

ARTÍCULOS / ARTICLES

EVOLUCIÓN DE LOS EPISODIOS DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD DE MADRID: FACTORES TERRITORIALES Y SINÓPTICOS

Beatriz Cristina Jiménez Blasco

Universidad Complutense de Madrid
bcjimene@ghis.ucm.es
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1636-1487>

M^a Pilar García Rodríguez

Universidad Complutense de Madrid
mpgarcia@ucm.es
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7237-2335>

José M^a García Alvarado

Universidad Complutense de Madrid
josemaga@ucm.es
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5803-5765>

M^a Eugenia Pérez González

Universidad Complutense de Madrid
meperez@ucm.es
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9416-5003>

Recibido: 15/09/2022; Aceptado: 26/01/2024; Publicado en línea: 04/10/2024

Cómo citar este artículo/citation: Jiménez Blasco, Beatriz Cristina; García Rodríguez, M^a Pilar; García Alvarado, José M^a y Pérez González, M^a Eugenia (2024). Evolución de los episodios de inundación en la Comunidad de Madrid: factores territoriales y sinópticos, *Estudios Geográficos*, 85 (296), e161. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2024167.167>

Resumen: a pesar de que la Comunidad de Madrid no tenga un riesgo elevado de inundación, sí ha tenido en el pasado cierta recurrencia y actualmente mantiene eventos ocasionales que generan elevados costes. Se realiza un exhaustivo inventario a partir de fuentes documentales, recopilando información de 138 inundaciones entre 1836 y 2021. Con ella se explica la causalidad de la distribución espacial de los casos, tanto en cuanto a algunos de sus componentes físicos, como antrópicos. Destaca el enorme peso entre la relación de la pendiente y la red hidrográfica con la ocupación urbana, en la que se toma como indicador la densidad de edificios por hectárea. Se pone de manifiesto que las áreas más vulnerables han sido históricamente Aranjuez y Madrid ciudad, mientras que en la actualidad se incorporan los municipios del sur y este de la Comunidad. El estudio de las causas sinópticas de las inundaciones ha revelado un cambio entre las inundaciones históricas y las actuales. Entre las primeras, dominaban hasta mediados de los años cincuenta del siglo XX los tipos de tiempo zonales y advecciones atlánticas propios del invierno, de varios días de duración, responsables de precipitaciones elevadas en una cuenca del Tajo todavía sin regular. En las últimas décadas, las mejoras de infraestructuras hidráulicas y la intensa expansión urbana ciñen las inundaciones preferentemente a precipitaciones elevadas puntuales asociadas a DANAs en cualquier época del año y a pantanos barométricos, característicos de la estación estival.

Palabras Clave: inundaciones, inventario histórico, hemerotecas, distribución espacial, causas sinópticas, Madrid

EVOLUTION OF FLOOD EPISODES IN THE COMMUNITY OF MADRID: TERRITORIAL AND SYNOPTIC FACTORS

Abstract: Although the Community of Madrid does not have a high risk of flooding, it has had a certain recurrence in the past and currently has occasional events that generate high costs. An exhaustive inventory is carried out based on documentary sources, compiling information on 138 floods between 1836 and 2021. These data explain the causality of the spatial distribution of cases, both in terms of some of their physical and anthropic components. It highlights the enormous weight between the relation of the slope and the hydrographic network with the urban occupation, in which the density of buildings per hectare is taken as an indicator. It is shown that the most vulnerable areas have historically been Aranjuez and Madrid city, while at present the municipalities of the south and east of the Community are incorporated. The study of the synoptic causes of floods has revealed a change between historical and current floods. In the historical floods, the zonal weather types, and Atlantic advections typical of winter, lasting several days, dominated until the mid-fifties of the 20th century, responsible for high rainfall in a still unregulated Tagus basin. In recent decades, the improvements in hydraulic infrastructures and intense urban expansion limit floods preferably to occasional high rainfall associated with DANAs at any time of the year and to barometric swamps, characteristic of the summer season.

Key words: floods, historical inventory, newspaper archives, spatial distribution, synoptic causes, Madrid

INTRODUCCIÓN

En España las inundaciones suponen uno de los riesgos naturales más recurrentes, con su máxima frecuencia en las costas mediterráneas (Barriendos *et al.*, 2019 y Martín-Vide *et al.*, 2021), seguidas de las atlánticas y cantábricas, y en menor medida en el interior peninsular, aunque aquí tampoco son desdeñables. Entre estas son trágicamente destacadas las que tradicionalmente anegaban las localidades asentadas en o junto a las vegas de los ríos, como las acaecidas en Aranjuez, Talavera de la Reina, Badajoz, Valladolid, etc. (Morales Rodríguez y Ortega Villazán, 2002; Benito *et al.*, 2003; López Rodríguez *et al.*, 2021, entre otros muchos).

En la Comunidad de Madrid las crecidas de los ríos con consecuencias de carácter catastrófico en cultivos, viviendas, obra urbana y diversas infraestructuras eran un fenómeno frecuente en épocas pasadas, generalmente asociadas a episodios de gran volumen de precipitación en la cuenca alta y a otros puntales de gran concentración horaria (Benito *et al.*, 2003; Jiménez Sánchez, 2003; Machado *et al.*, 2015; Pérez González y Jiménez Blasco, 2022). Hay noticias de destrozos por desbordamientos de casi todos los ríos y de numerosos arroyos, muchos de los cuales han pasado a ser canalizaciones subterráneas, de manera que los sistemas de drenaje naturales han sido sustituidos en los territorios urbanizados por elementos artificiales (Skougaard Kaspersen, 2017; Pérez-González *et al.*, 2022; Ma *et al.*, 2022), de cuyo diseño y mantenimiento dependerá la eficiencia del drenaje y la mitigación de este fenómeno natural.

Desde antaño se han ido desarrollando complejas y completas metodologías para el conocimiento geomorfológico, hidrológico, biológico, y más recientemente ecológico, de los sistemas fluviales en ámbitos territoriales naturales y seminaturales, si bien recientemente impera una meta restauradora de ecosistemas naturales fluviales (Magdaleno Mas y Martínez Romero, 2011). Más complicado resulta la viabilidad de esos objetivos en los amplios espacios urbanos y semiurbanos, pues las canalizaciones obedecen básicamente a criterios urbanísticos de eficiencia de drenaje, para despejar “aguas”, en los que los criterios de sostenibilidad y calidad ambiental tienen menor peso, (Comunidad de Madrid, 2018).

El agua en el territorio rururbano y urbano, que es predominante en dicha Comunidad, es un componente y factor esencial en la dinámica geográfica de la región. En ese sentido, el daño real o virtual que

puedan producir las inundaciones será siempre consecuencia del encuentro entre los actores naturales y los derivados de la antropización.

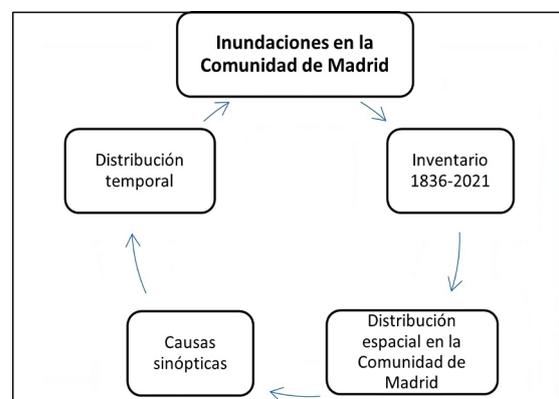
Este trabajo tiene como objetivo actualizar el inventario de las inundaciones ocurridas en la Comunidad de Madrid desde 1836 a 2021 y conocer su cuantía, distribución espacial y daños ocasionados. Para ello se analizan sus peculiaridades a través de la prensa histórica y fuentes recientes, se determinan las áreas de afectación y se establece su frecuencia, así como los elementos del medio natural y antrópico que intervienen en el mismo (García Rodríguez y Pérez González, 2011; Pérez González y García Rodríguez, 2016; Arístegui Cortijo, y Pérez González, 2017; García Alvarado *et al.*, 2018 y 2020; Pérez-Morales *et al.*, 2017; Illán-Fernández *et al.*, 2022).

A modo de aporte en el progreso del conocimiento de esta “mixticidad” causal, se indaga en este artículo sobre las inundaciones históricas de la región en tres dimensiones básicas: su inventario, su representación espacial y las causas sinópticas que fueron las detonantes del hecho. De la información cualitativa de la prensa no es fácil inferir la evaluación cuantitativa de los daños, pero sí se intenta dibujar un escenario cualitativo de perjuicios, trastornos e interrupciones en la vida urbana ordinaria.

FUENTES Y METODOLOGÍA

El estudio de las inundaciones de Comunidad de Madrid abarca varios aspectos metodológicos diferenciados, que cubren una parte cuantitativa y cualitativa de su frecuencia, localización y características específicas (Figura 1), que se sintetizan en:

FIGURA 1
DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: Elaboración propia

a) Inventario de inundaciones entre 1836 y 2021. La fecha de inicio se ha ajustado a la disponibilidad de los tipos sinópticos que condicionan estos episodios y a los registros de la prensa histórica (Anexo 1).

b) Análisis espacial elaborado a partir de los episodios registrados, encaminado a establecer las relaciones con el medio físico y antrópico.

c) Conocer las causas sinópticas que intervienen en las inundaciones históricas y recientes.

El Inventario de inundaciones se realiza a partir de la búsqueda selectiva en la Comunidad de Madrid, en las siguientes fuentes y archivos:

- Inundaciones históricas y mapas de riesgos de la Confederación Hidrográfica del Tajo, publicado en 1985.
- Catálogo Nacional de Inundaciones históricas en la cuenca del Tajo, elaborado en 2007 y actualizado hasta 2010 por la Dirección General y Emergencias del Ministerio del Interior.
- Biblioteca Virtual de Prensa histórica.
- Biblioteca Nacional de España. Hemeroteca Digital.
- Hemeroteca de periódicos.
- Universidad de Castilla la Mancha. Prensa histórica.

De las bibliotecas y prensa digital se ha catalogado cada evento, su crónica y los datos de interés (localización, extensión, daños o pérdidas en vidas humanas). Se ha realizado una búsqueda exhaustiva tanto en la prensa de Madrid como en la prensa de otras localidades, pues, sobre todo, las inundaciones históricas de Aranjuez tenían un eco nacional, dado que era residencia de la realeza durante una parte del año. Las palabras clave “desbordamiento” e “inundación” junto con los nombres de las localidades y los ríos afectados fueron los criterios de búsqueda más utilizados. Además de Tajo y Henares, ha sido fructífero añadir noticias sobre los ríos Jarama y Tajuña, pues se solían desbordar a la par que el Tajo y alguna vez también simultáneamente al Henares (Anexo 2).

Uno de los aspectos importantes es la realización de la cartografía de los casos registrados por la prensa referidas a diferentes elementos territoriales que componen la región, e información de otras fuentes, como por ejemplo áreas de mayor riesgo de inundación de la Confederación Hidrográfica del Tajo, red hidrográfica, topografía, pendiente, valor inundable

referido a municipios, etc. En absoluto se ha pretendido hacer un completo atlas, sino elaborar algunos mapas que pudieran evidenciar lógicas espaciales o paradójicas vinculaciones de las hipotéticas causas de inundaciones con las detectadas realmente por las fuentes.

El estudio de las causas sinópticas se ha elaborado a partir del análisis de los mapas de tiempo de superficie y de 500 hPa de los episodios de inundación inventariados. Los mapas de tiempo se han obtenido del servicio meteorológico alemán (<http://www.wetterzentrale.de>) que proceden del archivo NOAA (1836-1979), y del Centro Nacional de Investigación Atmosférica de Boulder, Colorado (Climate Forecast System Reanalysis, CFSR), (1979-actualidad).

A partir de estos mapas se define el tipo sinóptico de cada evento según la clasificación de Martín-Vide (1984), la masa de aire dominante (Olcina Cantos, 1994) ajustada a Madrid, la presión en superficie y a la altitud a 500 hPa. Los diferentes datos aportados de estos mapas se clasifican según la frecuencia, época y estación de las inundaciones.

RESULTADOS

INVENTARIO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INUNDACIONES EN MADRID

A partir de los datos de las fuentes documentales se han inventariado 138 episodios desde el siglo XIX hasta la actualidad (Comisión Técnica de Inundaciones, 1985; Potenciano de las Heras, 2004; Confederación hidrográfica del Tajo, 2010, entre otros muchos), de los que más de la mitad sucedieron en el siglo XX (52,2 %) y 20 en el siglo XXI (14,5 %). De todos ellos los más importantes hasta los años cincuenta de pasado siglo se produjeron en la confluencia de los ríos Jarama y Tajo, en el municipio de Aranjuez. Hasta entonces eran inundaciones que podían durar varios días, hasta una o varias semanas, a consecuencia de precipitaciones abundantes en toda la cuenca alta del Tajo, que llegaban a inundar numerosas localidades aledañas a varios ríos de la Comunidad. Entre ellos, tuvieron importantes inundaciones los principales afluentes del Tajo que drenan la Comunidad de Madrid: Henares, Manzanares, Guadarrama, Tajuña y Alberche, así como algunos arroyos (el Abroñigal, Calero, Butarque, Camarmilla y Perales), (Anexos 1 y 2).

Hoy en día, también asistimos de vez en cuando a desbordamientos e inundaciones, pero las obras hidráulicas realizadas a partir de los años cuarenta y

cincuenta del pasado siglo han minimizado mucho las crecidas incontroladas de los ríos, aunque sigan produciéndose a veces, e incluso aparezcan en nuevos lugares como efecto del sellado de suelos asociado a la urbanización de terrenos que antes eran rurales (Pérez-Morales *et al.*, 2021; Pérez-González *et al.*, 2022). Estas inundaciones son ya puntuales, de escasa duración y afectan a una o varias localidades de una sola cuenca (o subcuenca). En las últimas décadas la mayoría de las inundaciones han afectado a grandes núcleos urbanos como Madrid, Móstoles, Alcalá de Henares, San Fernando de Henares, Coslada, Arganda, etc. debido no tanto al desbordamiento de los ríos, como a la citada impermeabilización del terreno y a la saturación de los colectores, especialmente en épocas de fuertes tormentas, aunque la existencia de tanques de tormenta reduce en la ciudad de Madrid este impacto (Anexos 1 y 3).

Según la información recogida por los periódicos a lo largo de los casi últimos doscientos años, las inundaciones han afectado históricamente sobre todo al casco urbano de Aranjuez, a sus jardines y Palacio, así como a las fábricas y las comunicaciones tanto por carretera como por ferrocarril. Este municipio ha sufrido más del doble de inundaciones que Madrid, segundo municipio más afectado. No obstante, dicha localidad ha reducido de forma drástica la recurrencia de inundaciones, quedando limitadas a episodios cortos bajo precipitaciones convectivas de fuerte intensidad horaria o minutal.

La evolución de las inundaciones históricas y su inventario nos revela que existe una diferencia entre las antiguas y las más recientes, con más reseñas de las actuales. Dos pueden ser las razones que expliquen esta diferencia. Por un lado, los tiempos recientes tienen más canales de difusión, y por otro el espacio urbanizado de la Comunidad de Madrid es muy superior. Sucesos que antes inundaban un barbecho, un campo de labor o un soto fluvial no merecían noticia, mientras que otros de la misma envergadura en ámbito urbano casi siempre tienen eco en uno u otro medio de difusión. Además, el incremento del suelo urbanizado e infraestructuras conlleva una tasación mucho más elevada de los daños ocasionados.

Del conjunto de inundaciones registradas se seleccionan dos grupos diferenciados: uno anterior y otro posterior a la regularización hidráulica de la cuenca alta del río Tajo mediante la construcción de los embalses y otras obras de infraestructura (Anexos 1 a 3).

Del primer grupo se han escogido cronológicamente algunas crónicas publicadas sobre los dos emplazamientos con las inundaciones históricas más recurrentes, de mayores consecuencias e intensidad: Aranjuez y Madrid (Anexo 2).

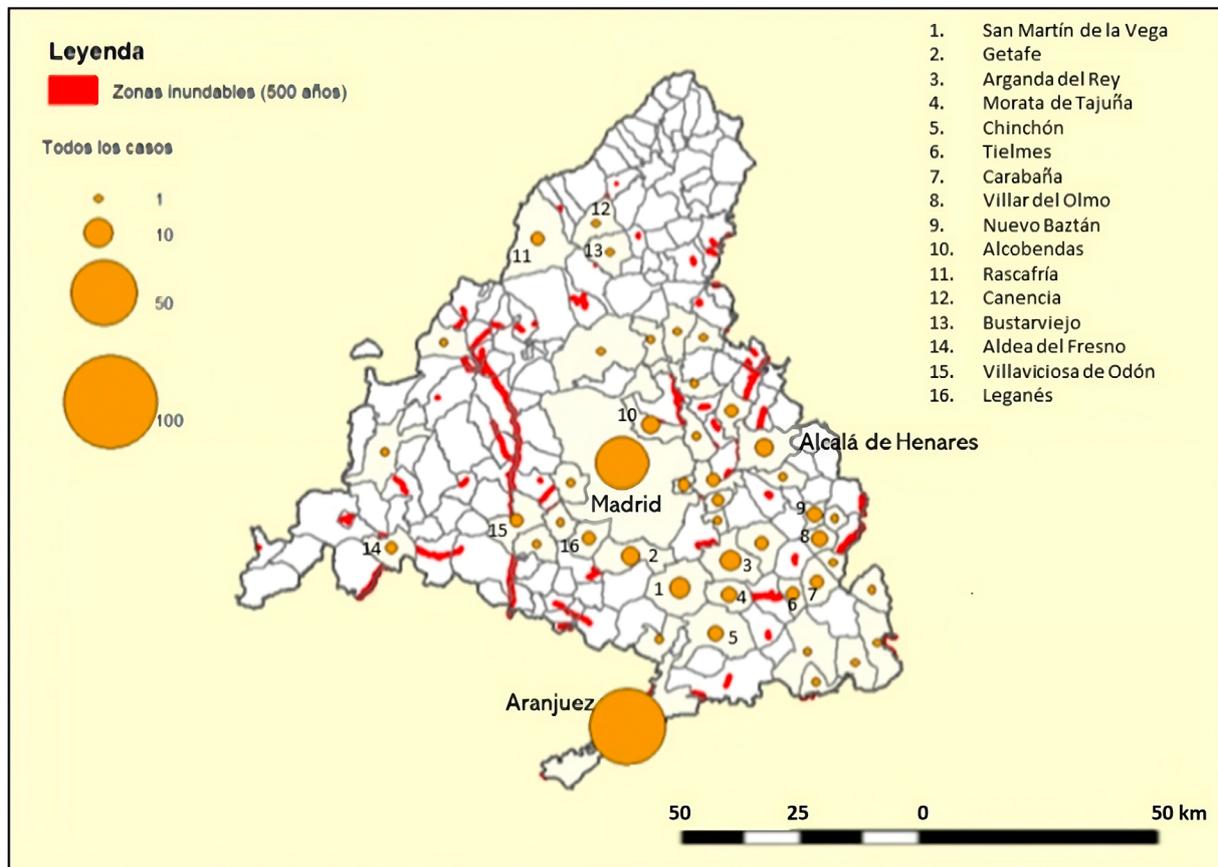
Aranjuez acumula muchos titulares desde mediados del s. XIX hasta finales de los años 40 del XX, década desde las que solo se hace eco de inundaciones puntuales. Algunas inundaciones fueron de tales dimensiones que afectaron a varios ríos de la Comunidad de Madrid (Tajo, Jarama y Manzanares, etc.) como las de los años 1855, 1876, 1879 y 1924. En esta última, las lluvias en España fueron generalizadas sobre todo en la mitad sur, desbordándose también los ríos Guadiana, Guadalquivir y Segura. Por la altura que alcanzó el río Tajo sobre su nivel ordinario destacan las inundaciones de 1892 (4m), 1901 (5 m) y 1947 (7 m). En cuanto a la duración, las crónicas recogen la inundación de diciembre de 1860 que se extendió a lo largo de una semana. Otras, como la de 1885 han revelado daños sobre la salud, con la persistencia de fiebres palúdicas y epidemia de cólera.

En el municipio de Madrid fueron muy recurrentes las inundaciones que afectaban a las riberas de los ríos Manzanares (1845, 1895, 1902, 1917 y 1936 entre otras) y al Arroyo del Abroñigal (1902, 1926 y 1931) localizado en la actual M-30.

De todas las crónicas recogidas en los anexos se constata que las consecuencias de las inundaciones a lo largo de los siglos han afectado lógicamente a los cultivos de las vegas y huertas próximas a los cauces, también a la pérdida de ganado, rotura de puentes, inundación de viviendas, destrucción de lavaderos, molinos y fábricas de harina, cortes de agua y luz, interrupción y destrucción de infraestructuras viarias y ferrocarril.

Aunque la mayor parte de daños sean materiales, también se registraron cuatro inundaciones con pérdida de vidas humanas: 4-02-1856 en Aranjuez, 16-01-1897 y 4-08-1936 en el Manzanares y 11-06-2015 en la ciudad de Madrid, por lo que podría afirmarse que el riesgo para la población es bajo, pero sostenido en el tiempo. Se registra además el descarrilamiento de un tren el 10-02-1904 debido al desbordamiento del Tajo, pero sin víctimas. Como hecho anecdótico los periódicos han informado en varias ocasiones sobre la necesidad de utilizar botes (algunos de ellos del Parque del Retiro, dirigidos por marineros) para rescatar a la población: 8-12-1876, 8-01-1897, 29-03-1924 y

FIGURA 2
NÚMERO TOTAL DE CASOS DE INUNDACIÓN Y ÁREAS INUNDABLES POR MUNICIPIOS



Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (2022).

20-01-1966, aunque esta medida no se haya vuelto a adoptar desde hace casi sesenta años.

En las últimas décadas han afectado sobre todo a carreteras, metro, túneles, aeropuerto de Barajas, comercios, viviendas, garajes y automóviles, debido a la impermeabilización del suelo o sellado y a la escasa capacidad puntual de los colectores y red de alcantarillado para absorber el agua. Tampoco están exentas las inundaciones con daños en vidas humanas como las ocurridas en junio de 1995 y 2015, aunque con menor recurrencia que otras zonas de España.

Ya concluidas las obras de regulación hidráulicas sobre los ríos de la Comunidad y su cuenca alta, se advierte un cambio de patrón que afecta a las fechas, intensidad y localización, que responden a episodios de un solo día o intervalo menor de tiempo, con cierto predominio durante los meses estivales y un mayor abanico de poblaciones afectadas (Anexo 1 a 3).

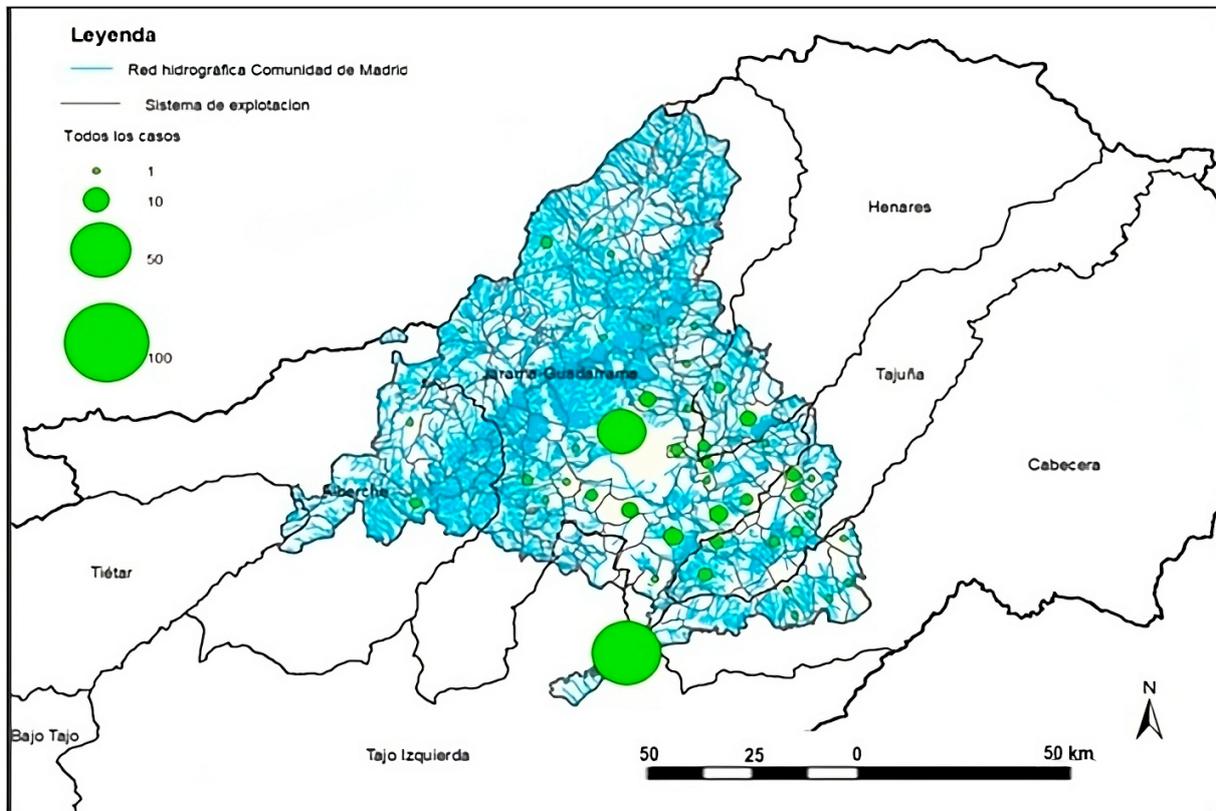
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La distribución geográfica de estos sucesos en la Comunidad tiene un patrón muy claro y definido como se deduce de la figura 2 y de los sucesivos mapas (Figuras 3 a 6). En ellos se van incorporando capas de diferentes hechos en busca de una explicación espacial que valide estas fuentes como inventario y aporte información cualitativa.

La primera aproximación empieza por referir el número de episodios de inundación a los municipios (Figura 2), ya que la mayoría de las noticias de prensa no registra una ubicación precisa, haciendo solo referencia a la localidad más afectada. En este plano se puede definir un patrón histórico de las inundaciones con el siguiente perfil:

- El mayor número de inundaciones se registra en los municipios de Madrid y de Aranjuez (34,6 % y

FIGURA 3
RED HIDROGRÁFICA Y EPISODIOS DE INUNDACIÓN REGISTRADOS



Fuente: Elaboración propia a partir de la Confederación Hidrográfica del Tajo (2022)

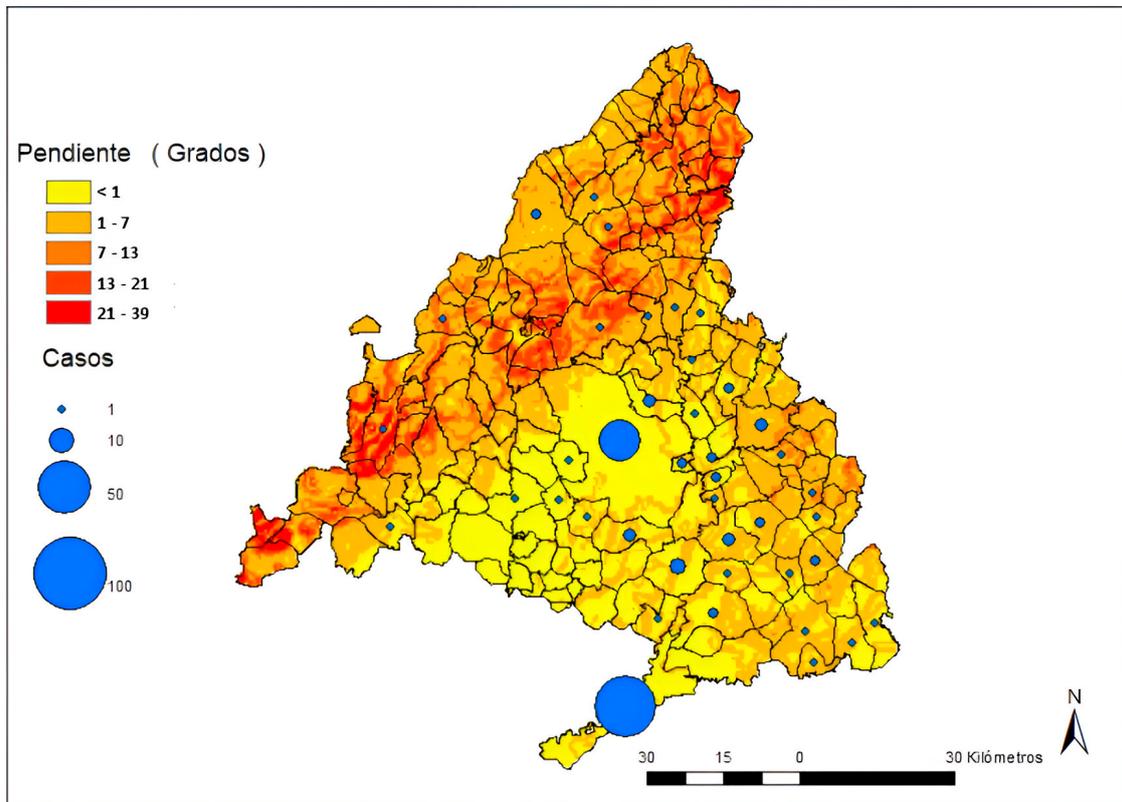
57,9 respectivamente), si bien algunos episodios han afectado a varias localidades. En el primer caso, se trata de la ciudad central compacta, de antigua e intensa ocupación urbana, donde se ha venido concentrando la mayor parte de la población regional y su periferia norte de trama más aireada, ya que incluye amplios espacios verdes como el Monte del Pardo o Valdelatas. Este hecho condiciona que haya mayor divulgación en la prensa y no queden registradas otras inundaciones de territorios dedicados a actividades primarias, con escasa afección a poblaciones. En el caso de Aranjuez, confluye como explicación al asentamiento en la vega del Tajo, en la confluencia con el Jarama y el interés periódico que adquiere por su significación histórico-artístico-patrimonial (García Rodríguez *et al*, 2021). Este patrón se completa con numerosos municipios que registran entre 1 y 10 inundaciones (San Martín de la Vega, Arganda del Rey, Morata de Tajuña, Chinchón, Tielmes, Carabaña

o Alcobendas de la cuenca del Tajuña y Jarama, o Getafe, Villaviciosa de Odón o Leganés en la del Guadarrama) (Figura 2). Salvo algunos núcleos aislados en la sierra, la mayoría de estos episodios tienen lugar en los municipios del este, y especialmente del sudeste de la Comunidad de Madrid.

- Resulta paradójica la falta de correlación espacial entre algunos corredores con riesgo potencial de inundación a 500 años que no han registrado casos hasta la fecha, mientras que otros municipios sin este riesgo si hayan registrado casos puntuales. Sirva de ejemplo los casos de Rascafría, Canencia y Bustarviejo en la sierra norte; Colmenar Viejo en la región metropolitana o Chinchón en el sudeste.

En una observación a escala media del territorio de Madrid y a la vista de la red fluvial (Figura 3) se aprecia una importante fragmentación de cuencas que pudiera agruparse en cuatro regiones hidrológicas:

FIGURA 4
MAPA DE PENDIENTES Y CASOS REGISTRADOS DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD DE MADRID



Fuente: Elaboración propia a partir del CNIG (2022)

Sierra, Rampa-depresión periférica, la región Jarama-Henares, y finalmente el SE, con el Tajo y Tajuña. Estas dos regiones son las que tienen en Aranjuez la salida de aguas de drenaje de más de la mitad oriental de la región y de las cuencas altas de territorios fuera de la Comunidad de Madrid. De ahí que, además de los dos municipios citados, los mayores casos registrados de inundaciones se den en el cuadrante sureste de la Comunidad.

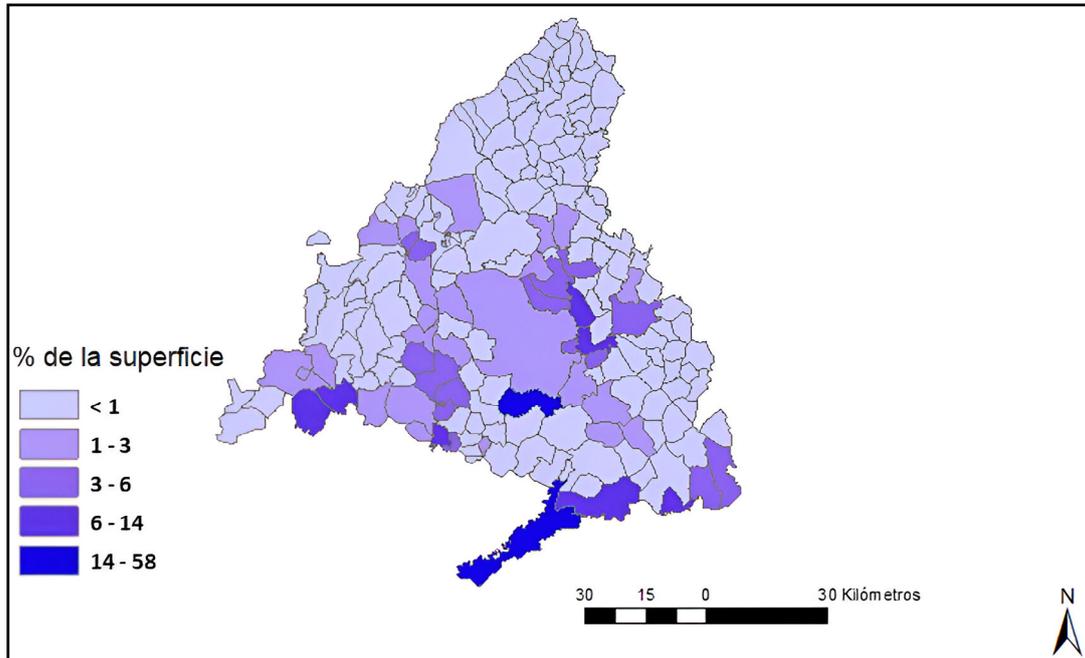
La compartimentación altimétrica de la Comunidad de Madrid es otro elemento, junto a la hidrografía, que reincide en la justificación del patrón expuesto (Figura 4). El suroeste de la región, a pesar de tener valores mínimos de pendiente similares al que presenta el municipio de Madrid, no parece comportarse con el mismo riesgo, ya que apenas si tiene casos registrados. A este respecto solo se pueden aventurar dos explicaciones: una, que sus principales colectores, Aulencia, Cofio, Perales, acaban vertiendo sus aguas al Tajo por medio del Guadarrama y del Alberche, fuera de los límites de la Comunidad de Madrid

(Potenciano de las Heras, 2004), de manera que el efecto "Aranjuez" podría reproducirse en Toledo o Talavera, respectivamente. Una segunda explicación a esta aparente paradoja puede estar en la tipología edáfica dominante en este sector, donde las arenas superficiales, las arcillas de acumulación y las arcosas de la base, pueden filtrar y almacenar más agua, evitando importantes escorrentías.

La figura 5 refleja el peso porcentual de las áreas de riesgo de inundación a 10 años, calculada por municipio a partir de los datos de la confederación hidrográfica del Tajo. A partir de esta figura se observa cuáles son aquellos municipios con mayor extensión expuestos a los daños de las inundaciones. A este respecto se vuelve a reproducir el mismo patrón descrito e igual paradoja.

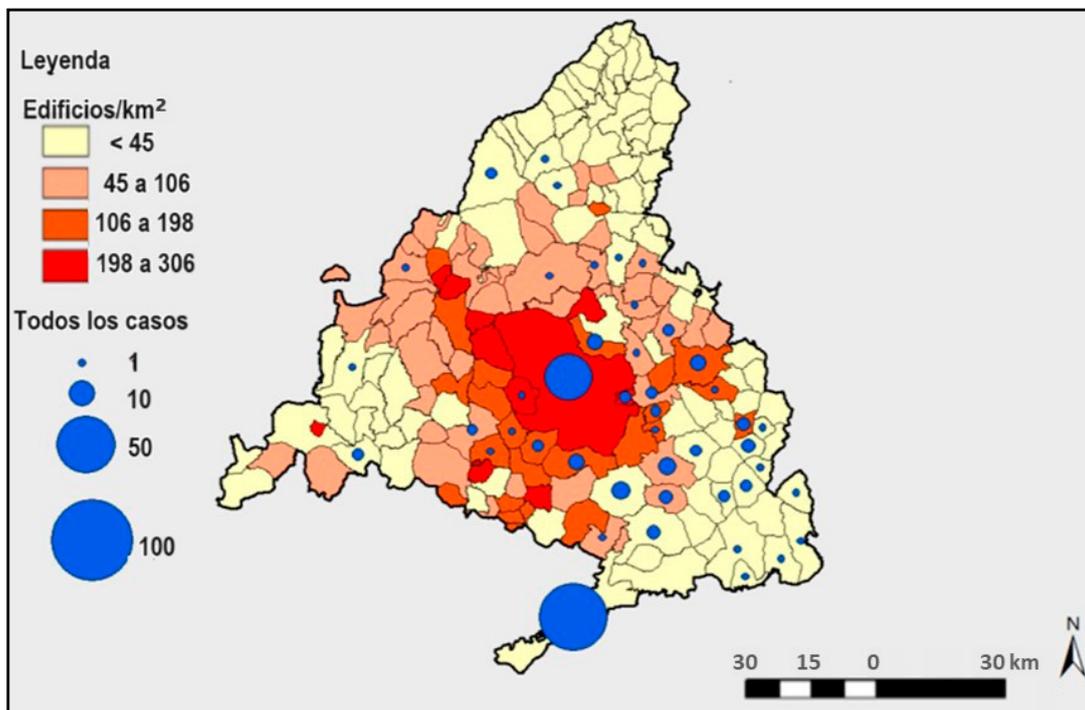
La densidad de edificación (Figura 6) no parece tener una correlación proporcional con el riesgo a las inundaciones, de modo que, aunque Madrid es el municipio con mayor densidad y tiene alta recurrencia

FIGURA 5
PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL INUNDABLE A 10 AÑOS



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2022)

FIGURA 6
CASOS DE INUNDACIÓN REGISTRADOS Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE EDIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2022)

de inundaciones, Aranjuez, con el rango de densidad edificacional baja, alberga el mayor número de inundaciones. Cabe destacar que el eje metropolitano del NW y W de Madrid no haya registrado inundaciones, aun manteniendo una elevada densidad de edificación. Este hecho puede responder a un mayor peso de los factores físicos favorables a la permeabilidad y drenaje, junto a una morfología urbana más abierta, con mayor presencia de edificación en amplio parcelario. Frente a esto el sector sur y este muestran una incidencia moderada de inundaciones con una densidad de edificación medio-alta. El resto de la Comunidad con baja densidad de edificación (< 44,7 edf/km²) salvo casos puntuales al norte y oeste, solo destaca el SE de la región, condicionado fundamentalmente por factores físicos antes mencionados.

Quedaría por tanto pendiente de valorar para toda la Comunidad de Madrid como condicionante a las inundaciones dos aspectos más: los valores de escorrentía y el sellado. El primero es muy difícil de cuantificar a estos efectos, pues las fuentes son muy generales, y los modelos consultados o bien exigen excesivo detalle, y no existe esta información de todo el territorio a la escala exigida, o bien los genéricos son extrapolaciones de un dudoso valor práctico. Respecto al sellado, es igualmente complicado cuantificar el grado de permeabilidad, salvo a grandísima escala.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE TIEMPO QUE HAN OCASIONADO INUNDACIONES

De los 138 episodios de inundaciones en la Comunidad de Madrid entre 1836 y 2021, los tipos de tiempo que han condicionado, entre otros muchos factores, las inundaciones han sido principalmente:

Zonal: es el tipo de tiempo más recurrente en las inundaciones históricas (28 casos, 27,3 %), ocurridas antes de los años sesenta o setenta del pasado siglo, y el responsable de las situaciones que se extendieron varios días o incluso semanas, ocasionando grandes destrozos. Este tipo sinóptico recoge la situación atmosférica dominante durante estos episodios, pues suele englobar una sucesión de situaciones de similar inestabilidad (borrascas, vaguadas y advecciones de componente atlántica). Entre los tipos zonales inventariados, el más temprano se produjo del 17 al 20 de marzo de 1845 (*El Español*, 24-06-1845), con una situación sinóptica inicial de vaguada que evolucionó con rapidez a flujo del oeste e inundó al menos Aranjuez, el tramo bajo del Jarama y Madrid por el Manzanares. La más tardía data del 19 y 20 de enero de

1966, afectando al Jarama (San Martín de la Vega) y al Manzanares (Casa de Campo, arroyo del Albroñigal y Villa de Vallecas (*Última Hora digital*, 22-01-2020)), por lo que puede afirmarse que los efectos de este tipo de tiempo quedan claramente minimizados tras la regulación hidráulica del Tajo y no han vuelto a provocar inundaciones en la Comunidad de Madrid desde hace más de 50 años. Este tipo de tiempo inestable es característico del invierno y solo ha producido inundaciones fuera de esta estación en tres ocasiones: en mayo de 1892 y en octubre de 1926 y 1931 (Anexos 1 y 2). El episodio más duradero abarcó casi un mes, del 14 de enero al 12 de febrero de 1881, quedando registrado en las mencionadas crónicas históricas inundaciones en Aranjuez, Tajo y Jarama.

Advecciones atlánticas: engloban 20 episodios que trasladan gran cantidad de humedad procedente del océano, y llegan en proporciones similares cálidas (del SW y S) y frías (del N, NW y NE). También se ha incluido aquí la única advección del NE, del 2 de febrero de 1895, que mantuvo parte de su recorrido por la fachada oeste europea. No obstante, los flujos dominantes que han ocasionado inundaciones en Madrid son del SW y NW. En conjunto, los episodios de inundaciones con advecciones atlánticas ocurrieron en invierno, entre 1855 y 2020, y solo dos casos datan con posterioridad a los años setenta (17-12-1997 y 4-03-2020, Anexos 1 y 3), lo que evidencia la efectividad de la regulación hidráulica de la cuenca alta del Tajo y la baja recurrencia reciente de inundaciones invernales en Madrid por estos tipos de tiempo.

Vaguada: incluye la mayor cantidad de episodios de inundaciones, 38 (37,3 % del total) y la más dilatada en el tiempo, entre 1864 y 2021 (Anexos 1 a 3), siendo algo mayor el número de las producidas bajo condiciones de estabilidad en superficie (22) que de inestabilidad en gran espesor de la troposfera (16). Preferentemente van asociadas a la masa de aire polar marítima, tanto de carácter frío como cálidas, siendo poco frecuentes las vaguadas con posiciones meridionales que dan entrada a las masas subtropicales (6), y muy raras las retrógradas que trasladan a la masa polar continental (1). Este tipo sinóptico ha dominado las inundaciones de Madrid en condiciones claramente inestables hasta 1934 (14 casos), aunque otros dos episodios también se hayan producido en el siglo XXI (8-10-2009 y 7-02-2016). Bajo condiciones de estabilidad la situación dominante en superficie es el pantano barométrico o altas presiones, pero la entrada de aire frío o simplemente más fresco proporcionada por la vaguada en capas altas contribuye

a la formación de precipitaciones convectivas que terminan por desencadenar inundaciones. Las vaguadas con estabilidad superficial no parecen tener preferencia temporal, pues se han registrado casi en igual cuantía según la extensión temporal secular analizada, en 4 casos en el siglo XIX, 12 en el XX y 5 en el actual. En general, suceden con alturas geopotenciales a 500 hPa elevadas, entre 5560 y 5800 m, principalmente en verano (16), pero también en primavera (5) y solo una vez en invierno (31-12-1965).

Borrasca o baja: apenas un 3 % de las inundaciones en Madrid se producen con borrascas frías, pues algunas quedan contenidas en tipos zonales de mayor duración, siendo la más temprana la del 27 de abril de 1886 (Anexo 1), y la más tardía el 29 de noviembre de 1961, en la que “*se producen lluvias muy fuertes en España con desbordamientos de ríos*” y “*se hunde el puente de Paracuellos sobre el río Jarama*”, y que también anegaron “*San Martín de la Vega y San Fernando de Henares*” en el tramo medio del Jarama, “*fecha desde la que este río sufrió importantes variaciones*” (Imperio, 1-12-1961). Generalmente están localizadas al noroeste de la península y con menor frecuencia ocupan una posición central. Registran lógicamente valores de presión o de altura geopotencial a 500 hPa bajos (de 1000-1010 hPa/5420-5520). Las pocas inundaciones con borrascas se han producido en primavera (1986, 1924 y 1956), y un solo caso en otoño (1961, Anexo 1). Al igual que en el tipo zonal tampoco se han repetido inundaciones con borrasca desde hace 60 años.

Así, el conjunto de situaciones sinópticas de procedencia atlántica (zonales, advecciones del NW y SW, vaguadas y borrascas) alberga la mayor parte de inundaciones en la Comunidad Madrid, muchas de ellas históricas, de gran alcance y preferentemente invernales. Cabe destacar que, en la actualidad, las inundaciones de recorrido atlántico llegan por vaguadas o advecciones del noroeste o suroeste.

DANAs o gotas frías: 18 inundaciones se han registrado provocadas por este tipo de tiempo entre 1891 y 2020. Preferentemente están posicionadas al SW, W o S peninsular, y son más frecuentes con masa de aire polar marítima que subtropical marítima. Frente a la recurrencia de inundaciones y gotas frías en otoño en las costas mediterráneas peninsulares (Martín-Vide *et al.*, 2021) en el centro peninsular estos episodios, menos frecuentes y devastadores, suceden en cualquier fecha del año, aunque tienen mayor recurrencia en primavera y verano (6 casos cada una), seguidas del otoño (4) y más raras en invierno (2). Llama

la atención la alta proporción de DANAs producidas en las dos primeras décadas del siglo actual (8 casos, 44,4 %), ocasionado innumerables daños, como atestiguan los noticiarios de diferentes fechas: “*el barrio de Butarque, en el distrito de Villaverde, ha quedado prácticamente incomunicado*” (El País, 28-09-2012, Anexo1); “*Espectaculares imágenes que dejan ... inundaciones en el Metro, carreteras y hospitales*” (el tiempo.es, 7-07-2017); o la que afectó al sureste de la Comunidad “*Arganda del Rey ha sufrido una nueva riada después de la que padeció el pasado 26 de agosto...dejando las calles principales del pueblo completamente inundadas*” (El Mundo digital, 26-08-2019, Anexo 1). Esto pudiera evidenciar la tendencia a una circulación de la atmósfera media más lenta de las últimas décadas, con la consiguiente formación de gotas frías, y la creciente vulnerabilidad a estos impactos en ciudades y espacios altamente sellados (Pérez-Morales *et al.*, 2021). En todas las gotas frías recientes se producen estas inundaciones con presiones normales o altas (de 1012 a 1025 hPa) e iguales valores altos de geopotencial a 500 hPa (5560-5840 m), mientras que con valores bajos en superficie solo se producen en 4 ocasiones, entre 1891 y 1995.

Baja térmica: este tipo de tiempo rara vez se dibuja en los mapas en la Península Ibérica, por lo que solo aparece en una ocasión (23/24-09-1875), siendo habitual que queden enmascaradas bajo los tipos de tiempo de pantano barométrico. En este caso se produjo con una altura de 500 hPa de 5840 m y dominio de la masa subtropical continental sobre la península y una potente baja atlántica estacionaria, que reforzó el ascenso del aire subtropical.

Pantano barométrico y altas: estas configuraciones han contribuido a inundaciones en Madrid en 19 ocasiones entre 1875 y 2009. Se caracteriza por la estabilidad atmosférica inicial y es la situación dominante del ámbito mediterráneo peninsular durante la estación estival, aunque algún episodio aislado también se ha extendido a primavera (26-05-1892 y 21-04-1943). Estas situaciones son las que registran los valores a 500 hPa más elevados, alcanzando los 5920 hPa, como los de 27 de septiembre de 1936, 12 de septiembre de 1942 o 7 de agosto de 2003. En casi todos los casos (15) la masa de aire dominante es la subtropical continental, responsable del fuerte caldeo diurno, con el pantano barométrico como situación sinóptica más repetida, siendo ocasionales las altas y anticiclones dinámicos propiamente dichos. En conjunto, estos tipos de tiempo muy estables y calurosos que han terminado en inundaciones en Madrid se han

dado habitualmente en verano, siendo septiembre el mes más recurrente (10), y en tres ocasiones durante este siglo (22-8-2003, 16-6-2009 y 11-9-2009).

A estos tipos de tiempo le faltaría el análisis de otros 10 episodios de inundaciones, que se produjeron entre la primavera de 1853 y enero de 1970, que no están referidos a una fecha concreta, por lo que su aproximación sinóptica sería compleja e imprecisa. Por ello, se ha preferido no incorporarlas a los tipos sinópticos previos. Las que hacen referencia al mes puede afirmarse que suceden entre otoño y primavera, con la mitad de los casos en invierno, por lo que parecen estar vinculados a tipos de tiempo inestables.

En síntesis, las inundaciones en la Comunidad de Madrid se han producido bajo tipos de tiempo claramente inestables en la media troposfera la mayoría de los casos, con predominio de tipos de tiempo de vaguadas (38 episodios), zonales (28), advecciones atlánticas (20) y ocasionalmente por borrascas dinámicas (4), que se han registrado entre 1845 y 2020, aunque son ocasionales después de los años setenta (4 %) durante el otoño o invierno. Casi otro tercio de inundaciones se han producido bajo tipos de tiempo inicialmente estables (entre 1877 y 2021), siendo dominantes los pantanos barométricos (19) y DANAS (18) y ocasional, la borrasca térmica (1). No obstante, la proporción de inundaciones con estos tipos sinópticos desencadenantes de precipitaciones convectivas puntuales son en su mayoría posteriores a los años setenta (82 %), con mayor recurrencia en el siglo actual. Son característicos del verano, aunque puedan concurrir en cualquier fecha, siendo más raros en invierno.

Del conjunto de inundaciones inventariadas estacionalmente entre 1836 y 2021 hay un claro predominio de las invernales (40 %), siendo dominantes entre las históricas, seguidas de las estivales (22 %), otoño (21 %) y primavera (17 %) (Tabla 1). Antes de los años ochenta se registraron más de las tres cuartas partes de episodios de inundaciones (77 %), mientras que una vez concluidas décadas atrás la red de embalses de cabecera y demás medidas sobre drenaje y regulación hidráulica en la Comunidad de Madrid se producen el 23 % de eventos. Pese a esta notoria disminución, las inundaciones siguen produciéndose en cualquier estación del año, aunque las invernales sean ya muy ocasionales, con solo 3 episodios desde finales de los años setenta. Cabe destacar las dos estaciones con mayor riesgo actual sean el verano y la primavera, que albergan el 26,7 y 26,1 % respectivamente de los eventos inventariados.

TABLA 1.
DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL Y TEMPORAL DE LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD DE MADRID (%)

	Total	Antes 1979	Desde 1979	Del Siglo XXI
Invierno	40,4	94,5	5,5	5,5
Primavera	16,9	69,6	30,4	26,1
Verano	22,1	53,3	46,7	26,7
Otoño	20,6	75,0	25,0	10,7
Total	100	77,2	22,8	14,7

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Las inundaciones en la Comunidad de Madrid han sido históricamente recurrentes en algunos enclaves hasta las décadas de los 50-70 del pasado siglo, época en la que se culmina la principal regulación hidráulica del Tajo y de sus principales tributarios (Manzanares, Jarama y Henares), evitando con ello la mayor parte de los desbordamientos que afectaban a las localidades más próximas (Benito *et al.*, 2003; Jiménez Sánchez, 2003; Potenciano de las Heras, 2004, García Rodríguez *et al.*, 2022). Las inundaciones mejor documentadas de la Comunidad de Madrid fueron las de Aranjuez, la propia ciudad de Madrid y Alcalá de Henares debido el relevante interés histórico, cultural y social (Comisión Técnica de Inundaciones, 1985; Pérez González y Jiménez Blasco, 2022). En otras localidades de menor peso urbano o propias del medio rural en su momento apenas quedaron registros o se limitan a los daños en cosechas, ganado o infraestructura con poca precisión espacial, por lo que su localización e inventario resulta más complejo.

La metodología empleada para el inventario de casos de inundación, a partir de la búsqueda selectiva de archivos históricos, catálogos, biblioteca virtual de prensa histórica y hemeroteca de periódicos ha permitido actualizar los catálogos existentes (Comisión Técnica de Inundaciones, 1985 y C. H. Tajo, 2010) y conocer los enclaves actuales de mayor recurrencia de inundaciones. Tiene como límites los contenidos en las fuentes utilizadas, condicionados por la relevancia cambiante en cada lugar y por la que los medios de difusión le han ido concediendo a lo largo del tiempo.

En la actualidad las inundaciones en la Comunidad de Madrid no tienen la frecuencia ni la intensidad de las producidas en las costas españolas mediterráneas o cantábricas (Martín-Vide *et al.*, 2021; Gil-Guirado *et al.*, 2019 y 2022), ni se producen con cantidades diarias de precipitación tan cuantiosas, pero si provocan numerosos daños materiales y en ocasiones también en vidas humanas. Es destacable el alto número de municipios situados al este y sudeste de la Comunidad que han sido afectados entre 1 y 10 inundaciones, frente a los del suroeste de similar pendiente, sin apenas registro. Este contraste parece responder a la diferente tipología edáfica, más permeable al suroeste (sedimentos arenosos dominantes frente a la presencia de arcillas y yesos en el sudeste), y a que los afluentes Aulencia, Cofio o Perales confluyan con el Tajo fuera de la Comunidad, trasladándose a Toledo o a Talavera de la Reina las inundaciones (Potenciano de las Heras, 2004). Las inundaciones pluviales *in situ* siguen produciendo en Madrid importantes daños materiales, especialmente en los barrios más llanos y con drenaje natural desordenado. La cartografía de probabilidad de zonas inundables (SNCZI, 2022) en cualquier período de recurrencia (10, 50, 100 y 500 años) representa siempre las vegas de los principales ríos y algún arroyo menor (Arroyo de Canalejas en los municipios de Leganés y Alcorcón; Arroyo de Pozuelo de Alarcón o Arroyo de la Vega en Alcobendas, entre otros), pero no localiza ningún sector urbano con colectores soterrados en los que se han producido recientemente inundaciones.

Se plantea la conveniencia de una mayor naturalización de estos flujos en áreas urbanas, junto a la necesidad de grandes colectores (García Rodríguez *et al.*, 2021). Los problemas que el sellado del suelo provoca en los ciclos hidrológicos y en el incremento de la escorrentía ha sido destacado también en otras urbes (Chen *et al.*, 2013 y Jakab *et al.*, 2013), ya que la impermeabilización de los suelos supone una suplantación artificial del drenaje natural que está teniendo un incremento sin precedentes en las últimas décadas.

La Agencia Europea del Medio Ambiente recomienda compatibilizar el desarrollo urbano con algunos sectores sin impermeabilizar que garanticen el mantenimiento de las funciones ecosistémicas vitales de los suelos, entre ellas la capacidad de infiltración del agua (AEMA, 2012). En los nuevos desarrollos urbanos de la ciudad de Madrid esto ya se está haciendo, de forma que quedan amplias superficies verdes entre las áreas urbanizadas (García Alvarado *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

Según las fuentes documentales disponibles se ha obtenido 138 inundaciones desde 1836 a 2021, con más información a favor de los núcleos de mayor entidad histórica o demográfica, variable a lo largo de los tiempos. Así, la mayor parte de los registros de inundaciones se ubican en Aranjuez y la ciudad de Madrid, si bien disminuyen los sucesos a partir de la regulación hidráulica sobre los ríos de la Comunidad y su cuenca alta, y de la mejora de infraestructuras hidráulicas urbanas desde mediados del siglo XX. A pesar de esta reducción se mantienen algunas inundaciones ocasionales que generan daños de elevados costes.

Respecto a las inundaciones de las últimas décadas se advierte un cambio de patrón que afecta a las fechas, intensidad y localización, que responde a episodios de un solo día o intervalo menor de tiempo, con cierto predominio durante los meses estivales y un mayor abanico de poblaciones afectadas. La corona metropolitana del sur y este de la Comunidad ve incrementada su vulnerabilidad, pues a las causas físicas (altimétricas e hidrológica fundamentalmente) se le une una creciente ocupación del suelo por la expansión urbana. Es observable que la edificación principalmente residencial va por delante de las infraestructuras y en muchas circunstancias rebasan su capacidad.

La cartografía temática elaborada resalta las múltiples causas que originan el variado comportamiento del espacio de Madrid frente a las inundaciones. Entre estas causas se revela:

- La paradoja entre las áreas de riesgo potencial y los casos reales no siempre coincidentes.
- Un peso importante de la red hidrográfica diferenciada entre el SE y SW de la Comunidad, ya que en el SE los afluentes confluyen al Tajo dentro de la provincia, mientras que en el SW lo hacen en Castilla La Mancha, desplazando allí las inundaciones.
- La densidad de edificación aumenta la vulnerabilidad a las inundaciones, de forma que en el NW y W de Madrid con mayor presencia de edificación en amplio parcelario no ha registrado inundaciones destacadas, mientras que estas son más importantes en el S y E.

Las inundaciones de verano y primavera son las únicas que siguen siendo tan frecuentes como antes de los años ochenta, década en la que se habían finalizado la mayor parte de embalses de las cabeceras de

la cuenca alta y media del Tajo. Las que más se han reducido han sido las invernales, pues queda tan solo un 5,5 % en los últimos cuarenta años. En la Comunidad de Madrid las DANAs suceden en cualquier fecha del año, aunque con mayor recurrencia en primavera y verano, seguidas del otoño y más raras en invierno, sin que se aprecie tendencia temporal alguna.

FINANCIACIÓN

Los autores agradecen el apoyo del Proyecto 2021-2022, PR108/20-24: “Actualización de la susceptibilidad y riesgo de inundación en áreas selladas de la Comunidad de Madrid y áreas limítrofes: estudio de casos y propuestas de mejora”, financiado por el Banco Santander – UCM.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Beatriz Jiménez Blasco: Conceptualización, Investigación, Metodología y revisión.

Pilar García Rodríguez: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

José María García Alvarado: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología y Redacción.

María Eugenia Pérez González: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEMA (2012). *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*, Bruselas: Commission Staff Working Document.

Arístegui Cortijo, A. y Pérez González, M^a E. (2017). Soil sealing between 1861 and 2011 in Colmenar Viejo - Madrid (Spain). *Earth Sciences Research Journal*, 21(3), 111-116. <https://doi.org/10.15446/esrj.v21n3.51450>

Barriendos, M., Gil-Guirado, S., Pino, D., Tuset, J., Pérez-Morales, A., Alberola, A. y Ruiz-Bellet, J. L. (2019). Climatic and social factors behind the Spanish Mediterranean flood event chronologies from documentary sources (14th–20th centuries). *Global and Planetary Change*, 182, 102997. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.102997>

Benito, G., Díez-Herrero, A. y Fernández De Villalta, M. (2003). Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change*, 58(1-2), 171-192.

Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (2022). Modelo Digital del Terreno 05. Recuperado de: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Chen, L., Sela, S., Svoray, T. y Assouline, S. (2013). The role of soil-surface sealing, microtopography, and vegetation patches in rainfall-runoff processes in semiarid areas. *Water Resources Research*, 49(9), 5585-5599. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20360>

Comisión Técnica de Inundaciones. (1985). *Estudio de inundaciones históricas: Mapa de Riesgos Potenciales*, Comisión Nacional de Protección Civil, Madrid, 159 pp.

Confederación Hidrográfica del Tajo. (2010) *Catálogo Nacional de Inundaciones históricas en la cuenca del Tajo*. Dirección General de Emergencias del Ministerio del Interior.

Confederación Hidrográfica del Tajo (2022). Sistemas de explotación. Recuperado de: <http://www.chtajo.es/LaCuenca/Paginas/DescargaDCapas.aspx>

Comunidad de Madrid (2018). *Plan Integral de recuperación y conservación de ríos y humedales de la Comunidad de Madrid, Alcance de la Estrategia y diagnóstico del estado de la conservación*. Dirección General de Medio Ambiente. 42 pp. Recuperado de: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/sintesis_diagnostico_rios_prot.pdf

García Alvarado, J. M^a, García Rodríguez, M^a P. y Pérez González, M^a E. (2018). Evaluación y medida del sellado de suelos en el Norte de Madrid (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 76, 1-19. <https://doi.org/10.21138/bage.2513>

García Alvarado, J. M., Pérez González, M. E. y García Rodríguez, M. P. (2020). Sellado de suelos, fragmentación y conectividad ecológica en la conurbación de Madrid (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (85). <https://doi.org/10.21138/bage.2884>

García Rodríguez, M^a P. y Pérez González, M^a E. (2011). Sellado de fluvisoles en la Comunidad de Madrid análisis a partir de imágenes Landsat. *Anales de Geografía de la Universidad Complu-*

- tense, 31, 125-137. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2011.v31.n2.37021
- García Rodríguez, M.P., Pérez González, M.E. y García Alvarado, J.M. (2021). Riesgo de inundaciones por sellado del suelo en el sureste de Madrid. En Pereira, R., Cachada, A., Rodríguez-Seijo, A., Fortuna, C., Lourenço, J., Martins, M.J., Oliveira, S., Andreani, T. y Nogueira, V. (Ed). *Solo e Desenvolvimento Sustentável: Desafios e Soluções* Oporto, Portugal: Coleção Trânsversal.
- García-Rodríguez, M.P., García-Alvarado, J.M., Álvarez García, B. (2022). El patrimonio historico-cultural como preservacion del patrimonio natural: el Real Sitio de Aranjuez. En: Martínez Cárdenas, R., Cabrales Barajas, L.F., García Hernández, M., de la Calle Vaquero, M. Mínguez García, C. y Troitino Torralba, L. (Eds.), *Leyendo el territorio. Homenaje a Miguel Ángel Troitino*, Universidad de Guadalajara - México. Centro de Investigación e Innovación para las Organizaciones (CIIO), 130- 141.
- Gil-Guirado, S., Pérez-Morales, A. y López-Martínez, F. (2019). SMC-Flood database: a high-resolution press database on flood cases for the Spanish Mediterranean coast (1960–2015). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(9), 1955-1971. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1955-2019>
- Gil-Guirado, S., Pérez-Morales, A., Pino, D., Peña, J. C. y Martínez, F. L. (2022). Flood impact on the Spanish Mediterranean coast since 1960 based on the prevailing synoptic patterns. *Science of the Total Environment*, 807, 150777. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150777>
- Illán-Fernández, E. J., Pérez-Morales, A. y Romero-Díaz, A. (2022). Anthropogenic soil sealing: bibliometric analysis. *Cuadernos Geográficos*, 61(1), 107-128. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v61i1.22293>
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2022). Delimitaciones territoriales. Recuperado de: <https://gestion.comunidad.madrid/nomecalle/DescargaBDTCorte.icm>
- Jakab, G., Németh, T., Csepinsky, B., Madarász, B., Szalai, Z. y Kertész, Á. (2013). The influence of short term soil sealing and crusting on hydrology and erosion at balaton uplands, Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(1), 147-155.
- Jiménez Sánchez, M.A. (2003). *Las inundaciones en la Comunidad de Madrid*. VI Congreso Internacional sobre Enseñanza y Divulgación de la Meteorología y Oceanografía. Recuperado de: https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/12118/1/InundacionesMadrid_Jimenez_RAM2003.pdf
- López Rodríguez, E.; Leco Berrocal F. y Mateos Rodríguez, A.B. (2021). Peligrosidad de inundaciones en Extremadura y daños asociados. *Investigaciones Geográficas*, 75, 121-137. <https://doi.org/10.14198/INGEO.16990>
- Ma, Y., Xia, X., Liang, Q. y Wan, H. (2022). Investigating the impact of spatial distribution of sustainable drainage system (SuDS) components on their flood mitigation performance in communities with high groundwater levels. *Water*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/w14091367>
- Machado, M. J., Botero, B. A., López, J., Francés, F., Díez-Herrero, A. y Benito, G. (2015). Flood frequency analysis of historical flood data under stationary and non-stationary modelling. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(6), 2561-2576. <https://doi.org/10.5194/hess-19-2561-2015>
- Magdaleno Mas, F. y Martínez Romero, R. (2011). Marco metodológico para la restauración fluvial en el nuevo contexto normativo y técnico. *Rev. Montes*. 107. 25-30.
- Martin-Vide, J. (1984) *Interpretación del Mapa del Tiempo*. Barcelona, España. Ketres.
- Martín-Vide, J., Moreno-García, M. C. y López-Bustins, J. A. (2021). Synoptic causes of torrential rainfall in south-eastern Spain (1941–2017). *Geographical Research Letters*, 47(1), 143-162. <https://doi.org/10.18172/cig.4696>
- Morales Rodríguez, C.G. y Ortega Villazán, M^a T. (2002). Las inundaciones en Castilla y León. *Eria*, 59, 305-332.
- Olcina Cantos, J. (1994). Métodos de clasificación sinóptica en España. Revisión y propuesta. *Estudios Geográficos*, 215, 357-387.
- Pérez González, M^a E. y García Rodríguez, M^a P. (2016). Monitoring Soil Sealing in Guadarrama River Basin, Spain, and Its Potential Impact in Agricultural Areas. *Agriculture*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.3390/agriculture6010007>
- Pérez-González, M.E., García-Alvarado, J.M., García-Rodríguez, M.P. y Blanco-González, M. (2022). Flood Risk and Exposure: The Case of the Tajuña

- Valley (Madrid, Spain). *Sustainability*, 14, 5406. <https://doi.org/10.3390/su14095406>
- Pérez González M^a E. y Jiménez Blasco, B.C. (2022). Causas sinópticas de las Inundaciones en Aranjuez y Alcalá de Henares (España), entre 1836-2020. En: Martínez Cárdenas, R., Cabrales Barajas, L.F., García Hernández, M., de la Calle Vaquero, M. Mínguez García, C. y Troitino Torralba, L. (Eds.), *Leyendo el territorio. Homenaje a Miguel Ángel Troitiño*, Universidad de Guadalajara - México. Centro de Investigación e Innovación para las Organizaciones (CIIO), 116-127 pp.
- Pérez-Morales, A., Romero-Díaz, A. y Caballero-Pedraza, A. (2017). Procesos de urbanización y su influencia en el incremento de inundaciones (Sureste de España, Región de Murcia, Campo de Cartagena-Mar Menor). In *The 33th International Geographical Congress*. IGU, Beijing (pp. 97-113).
- Pérez-Morales, A., Romero-Díaz, A. y Illán-Fernandez, E. (2021). Rainfall, anthropogenic soil sealing, and floods: an example from southeastern Spain. *Precipitation, Earth surface Responses and Processes*, 499-520. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822699-5.00022-7>
- Potenciano de las Heras, A. (2004). *Estudio de las Inundaciones Históricas del Río Amarguillo (Toledo)*. Tesis Doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). (2022). *Extensión de zonas inundables*. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Recuperado de: <https://sig.mapama.gob.es/snczi/index.html?herramienta=DPHZI>
- Skougaard Kaspersen, P., Høegh Ravn, N., Arnbjerg-Nielsen, K., Madsen, H. y Drews, M. (2017). Comparison of the impacts of urban development and climate change on exposing european cities to pluvial flooding. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(8), 4131-4147. <https://doi.org/10.5194/hess-21-4131-2017>

ANEXO 1

TABLA 1.
INVENTARIO DE INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD DE MADRID ENTRE 1836 Y 2020

FECHA	PERIÓDICO	CUENCA
24-06-1845	El Español	Manzanares
27-02-1855	El Diario de Córdoba	Tajo, Jarama y Manzanares
17-01-1856	Diario de Palma	Tajo
4-02-1856	El Balear	Tajo
30 -12-1860	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
2-01-1861	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
13-07-1864	La Libertad	Henares
5-02-1865	El Balear y La Correspondencia de España	Tajo
24-09-1875	El Pueblo Español	
9 -10-1876	La Correspondencia de España	Tajo
8-12-1876	La Paz	Manzanares
13 -12-1876	El Diario de Córdoba	Tajo y Jarama
19-09-1877	El Pueblo Español	Tajo
23- 12-1878	La Correspondencia de España	Tajo
19-02-1880,	La Correspondencia de España	Henares
18-01-1881	El Diario de Córdoba y La Mañana	Tajo y Jarama
19-01-1881	La Mañana, La Correspondencia de España y El Diario de Lugo	Tajo y Jarama
21-01-1881	La Voz de Santander	Tajo
28-01-1881	La Correspondencia de España	Jarama
29-01-1981	La Mañana	Tajo
1-02-1881	El Serpis	Henares
24/25-04-1884	La Correspondencia de España	Tajo
12-07-1885	La Correspondencia de España	Tajo
07-03-1886	La Correspondencia de España	Tajo
12-03-1886	El Áncora	Tajo
30-03-1888	La Correspondencia de España	Tajo
17-09-1891	El Diario de Córdoba	Tajo
15-02-1892	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
23-02-1892	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
9-03-1892	La Libertad	Jarama
13/15-03-1892	La Correspondencia de España	Henares y Tajo
21-03-1892	El Isleño	Tajo
10-05-1892	La Correspondencia de España	Tajo
24-01- 1895	La Correspondencia de España	Tajo
15/28-02-1895	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
2 -03-1895	La Correspondencia de España	Tajo y Jarama
28-09-1895	La Lealtad	Jarama, Tajo, Manzanares, A ^o Abroñigal

FECHA	PERIÓDICO	CUENCA
8 -01-1897	La correspondencia de España	Henares, Tajo y Jarama
10-01-1897	La Correspondencia de España y Flores y Abejas	Henares, Tajo, Jarama y Tajuña
16-01-1897	La Lucha	Manzanares
13-02-1900	La Correspondencia de España	Henares
15-02-1900	La Correspondencia alicantina	Tajo y Jarama
6-03-1901	La Correspondencia de España y La Atalaya	Tajo
10/17-02-1902	Las Provincias	Tajo
28-02-1902	La Correspondencia de España	Tajo y Henares
3/13-03-1902	El Bien Público	Manzanares y Henares
10 -09-1902	La Correspondencia de España y La Rioja	Tajo y Jarama
10-02-1904	La Correspondencia de España	Tajo
03-09-1906	El Imparcial	Tajuña (Morata)
27/28 -12-1909	La Correspondencia de Valencia y La Cruz	Jarama
11-12-1910	La Correspondencia de España	Jarama y Henares
9/11-02-1912	Las Provincias y El Telegrama del RIF	Tajo, Jarama, Manzanares, Algodor, Abroñigal
6-01-1915	La Correspondencia de España	Tajo, Jarama
20/22-12-1916	La Correspondencia de España	Tajo, Jarama
15-02-1917	Diario de Burgos	Manzanares
16-02-1917	Las Circunstancias	Manzanares
28-03-1924	Las Provincias	Tajo
29-03-1924	El Avisador Numantino	Tajo
30-10-1926	La Opinión	Abroñigal (Manzanares)
23-11-1926	La Opinión	Tajo
24-11-1926	La Libertad y El Telegrama del RIF	Tajo
22-12-1926	El Eco Toledano	Jarama, Manzanares y Tajo
27-12-1927	La Voz y El Cantábrico	Tajo
27-12-1928	La Voz de Valencia	Tajo
27-10-1931	La Libertad	Arroyos Abroñigal y Calero
11-04-1934	La Libertad	Tajo
15-12-1934	El Adelanto	Tajo
25-01-1936	La Libertad	Tajo
20-02-1936	La Libertad y Diario Palentino	Tajo, Henares, Camarmillas
22-02-1936	La Libertad	Tajo y Jarama
27-02-1936	Pensamiento Alavés	Alberche
14-08-1936	El Español	Manzanares
27-09-1936	La Gaceta de Tenerife	Alberche
4-01-1940	Heraldo de Zamora y Diario de Burgos	Alberche
27-01-1941	Hoja Oficial del Lunes	Tajo
7-03-1947	Diario de Burgos	Tajo y Jarama
8/10-03-1947	Hoja Oficial del Lunes e Imperio	Tajo y Jarama

FECHA	PERIÓDICO	CUENCA
1-12-1961	Imperio	Jarama
12-01-1962	Imperio	Perales
20-01-1966	Última hora (22-01-20)	Madrid
27-04-1975	Mediterráneo	A ^o de Butarque (Manzanares)
9-06-1978	El País	Madrid
13-09-1979	El País	Madrid
1-09-1983	El País	Madrid
12-09-1986	El País	Madrid
26-07-1987	El País	Tajo, Tajuña, arroyo Brea, Guadarrama
Nov-Dic de 1989	Meteored	Jarama, Henares, Alberche
8-09-1990	El País	Tajuña, Tajo
24-06-1995	El País	Madrid; Tajo y Tajuña
diciembre 1996	Meteored	Guadarrama, Jarama, Tajuña, Henares
17-12-1997	Meteored	Guadarrama, Manzanares, Henares y Jarama
24-05-1998	La Estrella digital	Manzanares y Tajuña (Somosaguas, Carabanchel, Leganés, Aldea Fresno, Tielmes, Chinchón)
22-08-2003	ABC	Guadarrama, Henares, Jarama
23-05-2007	El País	Madrid
23-10-2008	El País	Jarama y Madrid
16-06-2009	Telemadrid	Henares, Jarama, Madrid
11-09-2009	Meteored	Henares, Jarama
9-10-2009	ABC	Madrid
27-07-2012	El País	Guadarrama, Manzanares, Madrid
28-09-2012	El País	Jarama, Madrid
11-09-2013	Agencia EFE	Madrid
11-06-2015	El confidencial	Madrid
7-02-2016	El País	Guadarrama, Cofio
6/7-07-2017	Diario independiente de Madrid	Madrid
27-08-2019	El País	Tajuña y Jarama
15-09-2019	El País	Tajuña y Jarama
4-03-2020	Meteored	Tajuña (Nuevo Baztán, Eurovillas)
25-05-2020	Europapress	Manzanares
24-09-2020	El País	Madrid
01-09-2021	El País	Madrid

ANEXO 2

Crónicas periodísticas sobre inundaciones en la Comunidad de Madrid entre mitad del siglo XIX y los años setenta del S.XX

- En 1855 *El Diario de Córdoba* (27 de febrero) anuncia los desbordamientos de los ríos Tajo, Jarama y Manzanares. “A consecuencia de esta inundación se halla obstruida la comunicación con Aranjuez por el ferrocarril”. “Todos los caminos se hallan inundados”.
 - Casi un año después vuelve a haber lluvias intensas y desbordamiento de los ríos: “El Tajo arrastraba anteayer por la parte de Aranjuez diecisiete cadáveres de personas que sin duda han perecido a consecuencia de las avenidas en algún pueblo ribereño” (*El Balar*, 4-02-1856).
 - El 26 de diciembre de 1860 hubo una gran inundación en Aranjuez que dura cerca de una semana. “El Tajo se desbordó hasta unir sus aguas con las del Jarama “¡unas seis leguas de terreno! Ayer 29 por la madrugada el Tajo ha vuelto a desbordarse en Aranjuez y a inundar los jardines... El puente de los Suizos sobre la carretera de Madrid está anegado hasta el punto de no poderse transitar ni a caballo” (*La Correspondencia de España*, 30-12-1860).
 - Las inundaciones de 1876 fueron muy generales, produciéndose desbordamientos de muchos ríos y en el Tajo se consideraron un máximo histórico del siglo XIX. Así lo reiteran muchos periódicos cuando narran otras inundaciones posteriores. Del 9 al 13 de diciembre de 1876 se produjo un desbordamiento de los ríos Tajo y Jarama “que han inundado esta inmensa ribera...Las pérdidas que han sufrido multitud de colonos son de muchísima consideración... se han cubierto de un metro de légano las inmensas huertas y fresales”, (*El Diario de Córdoba*, 13-12-1876).
 - En 1885 se produce una epidemia de cólera en Aranjuez. Un ciudadano escribe una carta diciendo que son fiebres palúdicas y que la causa son las charcas de agua que quedan en las márgenes del Tajo tras los desbordamientos “el desbordamiento del Tajo, por sus márgenes más bajas, dejó infinidad de lagunas y charcos que contenían un 50 por 100 de materias orgánicas dispuestas a convertirse en focos de infección... ¡pobre Aranjuez! el Tajo le da y le quita la vida” (*La Correspondencia de España*, 12-7-1885).
- Este pasaje deja claro que las crecidas del Tajo habían dejado unas riberas encharcadas continuamente que atraerían a millones de mosquitos, lo que hacían de Aranjuez un lugar poco salubre especialmente en los veranos.
- Al final del verano de 1891 el nivel del Tajo sube dos metros y medio sobre su nivel normal y “arrastra gran cantidad de muebles enseres” (*El Diario de Córdoba*, 17-9-1891).
 - En 1892 se produjeron nuevamente inundaciones que superaron el llamado máximo histórico de 1876 “de triste recuerdo”... “Las aguas del río Tajo elévanse ya a mayor nivel que en la avenida de 1876.... Continua en aumento la crecida del Tajo, que ya se eleva cuatro metros sobre el nivel ordinario” (*La Correspondencia de España*, 15-02-1892). “Se desbordan los ríos Tajo y Jarama e inundan varios terrenos de las posesiones reales... Las aguas del Tajo habían crecido metro y medio sobre el nivel ordinario” (*La Correspondencia de España*, 23-02-1892). Continúan las noticias el mes siguiente: “las fábricas de luz eléctrica, sierra de maderas y de harinas no pueden funcionar” (*La Correspondencia de España*, 15-03-1892). El 21 de marzo el Tajo se vuelve a desbordar, las aguas penetran en la Casa del Labrador y varias fábricas no pueden funcionar (*El Isleño*, 21-03-1892). Se puede observar por las fechas de los periódicos que esta situación se prolongó en el tiempo más de un mes y todavía en mayo las aguas del Tajo tenían un nivel más alto que el normal (*La Correspondencia de España*, 10-05-1892).
 - A finales de enero de 1895 vuelve a crecer el Tajo (*La Correspondencia de España*, 24-01-1895) y 20 días después la crecida sigue en aumento, peligrando algunas obras que se habían realizado para proteger el patrimonio como “el dique llamado Solera” (*La Correspondencia de España*, 15-02-1895). El Jarama se desborda por varios puntos. Se cortan carreteras y “el vecindario de Aranjuez se encuentra incomunicado con todos los pueblos de la Ribera” (*La Correspondencia de España*, 28-02-1895) y dos días después comienza a bajar el nivel de las aguas (*La Correspondencia de España*, 2-03-1895).

- En 1901 vuelve a haber una crecida del Tajo. Se contabilizan cinco metros de crecida sobre el nivel ordinario. *“Las aguas arrastran multitud de objetos y buen número de reses vacunas y lanaras. Las casillas inmediatas al río están rodeadas de agua. Las familias que en ellas viven están incomunicadas”* (La Atalaya, 6-03-1901).
 - En 1902, el periódico *Las Provincias* informa: *“Dicen de Aranjuez que ha aumentado la crecida del río Tajo... Témesese que los deshielos ocasionen el desbordamiento de dicho río”*. Una semana después se anuncia que se había iniciado el descenso de las aguas del Tajo (*Las Provincias*, 17-02-1902). En septiembre de 1902 el Tajo vuelve a desbordarse en Aranjuez, tan solo seis meses de la anterior riada que llegó hasta marzo (*La Correspondencia de España*, 10-09-1902). Y en octubre *“el Tajo ha aumentado su nivel cinco metros, desbordándose por toda la Vega y destruyendo toda la cosecha... El río Jarama también ha aumentado considerablemente su caudal”* (La Rioja, 10-09-1902).
 - En 1904 el Tajo vuelve a desbordarse *“a consecuencia de las fuertes lluvias”*. El tren descarrila por el reblandecimiento de los terraplenes de la vía del tren (*La Correspondencia de España*, 10-02-1904).
 - En enero de 1915 se vuelve a producir otra riada importante. Aranjuez se queda *“completamente a oscuras”*. Se forma un inmenso lago entre la calle de la Reina y el Jardín del Príncipe (*La Correspondencia de España*, 6-01-1915).
 - La riada de 1916 fue una de las más pavorosas, *“la mayor conocida desde hace muchos años”* (*La Correspondencia de España*, 20-12-1916). El 22 de diciembre empiezan a bajar las aguas, pero Aranjuez continúa aislado. *“...continúan los trabajos para el salvamento de personas que se encontraban en sitios aislados”* (*La Correspondencia de España*, 22-12-1916).
 - En marzo de 1924 las lluvias en España son generalizadas sobre todo en la mitad Sur del país. Se desbordan el Tajo, el Guadiana, el Guadalquivir, el Segura... A consecuencia de las *“grandes lluvias de estos días se ha desbordado el Tajo”* (*La Provincia*, 28-30-1924). De Madrid llevaron marineros y lanchas del Retiro y el rey Alfonso XIII se acercó a Aranjuez, primero en auto, pero al final a caballo porque estaba cortada la carretera (*El Avisador Numantino*, 29-03-1924).
 - El 23 de noviembre de 1926 se produce una nueva crecida del Tajo *“...la población se encuentra falta de fluido”* (*La Opinión*, 23-11-1926). Al día siguiente *“el Tajo volvió a subir la noche última, inundando las calles de Quiñones y Colmenar”* (*La Libertad*, 24-11-1926). Al final de ese mismo año se desborda el Tajo por las crecidas de sus afluentes Jarama y Manzanares *“...pues según los prácticos aún no se han sentido las consecuencias del desnieve de las Serranías de Albalate (Cuenca), Torriente y Albarracín (Teruel)”* (*El Eco Toledano*, 22-12-1926).
 - En 1927 se desborda el Tajo *“...a consecuencia de las torrenciales lluvias... Se inundan los jardines, parte del pueblo de Aranjuez y calles de Colmenar y Chinchón”*, (*La Voz*, 27-12-1927). *Desde el año 1870 no se recuerda una crecida semejante. En Aranjuez las aguas del Tajo han llegado hasta el mismo palacio”* (*El Cantábrico*, 27-12-1927).
 - A finales de 1934 vuelven a desbordarse algunos ríos *“los obreros se aprestan a evitar por todos los medios un desbordamiento, que arruinaría a los hortelanos de la Vega”* (de Aranjuez) (*El Adelanto*, 15-12-1934).
 - En enero de 1936 la crecida del Tajo ha sido mayor que la del pasado mes. La situación se asocia con la existencia de lluvias generalizadas y viento de Sur y Suroeste *“por lo que la temperatura se mantiene suave”* (*La Libertad*, 25-01-1936). Sobre el Tajo y el Jarama, el periódico *La Libertad* indica que *“...siendo el aumento del caudal superior al de riadas anteriores... han causado grandes destrozos en la Huerta”* (22-02-1936).
 - En marzo de 1947 la crecida es enorme *“...cerca de siete metros sobre el...nivel... ordinario”* (*Diario de Burgos*, 7-03-1947). *“A consecuencia del desbordamiento del Jarama, que ocasionó el hundimiento de uno de los puentes en la línea ferroviaria Alicante- Madrid por Aranjuez, están suspendidas las comunicaciones ferroviarias y postales con la capital de España”* (*Imperio*, 8-03-1947).
- Del municipio de Madrid se destacan las siguientes crónicas:
- En 1845 el periódico *El Español* (24 de junio) denunciaba que *“...son dignas de llamar la atención las desgracias que suceden en algunas*

ocasiones en las orillas de río Manzanares con motivo del desbordamiento de sus aguas en las avenidas que ocurren en las épocas de fuertes lluvias". Para evitar estos episodios se aconseja que se lleve a cabo por la municipalidad un ahondamiento del cauce. De las palabras del periódico se desprende que no eran inusuales las crecidas del Manzanares, río no especialmente caudaloso ni importante, si no fuera porque es el río de Madrid.

- Las inundaciones de 1876 fueron muy generales. El periódico *La Paz* señala que "también el Manzanares venía ayer imponente" (8-12-1876). Hubo que recurrir al trabajo de marineros del Museo Naval "embarcados en los botes del Retiro".
- En 1895 junto con el Tajo, también se produjo una crecida del Manzanares y del Arroyo Abroñigal (ahora soterrado por la M-30). En el popular distrito de Arganzuela de Madrid "Por efecto de la lluvia... se anegaron las habitaciones de los pisos bajos por ser insuficientes las atarjeas para contener la cantidad de agua que recibían" (*La Lealtad*, 28-09-1895).
- En enero de 1897 las inundaciones afectaron a varios ríos: el día 8 al Henares, el día 10 al Tajo y Jarama (*La Correspondencia de España*) y el 16 al río Manzanares donde ocurrió un triste suceso: "dos infelices, casi niños, entregaron sus vidas al ser aprisionados entre las fangosas aguas" (*La Lucha*, 16-01-1897).
- En 1902 se desborda el Manzanares: "A consecuencia de la crecida del río está inundada la Vega" (*El Bien Público*, 3-03-1902) y también el río Henares que creció unos cuatro metros el día 27 de febrero de 1902, causando "daños de importancia" (*La Correspondencia de España*, 28-02-1902). En Alcalá de Henares "Los molinos han tenido que suspender sus trabajos. Las aguas saltan a la carretera en un punto próximo al puente de Azulema" (*El Bien Público*, 13-03-1902).
- En el invierno de 1912 se desbordan el Tajo, el Jarama "...ha inundado los pueblos ribereños", el Manzanares, produciendo desalojos de las casas cercanas "en Algodor las corrientes de agua inundaron las viviendas, llevando en suspensión objetos y animales muertos" (*Las Provincias*, 9-02-1912) y el arroyo Aboñigal "han arrastrado también las plantaciones de las huertas inmediatas" (*El Telegrama del RIF*, 9-02-1912). Se comenta también la destrucción de los lavaderos y la caída al agua de una lavandera que fue salvada por un bombero: "También el arroyo Abroñigal ha experimentado una gran crecida, invadiendo varios tejares. Se ha enviado un retén de bomberos" (*Las Provincias*, 11-02-1912). Este episodio afectó además al desbordamiento del río Alberche, lo que no debía ser muy común.
- En el invierno de 1917 el Manzanares "...ha arrastrado el puente que une el barrio de La Teja con la Bombilla, destrozando los lavaderos e inundando las casas contiguas" (*Diario de Burgos*, 15-02-1917). "El río Manzanares se desbordó anoche en la pradera del Corregidor...convirtiendo toda aquella barriada en una inmensa laguna" (*Las Circunstancias*, 16-02-1917). Los periódicos informan que las inundaciones están afectando a las clases más humildes.
- En los años veinte destaca en Madrid las inundaciones del arroyo Abroñigal, a pesar de su poco caudal en tiempos normales: "...la enorme cantidad de agua caída ha hecho que se hayan registrado en el arroyo Abroñigal, barrio de la China, donde existe un grupo de casitas, varias inundaciones, que causaron gran alarma en el vecindario" (*La Opinión* 30-10-1926).
- En octubre de 1931 se desbordan los arroyos Abroñigal y Calero (ahora soterrado bajo el Barrio de la Concepción). "El domingo, a las once de la noche, la Guardia Civil del puesto de las Ventas tuvo noticia de que en las calles de Canillas, arroyo Abroñigal y arroyo Calero se habían producido inundaciones que tenían en peligro la vida de varias personas" (*La Libertad*, 27-10-1931).
- El 11 de agosto de 1936 hubo una tempestad que produjo una gran avenida del Manzanares, suceso anómalo en el verano. El periódico *El Español* (14-8-1936) relata el ahogamiento de un hombre adulto y el salvamento de otro *in extremis*.
- Un 20 de enero del año 1966, cuando unas intensas lluvias e inundaciones posteriores hicieron sacar las barcas y lanchas a distintas zonas de la capital española, principalmente Vallecas, Entrevías, Orcasitas, Villaverde y la zona de la Casa de Campo, (*Última Hora digital*, 22-01-20).

ANEXO 3

- En la primavera de 1975, los distritos del Sur de Madrid fueron afectados: *“Las inundaciones producidas en estos días en Villaverde Alto no se deben exactamente a la intensidad de las lluvias, sino al desbordamiento del cercano arroyo de Butarque” (Mediterráneo, 27-04-1975).*
- El 9 de junio de 1978: *“hacia las tres de la tarde de ayer cayó sobre Madrid una fuerte tormenta de lluvia y granizo. La inundación fue especialmente espectacular en el barrio de Valdeacederas y Tetuán” (El País).*
- El 12 de septiembre de 1979 *“una tormenta anegó los barrios de Orcasitas y Carabanchel” (El País).*
- El 12 de septiembre de 1986, *la intensa lluvia que cayó ayer por la tarde sobre Madrid y algunos puntos de la provincia causó numerosas inundaciones, cortes en el fluido eléctrico y atascos de tráfico interrumpiendo algunas líneas de metro (El País).*
- En julio de 1987 se produjeron tormentas con fuertes precipitaciones concentradas fundamentalmente en las cuencas de los ríos Tajo y Tajuña, afectando a los municipios de Fuentidueña de Tajo, Villamanrique de Tajo, Brea del Tajo, Orusco de Tajuña, Carabaña, Alcorcón y Estremera, además de algunos daños en sectores de Móstoles, Alcorcón y Leganés, como atestiguan las siguientes noticias: *“En Carabaña se vio ayer con temor la crecida del río Tajuña y en Villamanrique de Tajo hubo un ligero desbordamiento del río que le da nombre, que ganó 1,5 metros de nivel... “Zonas de Móstoles sufrieron cortes de luz y de agua... En la urbanización El Soto de esta localidad, el agua cubrió calles y plazas... En Alcorcón se originaron cortes de luz, y se vieron anegadas las aceras de barrios como San José de Valderas...En la barriada de La Fortuna, de Leganés, viviendas, clínicas y colegios se vieron inundados. El agua alcanzó dos metros en algunos puntos y varias familias fueron evacuadas. (El País, 26-07-1987).*
- Durante los meses de noviembre y diciembre de 1989 se produjeron importantes precipitaciones que dieron lugar a desbordamientos de algunos cauces, ocasionando graves daños en los municipios de Aldea del Fresno, Paracuellos del Jarama y San Fernando de Henares. Estas lluvias provocaron además problemas en más de sesenta municipios (Jiménez, 2003).
- El 8 de septiembre de 1990, además del citado episodio de Aranjuez, las intensas lluvias provocaron numerosas inundaciones en viviendas y locales comerciales tanto en la capital como en la provincia. *“La localidad de Carabaña, situada al sureste de Madrid, quedó aislada por carretera” (El País).*
- En junio de 1995 *“una fuerte tormenta, descargó importantes cantidades de agua en el centro de la Comunidad, afectando especialmente a los términos municipales de Madrid, Leganés y Pozuelo de Alarcón, provocando un muerto...” Una espectacular tromba de agua y granizo inundó anoche toda la ciudad. Subterráneos, terrazas, sótanos y portales completamente invadidos por el agua. Muchos tramos de la M-30 quedaron completamente cubiertos y los coches bloqueados, así como la Castellana y la carretera de Colmenar Viejo (El País, 24-6-1995).* En agosto se repitieron varias tormentas importantes en el sureste de la región, que dieron lugar a inundaciones en algunos municipios (el más dañado, Villarejo de Salvanes). Los ríos Tajo y Tajuña también desbordaron en zonas puntuales.
- Durante el invierno de 1995/96 las precipitaciones continuas de agua y nieve, en la zona de la sierra, produjeron inundaciones en los ríos Jarama, Guadarrama, Henares y Alberche (Jiménez, 2003), lluvias que ponen fin a la intensa sequía del primer quinquenio de los años noventa.
- En 1996, después de un otoño bastante húmedo, las intensas precipitaciones registradas en diciembre provocaron inundaciones parciales de los ríos Guadarrama, Jarama y Tajuña, siendo necesaria la evacuación de casi 250 personas en Móstoles y San Fernando de Henares (Jiménez, 2003).
- En 1997 también las prolongadas lluvias registradas en la Cuenca del Tajo provocaron inundaciones en tramos de los ríos Guadarrama, Manzanares, Henares y Jarama (*Meteored*, 17-12-1997).
- En agosto de 2003 los municipios más afectados por la lluvia fueron los del este y sureste de la

región, principalmente Alcalá de Henares, Villalbilla, Daganzo, y Algete. Y la zona de la sierra: de San Agustín de Guadalix, Guadarrama, El Molar, Valdetorres, Soto del Real y Colmenar Viejo, siendo el más afectado Guadarrama, (ABC, 22-08-2003).

- El 28 de abril y 20 de mayo de 2007 “se inundaron varias zonas del norte de la ciudad, como la Avda. de la Ilustración” (El País, 23-05-2007).
- En 2008 la M30 ha sufrido cinco inundaciones desde febrero. La más importante, el 26 de abril, con una catarata de agua que inundó los túneles próximos al Vicente Calderón (El País, 23-10-2008).
- El año 2009 ha sido uno de los que más episodios recientes se han registrado, empezando en junio, donde “Madrid vivió el día 16 la ‘tormenta del siglo’ con su día más lluvioso desde 1920. En el balance final de las tormentas, entre la tarde de este miércoles y la madrugada del jueves, emergencias 112 indica que desde las 19.00 horas a las 9.00 horas se gestionaron 328 expedientes, de los cuales 205 fueron en Madrid capital y 123 en otros municipios (zona sur, Arganda del Rey, Campo Real y Alcalá de Henares)” (Telemadrid, 16-06-2009). Para septiembre de 2009 el Consorcio de compensación de seguros estimó un total de 1.220 siniestros (980 viviendas y comercios principalmente y 240 automóviles), con un coste de 4,5 millones de euros y las localidades más afectadas han sido Arganda del Rey, Velilla de San Antonio, Nuevo Baztán, Villar del Olmo, Campo Real y Daganzo, (Meteored, 11-09-2009). Y en octubre otro evento: las inundaciones que se registraron durante la madrugada de ayer en la avenida del Manzanares por la escasa capacidad de un colector. Las lluvias dejaron como testigos coches anegados arrastrados por las aguas, portales y bajos inundados y hasta máquinas tragaperras flotando en mitad de la superficie de los bares (ABC, 9-10-2009).
- En 2012 se suceden dos episodios por tormentas de verano, uno en julio, con “inundaciones en Rivas y la A-3. Al ser un municipio con muchas viviendas unifamiliares, la peor parte se la llevaron los garajes, inundaciones también en la A3 y en la capital, donde han provocado la inundación de garajes, balsas de agua en la vía pública, acumulación de lluvia en la carretera, siendo las zonas más afectadas el distrito de Ciudad Lineal y la zona centro” (El País, 27-07-2012). La segunda en septiembre con problemas dentro de la capital: “cortados por balsas de agua los túneles de la plaza de Conde de Casal y el del Paseo de Santa María de la Cabeza, desde Atocha al Puente de Praga, además de los dos carriles del nudo sur de la M-30, en sentido Legazpi”.
- Septiembre vuelve protagonizar al año siguiente estas noticias con “inundaciones en el Paseo de la Castellana y en el Palacio de Congresos”, (Agencia EFE, 11-09-2013).
- En junio de 2015 “una mujer muere en el municipio de Madrid por las fuertes lluvias y hay cortes en el metro en las líneas 7 y 8 con balsas de agua en la M30, M40 y en pistas de Barajas” (El Confidencial, 11-06-2015).
- En 2017 “las inundaciones desviaron vuelos de Barajas e inundaron numerosas calles del centro de Madrid” (Diario Independiente de Madrid, 6/7-07-2017).