máyer, P. (2002): *Desarrollo urbano e inundaciones en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (1869-2000)*. *Investigaciones Geográficas*, 28, 145-159.

- Máyer, P. et al (2006): *Lluvias e inundaciones en los centros turísticos de Gran Canaria: el caso de San Bartolomé de Tirajana*. Investigaciones Geográficas, 41, 155-173.
- Olcina, J. et al (2004): *La prensa como fuente para el estudio de los episodios de inundación* en: Gil Olcina, A. et al (Eds): Aguaceros, aguaduchos e inundaciones en áreas urbanas alicantinas. Publicaciones de la Universidad de Alicante, 37-84.
- Papagiannaki, K. et al (2015): *Flash flood occurrence and relation to rainfall hazard in a highly urbanized area*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 1859-1871.
- Payrastre, O. et al (2003): *Use of local and regional newspapers for historical flood investigation in small catchment areas*. EGS-AGU Joint Assembly Abstracts, Niza, 1409.
- Petrucci, O.; Pasqua, A.A. (2008): *The study of past damaging hydrogeological events for damage susceptibility zonation*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8, 881-892.
- Poelmans, L. et al (2011): *The relative impact of climate change and urban expansion on peak flows: a case study in central Belgium*. Hydrological Processes, 25, 2846-2858.
- Swan, A. (2010): *How increased urbanisation has induced flooding problems in the UK: A lesson for African cities?* Physics and Chemistry of the Earth, 35, 643-647.
- Torrens, J.M.; Rossello, J.; Grimalt, M. (2016): *Recopilación de información vinculada a temporales de viento, precipitaciones torrenciales e inundaciones en la ciudad de Palma de Mallorca entre los años 2000 y 2015* en: Olcina, J. et al (Eds): Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio. X Congreso Internacional de la AEC. Alicante, 417-425.