


Efectos de la meteorología extrema en Sevilla durante el siglo XVIII: mecanismos de defensa ante sequías e inundaciones del Guadalquivir

Effects of extreme meteorology in Seville during the 18th century: defense mechanisms against droughts and floods of the Guadalquivir

Leoncio García-Barrón

leoncio@us.es  0000-0003-0719-9705

Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Universidad de Sevilla.

Avenida Reina Mercedes, 4 A. 41012 Sevilla, España.

M^a Rocío García-Cuadri

marogacu@gmail.com  0009-0000-1847-4368

Profesora de Construcciones Civiles y Edificación, Consejería de Educación. Junta de Andalucía.

Luis Antonio García-Cuadri

lugacu@hotmail.com  0009-0003-7493-6485

Profesor de Tecnología y Sistemas Constructivos. Consejería de Educación, Junta de Andalucía.

Consejería de Educación, Junta de Andalucía. Torre Triana, Calle Juan Antonio Vizarrón, s/n. 41092 Sevilla, España.

INFO ARTÍCULO

Recibido: 26-01-2024
Revisado: 09-03-2024
Aceptado: 14-03-2024

PALABRAS CLAVE

Guadalquivir
Sevilla
Riesgo hídrico
Siglo XVIII

KEYWORDS

Guadalquivir
Seville
Water risk
18th century

RESUMEN

El suroeste de la península Ibérica está sometido a la irregularidad del régimen pluviométrico con recurrentes sucesos opuestos, periodos de sequías o de lluvias intensas. A partir de fuentes documentales, en el contexto de las particulares condiciones hidrológicas de la ciudad y de su sistema de protección urbana, se examinan los correspondientes impactos del río Guadalquivir en Sevilla durante el siglo XVIII. Se describen los sucesos que ponen de manifiesto la vulnerabilidad frente a fenómenos meteorológicos extremos. Esto nos ha permitido elaborar el índice anual de riesgo hídrico. De su cuantificación se obtiene la evolución temporal a lo largo del siglo XVIII. Distribuidos irregularmente se observa la variabilidad, en que los efectos de la sequía son más frecuentes en la primera mitad de siglo y los de las inundaciones en las décadas finales.

ABSTRACT

The southwest of the Iberian Peninsula is subject to irregular rainfall patterns with recurring opposite events, periods of drought or intense rain. Based on documentary sources, in the context of the particular hydrological conditions of the city and its urban protection system, the corresponding impacts of the Guadalquivir River in Seville during the 18th century are examined. Events that reveal vulnerability to extreme weather events are described. This has allowed us to prepare the annual water risk index. From its quantification, the temporal evolution throughout the 18th century is obtained. Irregularly distributed, variability is observed, in which the effects of drought are more frequent in the first half of the century and floods in the final decades.



1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de cambio climático adquiere interés el estudio del comportamiento del clima en siglos precedentes que, aunque con distintas circunstancias, pueden sugerir pautas hacia el futuro. Durante el siglo XVIII la ciudad de Sevilla (37,38 N; 5,97 W) sufre el impacto de diversos fenómenos naturales. Además de acontecimientos excepcionales como el terremoto de 1755, está sometida a los sucesos recurrentes derivados de la meteorología adversa.

La ciudad está comprendida en la zona de clima mediterráneo con influencia de fachada atlántica. La peculiaridad principal de la pluviometría en el suroeste de la península Ibérica es la variabilidad a escala interanual y en la distribución intranual (García-Barrón *et al.*, 2011; 2013). Consecuencia de la cual alternan a lo largo del tiempo, periodos plurianuales de sequía frente a otros de lluvias intensas y prolongadas, causantes de inundaciones.

Sevilla se encuentra situada en el límite lo que hace 6000 años fue un golfo marino que progresivamente se cerró por una barra litoral (manto eólico onubense) hasta formar el lago Ligustino. Este, a su vez sufre un proceso de sedimentación y colmatación, lo que da lugar a un paisaje con islotes de marisma y múltiples brazos fluviales. Así, en los dos últimos milenios, el cauce principal del río Guadalquivir desde Sevilla hasta la desembocadura (aproximadamente 100 km) ha transcurrido entre meandros con escasa pendiente. La ciudad está asentada sobre la llanura aluvial de baja cota, lo que conlleva el riesgo de inundación urbana en caso de desbordamiento del río (del Moral, 1991; Feria, 2021). Esta circunstancia comporta que se haya dotado de los correspondientes sistemas constructivos de defensa, que describiremos en las secciones posteriores.

El conocimiento del clima durante los últimos siglos, previo a los registros instrumentales, se fundamenta en dos tipos de fuentes: naturales y documentales. Las naturales se basan en la interpretación del medio geofísico o biológico (composición de sedimentos, análisis polínico, dendrocronología, indicadores botánicos) que permiten reconstruir el clima pasado (Sousa *et al.*, 2006; 2015; Baena *et al.*, 2019). En este artículo nos basamos principalmente en información documental civil, crónicas de los historiadores que incluyen en los relatos situaciones meteorológicas excepcionales. Otra fuente auxiliar es la documentación eclesial referida al pago del diezmo –impuesto económico de la décima parte de las cosechas– o a las rogativas litúrgicas de intercesión religiosa ante la adversidad meteorológica, en que se implora la lluvia (propluvia) en caso de sequía o su cese (pro-serenitate) (Cuadrat, 2012; García, 2020).

Las inundaciones fluviales y sus efectos durante los últimos siglos han merecido la atención de los investigadores, tanto en las cuencas hidrográficas españolas de la vertiente atlántica (Rodríguez *et al.*, 2002; Benito *et al.*, 2003) cómo de la mediterránea (García, 2019). En este sentido, el análisis de distintas fuentes históricas ha permitido reconstruir series temporales pluviométricas interanuales desde el siglo XVI (Rodrigo *et al.*, 1999; Barriando 2006; García-Barrón *et al.*, 2023) en áreas geográficas de la península Ibérica.

El presente estudio centrado en Sevilla durante el siglo XVIII pretende:

- Establecer la vinculación de los recurrentes fenómenos meteorológicos extremos y opuestos con los respectivos efectos sociales provocados en Sevilla y, por extensión, en el área circundante.
- Reconstruir la cronología secular estimada del *riesgo hídrico* a lo largo del siglo.

Consideramos que el análisis interdisciplinar desarrollado en el presente artículo proporciona una perspectiva global de la climatología histórica y de su influjo en el devenir de la ciudad.

2. BASES DE ESTUDIO

Para enmarcar adecuadamente las bases del presente estudio debemos exponer las circunstancias particulares que inciden durante el siglo XVIII en la ciudad de Sevilla, desde una perspectiva climática y desde los condicionantes geográficos que conjuntamente generan los efectos urbanos y sociales en el territorio.



2.1. El contexto climático

La característica fundamental del clima mediterráneo con influencia atlántica, en que se incluye el suroeste de la península Ibérica, es la irregularidad meteorológica. El siglo XVIII está inmerso en el periodo de la Pequeña Edad de Hielo (PEH) que abarca aproximadamente desde el inicio del siglo XVI hasta principios del siglo XIX (Rodrigo, 2018). Esta época se asocia a una manifestación de la variabilidad natural del clima, que en Europa se caracterizó por un descenso de la temperatura y en el área mediterránea, también, por el incremento de la irregularidad pluviométrica interanual e intraanual. Además, entre 1645 y 1715 tiene lugar una disminución de la actividad solar, denominada Mínimo de Maunder, con posible influencia en la evolución climática. A final del siglo XVIII se inicia un nuevo episodio de disminución de actividad solar, mínimo de Dalton (1790 a 1820). El descenso de la actividad solar ha podido contribuir a la alteración del sistema climático.

También, la frecuencia e intensidad de las emisiones volcánicas, debido a la reflectividad de los aerosoles en suspensión atmosférica, pudieron contribuir a la variabilidad termométrica de la PEH. El siglo XVIII fue de gran actividad: el sistema volcánico de Timanfaya en Lanzarote, el volcán Lakagígar (Islandia) o el Etna en Sicilia (Branca & Del Carlo, 2002).

Con diferentes metodologías y orientación algunos climatólogos han analizado la evolución pluviométrica a partir de fuentes documentales civiles y religiosas en el sur de España, incluido el siglo XVIII. Así, Barrientos (2007) ha confeccionado una doble serie interanual de índice hídrico de sequía y de inundaciones en distintas regiones españolas para detectar la variabilidad secular de las precipitaciones. Rodrigo (2007) ha elaborado un índice estacional de desviaciones pluviométricas, que le permite obtener el perfil de precipitación a escala decadal.

2.2. Condicionantes urbanos

Hemos indicado que Sevilla está situada en una llanura de baja cota en la vega del Guadalquivir, entre los Alcores y la cornisa del Aljarafe, sometida a posibles inundaciones. Ha estado históricamente amurallada y, además, rodeada por el oeste por el río Guadalquivir y por el este por los afluentes Tagarete y Tamarguillo. La ciudad romana (figura 1) ocupó terrazas naturales elevadas, protegida de inundaciones, junto a un brazo secundario del río Betis, denominación de Guadalquivir, con el área portuaria al sur (Petuaud-Letang, 1992). La recopilación de F. B. Palomo (1878) refiere un relato tradicional: *Que el álveo antiguo del brazo del Guadalquivir penetraba por el lado Norte de la ciudad atravesando hasta el Sur, ... cuando quedó en seco en ambos extremos se formaron dos grandes lagunas, foco permanente de infección para Sevilla durante muchos siglos. Se refiere a la laguna de la Alameda, desecada y convertida en paseo en el siglo XVI, y la laguna de la Pajería o de la Mancebía cuya urbanización tiene lugar en el siglo XVIII. Algunos autores (Feria-Toribio, 2021) consideran que este, generalmente llamado brazo secundario, fue el cauce original y que, en siglos posteriores, probablemente por causa de alguna avenida impetuosa el río abrió vía hasta conformar el cauce actual.*

En el siglo XII los almohades, ante el avance castellano, expanden la ciudad amurallada hacia el nuevo cauce del río, aunque inicialmente con poca densidad de población (figura 1). La muralla bajomedieval quedó formada por una cerca perimetral de más de seis km con catorce puertas y varios postigos, que se mantuvo hasta mitad del siglo XIX. Con la pérdida de la función de defensa militar, a partir del siglo XVI la muralla medieval se conserva como principal protección de la ciudad frente a las inundaciones del río. Por tanto, es el elemento urbano que delimita el territorio con mayores garantías de habitabilidad. Actualmente el trazado de la antigua muralla coincide con la ronda de circunvalación del casco histórico. Durante el inicio del siglo XVIII únicamente estaban construidos extramuros algunos pequeños arrabales humildes (San Bernardo, La Calzada) sometidos permanentemente a las crecidas del río.

En Sevilla, la situación de protección de la ciudad por medio de las murallas es una constante a lo largo de los siglos. Ya en la Crónica del rey Don Pedro del canciller don Pedro López de Ayala, en referencia a la inundación de 1353, escribe: *este año ovo en Sevilla muy grandes crecimientos del río Guadalquivir en guisa que*



cerraron y calafetearon las puertas de la cibdad e vieron muy grande miedo que sería la cibdad en grande peligro. Tendremos ocasión de comprobar en las secciones posteriores que esta situación es análoga a las narradas por testigos en el siglo XVIII. En un auto municipal de 1784 se reconoce expresamente: *Siendo las murallas la mayor defensa de esta ciudad y la más grande seguridad y custodia de las vidas y efectos de sus habitantes, se hace preciso asistir a su conservación* La figura 1 muestra el plano de Sevilla con el recinto amurallado y las correspondientes puertas, algunas expresamente citadas en las crónicas recogidas en este artículo, así como la localización de la ciudad romana y altomedieval y el antiguo cauce desecado.

Como parte de una investigación sobre la relación histórica Sevilla-Guadalquivir (García-Barrón et al., 2023) se han analizado las zonas intramuros según la exposición al desbordamiento. Precisamente el área de ocupación de la ciudad romana está clasificada como de improbable inundación. Sin embargo, la mayor vulnerabilidad corresponde a las colaciones desde la puerta de la Almenilla hasta la torre del Oro.

Entre los elementos materiales de defensa de las inundaciones destacan los husillos; estos constituían el sistema normal de desagüe de las aguas interiores hacia el río. Su número era aproximadamente de cincuenta distribuidos por el perímetro amurallado. Por precaución ante los desbordamientos del río, para evitar que funcionaran en sentido opuesto, introduciendo aguas fluviales al interior, se cerraban con tablones y se sellaban. Sin embargo, esto ocasionaba que las aguas de lluvia, impedidas de evacuar, se embalsaran en las calles aledañas, con lo que contribuía a anegar las colaciones de más baja cota.

En la en la orilla opuesta del río está situado el arrabal de Triana habitado por artesanos y pescadores, con almacenes portuarios. Desde 1171, estuvo unido a Sevilla mediante un único puente flotante formado por barcas unidas entre sí y ancladas. Este puente estuvo sometido a las acometidas del río, inutilizado en caso de grandes avenidas y necesitado de frecuentes reparaciones. Por la dificultad de cimentar sobre margas aluviales, hasta 1852 no dispuso Sevilla de un puente de construcción pétreo sobre el Guadalquivir.

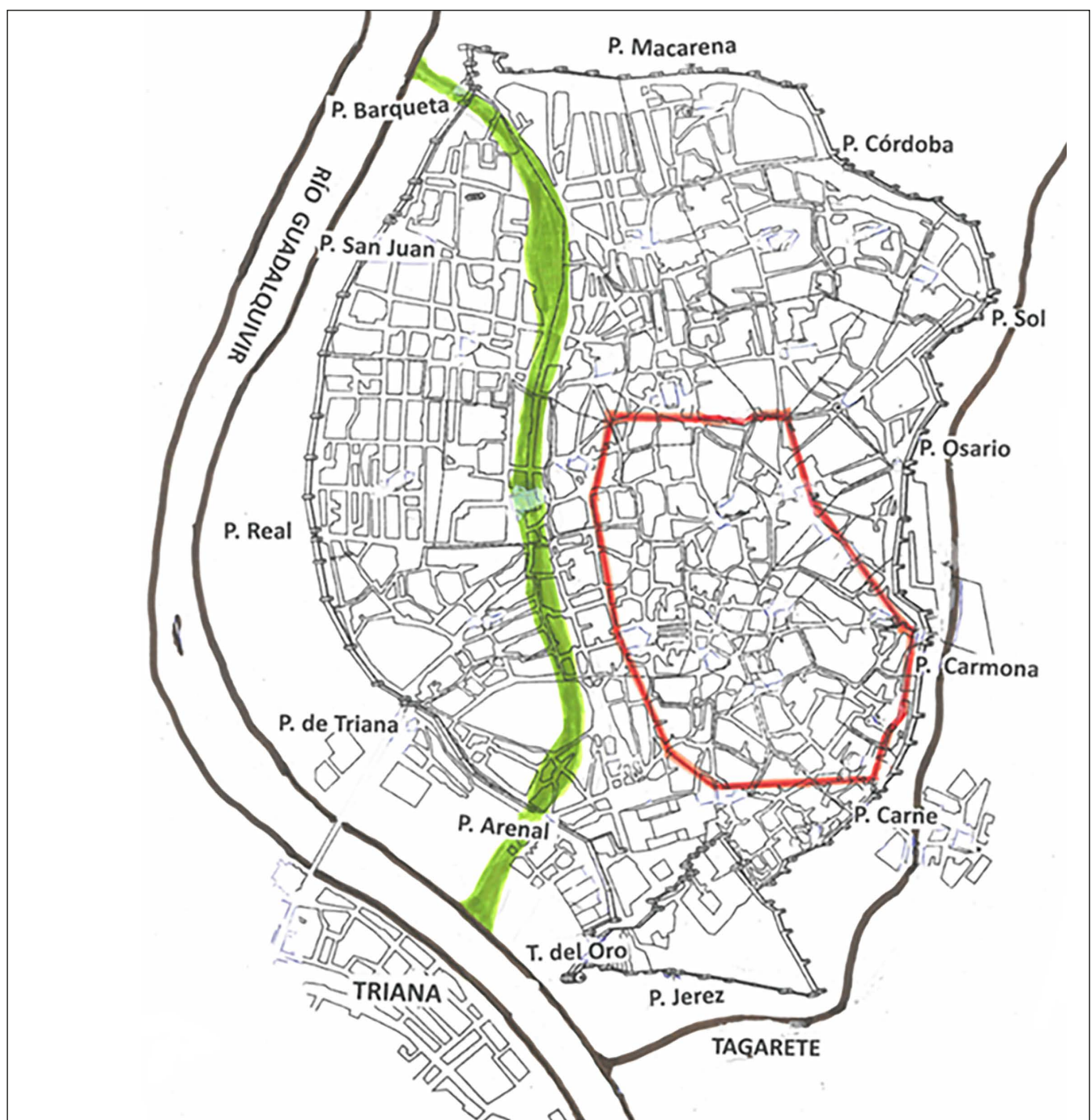


Figura 1. Plano de Sevilla, con indicación de las puertas de la muralla, el perímetro de la ciudad romana, en rojo, y el antiguo cauce, en verde. Fuente: elaboración propia a partir de fuentes documentales.



3. FUENTES DOCUMENTALES

Las fuentes utilizadas para componer el presente artículo han sido diversas y con distintos enfoques y tipología, complementarias entre sí y que permiten realizar un examen global.

3.1. La "Historia crítica de las riadas" de Palomo

Entre las principales fuentes para el estudio de las inundaciones históricas del Guadalquivir se encuentra la recopilación realizada por Francisco de Borja Palomo (1878), titulada "*Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla desde su reconquista nuestros días*" en que se incluyen crónicas, noticias y diverso tipo de escritos de distintos autores desde el siglo XIII al XIX. Está orientada principalmente a describir los impactos de los desbordamientos del río, tanto en su aspecto urbano como social. Acumula cronológicamente la referencia crítica de los más importantes sucesos pluviométricos, con alusiones también a otros episodios naturales. Además de la información detallada de su contenido, las citas del texto nos han permitido, en ocasiones, acceder a los documentos primarios originales.

3.2. La Regia Sociedad Hispalense

La Regia Sociedad Hispalense de Medicina y otras Ciencias es una de las academias científica más prestigiosas del siglo XVIII en España. Su misión fue la difusión de las modernas teorías de la ciencia experimental. Aunque su orientación era preferentemente médica también se desarrollaron otros temas, en particular los relacionados con la meteorología y el clima de Sevilla y de su efecto sobre la salud. Además de exponer los fundamentos físicos (García-Barrón, 2002) entre sus legajos se conservan disertaciones en que se recogen observaciones meteorológicas (Sousa *et al*, 2023) y su relación con el estado sanitario de la población (Nieto de Piña, 1785; 1786; 1787) Consideramos que estas series constituyen la transición desde la climatología histórica, fundada en los sucesos adversos de las crónicas, hacia la moderna meteorología basada en los registros continuados de las variables atmosféricas. Prueba del interés permanente de la Regia Sociedad por los temas que preocupaban a la población de su época son las repetidas disertaciones hacia las causas de las inundaciones del Guadalquivir y recomendaciones para evitar sus desastrosos efectos (Ximénez de Lorite, 1778; Nieto de Piña, 1784; Delgado, 1784; Vera Limón 1797). Lógicamente, las fechas de las disertaciones son inmediatamente posteriores a los graves desbordamientos.

También, a partir del *Vehemente terremoto, que se padeció en mucha parte de nuestra Patria, en el día 1º de Noviembre del año pasado de 1755*, según reza el título de la lección inaugural expuesta en 1756 ante las Regia Sociedad (García Blanco, 1756), este suceso provoca gran alarma social. Por ello, esta institución científica asume la función pedagógica de justificar los terremotos por causas naturales. En los legajos se encuentran también dos disertaciones completas referidas a terremotos, con orientaciones complementarias sobre sus posibles efectos: hacia la salud pública (García Blanco, 1756) y hacia la estabilidad y conservación de los edificios (Infante, 1756).

3.3. Rogativas

En los relatos de los sucesos de inundaciones y sequía se mencionan expresamente las rogativas como indicador de la severidad de los mismos. En la zona de la Vega del Guadalquivir las rogativas y prácticas religiosas de intercesión son habitualmente para solicitar el cese de las lluvias causantes de inundaciones (*pro-serenitate*); entre las distintas crónicas sobre las inundaciones del río se citan repetidamente la organización de ceremonias de intercesión. Sin embargo, en las zonas agrícolas de más fácil drenaje, las rogativas



son frecuentemente para solicitar la lluvia (*pro-pluvia*) ante el decaimiento de manantiales y arroyos permanentes de suministro a las poblaciones y, especialmente, ante la probable pérdida de las cosechas.

Entre las fuentes documentales que permiten conocer episodios de sequía en el suroeste peninsular, se encuentran las actas del Concejo y Corregimiento de la villa de Almonte por el que se acuerda el traslado de la imagen de la Virgen del Rocío desde su ermita en Doñana hasta el pueblo. Aunque hubo distintos motivos de intercesión –epidemias, guerras, etc.– la causa más frecuente es la recurrente sequía agraria con grave incidencia económica y social. Es una forma particular de rogativa para implorar la lluvia a la Virgen (Flores, 2005; García-Barrón, 2020), *por la falta de las aguas con que sementeras y panes están amenazando muy cortas cosechas, con lo que se alcanzan las hambres*. Aunque sin especificar la intensidad de cada episodio, de los veinticuatro traslados por sequía desde 1605 a 1859, doce de ellos tuvieron lugar en el siglo XVIII.

3.4. Diezmo eclesiástico y administradores civiles

Un procedimiento auxiliar utilizado para la reconstrucción pluviométrica interanual es el análisis de las series temporales de cobro del diezmo eclesiástico sobre la producción agraria en áreas de la archidiócesis de Sevilla (Riego, 2003). Dada la estabilidad de los sistemas de producción de la época, la variabilidad interanual era, salvo plagas, achacable fundamentalmente a las condiciones meteorológicas. Aunque con incertidumbre, la comparación de distintas fuentes permite asignar si la disminución de cosecha de cereales, y otros productos, es debida a sequía o a encharcamiento.

Los informes elaborados por administradores de casas señoriales también aportan una valiosa información de las condiciones meteorológicas que en cada anualidad han podido favorecer o perjudicar la producción agraria, especialmente de cereales (Fernández *et al.*, 2014).

3.5. Otras fuentes complementarias

Existen documentos de diferentes características (mapas históricos, informes oficiales, análisis de toponimia, etc.) que contribuyen a interpretar la evolución del territorio y permiten corroborar los resultados del análisis interanual. Tales son los estudios del influjo climático y antrópico en el área de Doñana sobre desecación de humedales, acortamiento de los arroyos, adaptación de especies vegetales, etc. (Sousa *et al.*, 2010; 2013).

Tradicionalmente en Sevilla que se colocaron placas cerámicas como testigo permanente de la altura alcanzada en distintas inundaciones y como indicador histórico de la gravedad de cada suceso (figura 2).

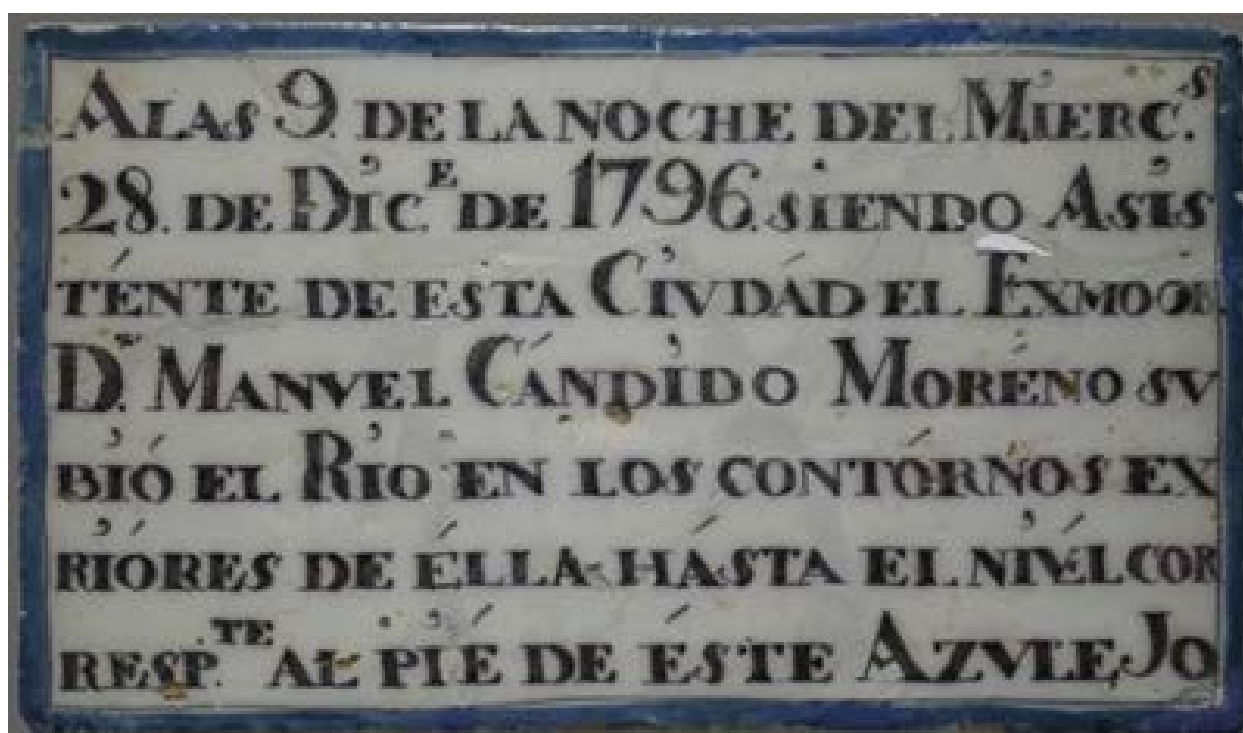


Figura 2. Placa indicadora del nivel del desbordamiento fluvial: 1796, en la actual calle Bailen (Puerta Real). Fuente: autores.



4. METODOLOGÍA

Las informaciones que proporcionan las distintas fuentes históricas documentales sobre los fenómenos meteorológicos extremos tienen, en general, carácter descriptivo sometidas a subjetividad, sin que entre los distintos autores exista una uniformidad en la valoración y calificación de los sucesos. Por ello, ha sido necesario establecer criterios que permitan la clasificación comparativa de los impactos provocados en los diferentes episodios. Es preciso transferir el relato cualitativo de los efectos observados a una escala ordinal homogénea. Esto nos ha conducido a elaborar el *índice anual de riesgo de hídrico* R_H , en el intervalo $(0, \pm 3)$, con valores positivos para exceso por inundaciones y encharcamientos, y negativos para el déficit por sequía. En valor absoluto, es una medida ascendente de la gravedad de la situación; el valor nulo significa años neutros, potencialmente sin riesgo.

En el caso de las inundaciones en Sevilla el procedimiento de asignación del índice numeral se basa en los siguientes elementos: el nivel y extensión del área intramuros anegada, la altura alcanzada por los desbordamientos sobre las puertas y murallas, los daños provocados (derrumbe de edificios, pérdidas económicas). De modo complementario se ha considerado el impacto en los arrabales y poblaciones ribereñas: el desalojo de casas y conventos extramuros, la pérdida de ganados, los desperfectos sobre el puente, etc. Un mecanismo para modular la peligrosidad de cada suceso es contrastar la relevancia asignada en las más importantes crónicas y anales, o si sólo fueron citados en documentos de menor entidad. Del análisis conjunto se obtiene un sistema de clasificación cuantitativo, multifactorial y progresivo en función del impacto detectado.

En el caso de la sequía, en la documentación de los traslados de la Virgen del Rocío también hay imprecisión en su intensidad y solo se conoce de forma genérica el motivo que ocasiona la rogativa: *falta de agua para el logro de los sembrados* (1711), *la gran sequedad que hay en los campos* (1726), etc. Por tanto, para establecer un índice cuantificable es necesario determinar la extensión territorial de la sequía, sus consecuencias sobre la falta de disponibilidad de recursos alimenticios (carestía, importación de grano, ayudas a desplazados y necesitados) o interpretar los datos de producción agrícola mediante las series temporales (pago del diezmo, informes, etc.). Como elemento auxiliar comparativo también utilizamos los índices de reconstrucción pluviométrica elaborados Barriendos (2007) y Rodrigo (2007).

Debemos señalar que el índice de riesgo hídrico R_H elaborado en este artículo es una escala ordinal de intervalo ($>$ o $<$), y no una variable proporcional, por lo que no es adecuado asignar a cada caso, valores numéricos precisos de precipitación.

De forma complementaria en el presente estudio se citan, además, otras condiciones meteorológicas reseñables, o la ocurrencia de fenómenos naturales extremos (nevadas y fríos intensos, vendavales, etc.) aunque sin asociar a un indicador específico.

5. RESULTADOS Y VALORACIÓN

A partir de la documentación histórica consultada, pretendemos poner de manifiesto, a lo largo del siglo XVIII, el comportamiento climático en el entorno de Sevilla y de los efectos causados. Para ello, estudiaremos separadamente el impacto producido por las inundaciones fluviales, por los periodos de sequía y por otros sucesos relevantes de carácter natural.

5.1. Inundaciones

La tabla 1 muestra las inundaciones anuales del río Guadalquivir durante el siglo XVIII, con indicación del mes de máximo desbordamiento del río. Se produjeron doce inundaciones destacables, irregularmente distribuidas. La ocurrencia intraanual de inundaciones se produce a lo largo del invierno, entre diciembre y marzo. En ocasiones, a lo largo de un periodo anual de inundación se producen fases fluctuantes con subidas



y descensos repetidos del nivel. También se incorpora el índice anual de riesgo R_H , obtenidos por aplicación de los criterios metodológicos; las riadas de los años 1708, 1758 y 1784 produjeron daños catastróficos.

Tabla 1. Cronología de las inundaciones anuales del Guadalquivir durante el siglo XVIII, con indicación del mes de mayor desbordamiento y del índice de riesgo R_H correspondiente.

Año	1708	1709	1736	1739	1745	1750	1758	1777	1784	1786	1792	1796
Mes	III	II	IV	XII	II	XII	I	II	I	III	I	XII
Índ R_H	3	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1	2

Fuente: elaboración propia.

En apartados posteriores se realiza la descripción de aquellas inundaciones de mayor peligrosidad o que presentan características particulares.

5.1.1. Inundación de 1708

La narración realizada por D. Diego Ignacio de Góngora en *Memoria sobre avenida del Guadalquivir*, tiene el interés de ofrecernos una visión resumida de la incidencia que se repite en las inundaciones en Sevilla a lo largo del siglo:

Que habiendo salido el río Guadalquivir de su madre por los principios del mes de enero estuvo fuera de ella hasta fin de marzo.... Poniendo en las puertas los tablones que embarazan la entrada del río, cerrando los husillos,... subiendo dos o tres tablones (2 m aprox.) en las puertas por afuera y explayándose por el centro por las calles, igualando en algunas partes la de dentro al peso del que traía el río.... A que ayudó mucho el brotar de agua por los cimientos de las casas y los pozos. Los mantenimientos no podían venir por el impedimento de los caminos.... subieron los precios de los víveres, principalmente el pan y la carne para el abasto. Las crónicas refieren que más de quinientas casas quedaron maltratadas y que el viento huracanado arrancó muchos árboles.

5.1.2. Sucesos de 1709

La inundación del año de 1709 no provocó en sí los desbordamientos más peligrosos, pero es destacable por el cúmulo de adversidades de distinto tipo que narra F. J. Aldana y Tirado, en *Memorias Sevillanas*, citadas por Palomo. Consideramos que en conjunto constituye una muestra de la vulnerabilidad de la sociedad de la época. El invierno de tan intenso frío que no se lo había conocido. La escasez y carestía de mantenimientos, consecuencia de los encharcamientos de los años precedentes en las tierras de sementera. Unas calenturas ardientes que en primavera tomaron un carácter grave por su malignidad; según consta en las *Memorias* del P. Muñana, fallecieron de contagio y de debilidad más de 13.000 personas. Además, los campos sufrieron una plaga de langosta. Como secuela de todo ello, acudieron a Sevilla más de 20.000 personas indigentes porque no tenían medios de alimentarse, dependiendo de los socorros de los cabildos civil y eclesiástico y de la caridad de conventos y particulares.

5.1.3. Años 1750, 1751 y 1752

El trienio 1750-1752 es interesante por el conjunto de sucesos narrados en los *Anales de Sevilla* por el testigo don Luis Germán y Ribón (precisamente en las fechas en que funda la *Real Academia de Buenas Letras*). Es muestra de la irregularidad climática, con manifestaciones opuestas, a las que se ve sometida la ciudad y de los efectos que se derivan. Es un compendio de los impactos meteorológicos contrarios a que Sevilla estaba expuesta durante el siglo XVIII.



Fue el otoño de 1749 e invierno de 1750 de gran sequía, por lo que la escasez de cosecha siguiente provocó desabastecimiento y hambrunas. Sin embargo, las lluvias constantes en el otoño de ese año y en el inicio de invierno de 1751 provoca repetidos desbordamientos en la vega y arrabales extramuros, tal que los habitantes de pueblos ribereños los abandonaron para refugiarse en los cerros. Por encharcamiento se perdieron los sembrados. Además, en diciembre se sintieron fríos intensos con grandes nevadas en la Sierra; al derretirse posteriormente la nieve por las intensas lluvias provocó una nueva inundación del Guadalquivir con pérdidas de ganado y vidas humanas; en enero y febrero de 1752 se produjeron nuevos desbordamientos, llegando a alcanzar 6 pies sobre su nivel, inundándose los arrabales extramuros y anegando la Alameda y colaciones próximas; se llevaban en barca socorros repartiéndolos por las casas de la Alameda y del barrio de la Feria.

5.1.4. Inundación de 1758

Existe una relación impresa del escrito de M. De Castro titulada: *Copia de una carta, escrita por un correspondiente de Sevilla, a otro de Cadiz, en que le dà noticia de todo lo acaecido [...] con la fuerte avenida del Rio Guadalquivir, circunstancias de muerte, ruinas, y caos prodigiosos, sucedidos año de 1758. ... fue tal la avenida del río, tal el embate de sus ondas contra la ancianidad de sus muros que lo fuerte de sus husillos no bastaron para detener tanta furia ... Sevilla, la más de ella poseída de sus ondas, parte por no poder evacuar sus husillo y parte por la del río.* El autor narra las aflicciones de los vecinos: unos abandonaron sus casas, otros viendo los pozos rebosar, otros por las ventanas se descolgaban a los barcos. El ímpetu del Tagarete contribuyó a la terrible inundación de los arrabales del lado de levante.

5.1.5. La gran inundación del año 1784

De entre las relaciones referidas a la inundación de 1783-84, por su detallada información destacamos la ofrecida por Justino Matute en *Memorias de la historia de Sevilla*, citada por Palomo, descripción que ofrece la visión general de los efectos de las inundaciones, que resumida trasladamos.

Afortunadamente habían precedido 2 años de buenas cosechas, con lo que la ciudad estaba bien provista de víveres que sirvieron de público sustento. Ya en los últimos días de 1783 se produjo la creciente del río. Como prevención las autoridades habían establecido en las puertas, husillos y flancos de la muralla a cuadrilla de obreros provistos de tablones, estopas e instrumentos para para tapar posibles boquetes de los muros de la ciudad.

Rotas las amarras y cadenas del puente, escapó de su sitio impulsado por la furia de la corriente. Reventaron husillos por lo que a pesar de las muchas diligencias que se hicieron para cerrarlos con colchones, el agua inundó muchos parajes por lo que vecinos abandonaron sus casas. Para aterrar el husillo Real se consumieron más de 2000 cargas de escombros de obra; en la puerta de Córdoba se taponaron husillos con 200 colchones alcanzándose más de una vara.

A principio de año de 1784 se afirma que el río subió sobre sus márgenes entre 8 y 11 varas (alrededor de 8 m), por lo que en la puerta de Triana y el Arenal alcanzó hasta 9 pies (2,5 m). Se temió por la fortaleza de la muralla entre la puerta del Sol y la puerta de Córdoba; en la puerta de la Macarena, aunque las aguas superaron la altura de la barbacana, esta resistió el empuje hacia la debilitada muralla; entre la puerta Real y la de San Juan se abrieron varios boquetes bajo las almenas con grave peligro de derrumbe lo que hubiera provocado la inundación general de la ciudad salvo en los niveles más altos del centro.

Muchas de las casas de la ciudad, reblandecidos sus cimientos, se agrietaron sus paredes y hundieron. Los pozos y hasta las solerías de las casas rebosaron. Las pérdidas económicas fueron cuantiosas. En la aduana, al filtrarse el agua por sus cimientos se inundaron los almacenes, averiando las mercancías, cuyas pérdidas se calcularon en más de 30000 duros. Así, entre los particulares se perdieron todo tipo de géneros entre ellos de miles de arrobas de aceite, además de la totalidad de las cosechas y ganados que pactaban en la vega.



Los arrabales extramuros estaban totalmente cercados por las aguas por lo que sus habitantes en espera de socorros tuvieron que refugiarse en tejados y azoteas; los monjes tuvieron buscar amparo en las torres y coros, y abandonar en lanchas los conventos con graves pérdidas de ornamentos y obras de arte. En el hospital de la Cinco Llagas, próximo a la Macarena, llegaban barcas de pescadores con los desvalidos de la riada; los nuevos los acogidos junto a los moradores se refugiaron en las galerías altas.

Ante la gravedad de la situación, el dinero destinado a festejos por nacimiento de los infantes reales, se destinó por las hermandades, corporaciones y gremios a socorrer a los necesitados *por qué mayor servicio se prestará al rey y a la patria conservándole ciudadanos que divirtiéndolos.*

En el *“Compendio de la historia de la epidemia de calenturas benignas experimentada en Sevilla en el año de 1784”*, Nieto de Piña tras indicar el número de días lluviosos durante el segundo semestre de 1783, introduce la breve reseña: *Desde el día 26 a 27 de diciembre de 83 comenzó el río Guadalquivir crecer notablemente y fue continuado hasta que en el último de dicho y el primero de enero del 84 llegó a hacerse muy temible su creciente y poner en gran cuidado y aflicción a Sevilla y sus arrabales.*

5.1.6. La inundación de 1796

La crecida de 1796 fue la mayor del siglo, cinco pulgadas superior (casi doce cm) a la placa que se colocó en la Torre del Oro en 1784. Afortunadamente las obras del malecón y de la corta, que posteriormente describiremos, aminoró de las graves consecuencias del desbordamiento conjunto del Guadalquivir y sus afluentes. Sin embargo, un exceso de confianza en tales obras, habían ocasionado el descuido del mantenimiento puertas y husillos (con pérdidas incluso de los antiguos tablonés). Según la *Descripción* de Fr. R. Valvidares los daños fueron generalizados, reventaron los husillos en la puerta de Jerez, cedieron las defensas de la puerta de la Barqueta, la muralla desde allí hasta la puerta de la Macarena presentaba boquetes por los que entraba el agua del río que fue necesario taponar. También por la puerta De Córdoba y del Sol las aguas penetraron en la ciudad por lo que para contener el ímpetu se acudió de urgencia con maderos y pertrechos. También se reforzaron las puertas de Triana y del Arenal, amenazadas. Sobre el nuevo malecón se colocaron tablonés sujetos con estacas, para contener la subida del caudal. La zona de la Alameda estaba anegada. Algunas casas se derrumbaron. Los fieles clamaban perdón y clemencia a la misericordia divina. Fue necesario organizar mediante barcas el reparto de socorros. La inundación en los arrabales obligó a sus moradores a buscar refugio en las partes altas de iglesias y conventos, si bien las cercas de estos también habían cedido al embate de la corriente.

5.2. Sequía

Por sus características meteorológicas, la sequía es un fenómeno de alcance regional. Precisamente su extensión territorial provoca la incidencia generalizada.

Tabla 2. Cronología de la sequía durante el siglo XVIII, con indicación del índice de riesgo R_H correspondiente.

Año	1703	1711	1720	1726	1730	1734	1737	1738	1744	1750	1753	1793
Ind R_H	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-2

Fuente: elaboración propia.

Por su duración de siglos, una de las principales guías para el análisis de sequía en el área de estudio, lo constituye la relación anual de traslados de la Virgen del Rocío a Almonte. Sin embargo, son necesarias otras fuentes que nos permitan establecer la intensidad de cada episodio. Tenemos noticias de similares procesiones de traslados hacia la iglesia de los pueblos; así, en el año 1726, y 1750 y 1752 en Olivenza – entonces en Portugal– la imagen de Santa Margarita, abogada contra la sequía, *hizo el milagro de matar la sed de la*



tierra, al ser llevada desde la capilla del convento de San Francisco, en el exterior de la población, hasta la iglesia matriz (Loureiro, 2004).

Las crónicas indican sequías severas y duraderas durante el siglo XVIII. En su primera mitad se acumula la casi totalidad de las correspondientes ceremonias de rogativa que coinciden también con las referencias del sur de Portugal (Taborda *et al.*, 2004) en que destacan las secuencias secas de 1738-39 y 1750-53.

5.2.1. La seca 1738-1739

Desde el otoño de 1738 el tiempo fue seco, de tal forma que al llegar la primavera de 1739 los campos estaban agostados, sin que llegaran a granar las sementeras. A ello acompañó una plaga de langostas, efecto de la sequedad.

5.2.2. El periodo 1750-53

Fue el otoño de 1749 escasísimo en lluvias por lo que no nació la hierba *ni se pudo emprender las faenas agrícolas de siembra*. Por este motivo se organizaron rogativas y penitencias públicas para implorar el agua a la Misericordia Divina. Se inició el año de 1750 *con señales visibles de esterilidad en los campos*, lo que condujo posteriormente a la escasísima recolección de cereales en toda Andalucía. Ante estas circunstancias el gobierno organiza Juntas de Abastos para alimentar a las clases sin recursos; a Sevilla acudieron multitud de familias buscando socorro. Téngase en cuenta que, a partir de la desamortización de Mendizábal, en gran medida cesan las aportaciones de conventos y monasterios para los menesterosos. Circunstancias análogas se repiten en 1753. Por tanto, en el treintenio 1750 -1753, observamos un periodo lluvioso en el invierno de 1752, enmarcado entre sucesos de sequía severa.

Prueba de la irregularidad pluviométrica intraanual del valle del Guadalquivir es también que el seco otoño de 1796 finalizó con abundantes lluvias con que originaron en invierno del año 1997 una nueva inundación.

5.3. Otros fenómenos meteorológicos

5.3.1. Vendavales

Las crónicas revelan el impacto destructor asociado a algunos de los huracanes que asolaron Sevilla y las zonas rurales circundantes. Así, en 1708 en que los fuertes vientos arrancaron muchos árboles, circunstancia que se repitió en 1709. En noviembre de 1750 un furioso huracán derribó paredes de los edificios y descuajó muchos álamos y olivos. Mas grave aún fueron los huracanes de otoño de 1758 que arrasaron completamente viñas y olivares en distintos pueblos (Villanueva).

5.3.2. Nevadas

A la largo del siglo XVIII se produjeron olas de bajas temperaturas, con graves perjuicios en la población más desfavorecida. En enero de 1709 se presentaron unos fríos *como jamás se conocieron en Sevilla*. En diciembre de 1750 se sintieron en la región intensos fríos con grandes nevadas en las sierras; como consecuencia, las posteriores lluvias provocaron el deshielo y las crecidas de los arroyos y del río. A principio de 1789 nuevamente fueron *muchas las nieves e intenso frío no conocido en este clima*; las aguas del deshielo que incrementaron los efectos de las lluvias torrenciales y provocaron la crecida del río. Similares condiciones se repitieron en 1792.



6. OBRAS HIDRÁULICAS

Al conjunto de intervenciones constructivas relacionadas con las riadas fluviales las englobamos como "obras hidráulicas". A lo largo de los siglos, los frecuentes desbordamientos del río han obligado a realizar obras de mantenimiento y conservación de los elementos de defensa, principalmente el reforzamiento de las puertas y murallas, así como de los husillos de desagües; también se realizaron estudios para drenar el cauce o rectificar meandros con el fin de facilitar la evacuación del flujo hacia el mar. Algunos de los proyectos nunca se llevaron a cabo. Ya se habían ejecutado grandes obras en la última década del siglo XVI, o las dirigidas por Juan de Oviedo sobre el *Parecer* del ingeniero T. Spanoqui, tras la inundación de 1604, o las posteriores del maestro mayor Andrés de Oviedo, tras la catastrófica riada de 1626. Las condiciones hidrológicas de la ciudad muestran que estas intervenciones pudieron amortiguar los efectos catastróficos de las riadas, pero no fueron suficientes para eliminarlos.

Ya durante el siglo XVIII, como en ocasiones precedentes, hacia 1725 se presentó un proyecto de obras en el Guadalquivir que mejorasen sus condiciones y liberaran a la ciudad de los daños de las avenidas. Firmado por Matías de Figueroa, maestro mayor del Cabildo, no tenemos noticias que llegara a ejecutarse.

6.1. Obras tras el año 1758

La riada y tempestades de ese año dañaron de tal modo los muros de la ciudad y particularmente los lienzos desde la puerta de San Juan hasta la Barqueta (Almenilla) que fue preciso acudir a su reparo y fortificación; se derribaron algunas torres y lienzos de barbacana que estaban en ruinas. Se revisaron los quicios de las puertas donde se insertaban los tablonos. Además, se decidió construir una nueva alcantarilla sobre el Tagarete, junto a la muralla cerca de la Torre del Oro. También se renueva la propuesta de cegar la Laguna para construir calles amplias y rectas, con casas ajardinadas. Como dato de interés urbanístico, en el Arenal, extramuros, en 1762 se inició la construcción (por la Real Maestranza) de la plaza de toros de material que sustituyera a una anterior de madera.

Con la construcción de la Real Fábrica de Tabacos, finalizada en 1770, se hizo necesario soterrar en el tramo final del arroyo Tagarete, hasta la puerta de Jerez.

6.2. Obras de la década de 1770

En la década de 1770, en la fachada fluvial de Triana, en lo que anteriormente era el terraplén elevado sobre el cauce del río, se construye un largo malecón de fábrica, aguas abajo del apoyo del puente. Esta es la intervención más destacable del siglo en la orilla opuesta al recinto amurallado.

En 1777 se retoman algunas obras, iniciadas a partir 1758, de fortificación de la ciudad por la parte norte y oeste. Por su prestigio científico se le encarga al sevillano D. Antonio de Ulloa la programación de un conjunto de obras en la banda oriental que ofrecieran mayor seguridad a la población. Se emprendió la adecuación de los husillos que sirven para desaguar; en particular, se amplió el husillo junto a la puerta de San Juan por verter en él las aguas de la Alameda. Se levantó un muro de gran solidez entre el río y la muralla antigua; este se componía de robustos malecones a modo de tajamares, con acceso a un ancho muelle con sillares de piedra junto a la Barqueta.

A su vez, a partir de 1770, promovido por el Asistente Pablo de Olavide, el ingeniero M. P. Molviedro remodela y urbaniza los últimos vestigios de antiguo cuce fluvial, el compás de la Laguna de la Pajería, humedal insalubre intramuros, próximo a la puerta del Arenal.

6.3. Obras tras el año 1784

A pesar de su solidez, las obras de la década anterior no fueron suficientes ante la catastrófica inundación de 1784. Por ello, se decidió construir un fuerte malecón que desde el puente de Triana corriese en línea hasta



la Torre del Oro. Este tenía forma de escalinata de tres gradas. Ante la escasez de recursos económicos el Asistente solicitó la aportación de las corporaciones y particulares. Se utilizaron los sillares de piedra de la calzada de Castilleja a la que se achacaba una de las causas que aumentó la inundación, porque detenía las aguas. Además, se colocó una nueva bomba en el husillo junto a la puerta del Arenal para facilitar su desagüe.

Aunque no es propiamente obra hidráulica, es indicativo de la situación reiterada de emergencia alimentaria durante las riadas: ante los abusos económicos de ocasiones anteriores, con problemas de desabastecimiento de pan por la incomunicación de los caminos desde las localidades vecinas (Alcalá), el ayuntamiento decide construir intramuros (finalizado en 1797) un molino de grano con la tahona correspondiente.

La cartografía del siglo XVIII muestra en la zona frente a la puerta Real un alargado islote arenoso de sedimentación en medio del cauce del río. Nieto de Piña expone en la Regia Sociedad la lección inaugural (1784) *Varias reflexiones sobre las inundaciones del río en Sevilla, sus efectos y causas evitables*. Tras ponderar los beneficios y congojas producidas por el río, señala *el advenedizo islote que impide su curso, causante de los estragos en el margen de Triana durante el último desbordamiento*. Tras muchos años de existencia con vegetación, la inundación de 1792, rematada con la de 1796, provocan con su ímpetu el arrastre y la desaparición natural del islote, sin necesidad intervención artificial.

6.4. La Corta de la Merlina

Tras dos siglos de máximo esplendor mercantil y cultural, por la dificultad de navegación fluvial debida a los varios meandros y a la disminución del calado del río, en 1735 se decidió trasladar la Casa de Contratación desde Sevilla hasta Cádiz. Fue el fin del monopolio sevillano del puerto para la flota de Indias; supuso el declive comercial de la ciudad, con un prolongado proceso de decaimiento económico a lo largo del siglo XVIII del que no se recuperaría.

La preocupación mantenida por la falta de calado del río que dificultaba la navegación e impedía el adecuado desalojo en caso de inundación, dio lugar a diferentes estudios y propuestas para el dragado del río hasta la desembocadura (Morales-Padrón, 2017). En diversas ocasiones, 1702, 1720, 1750, se realizaron sondeos, tanto en marea alta como en baja y en diversas zonas de bancos de arena, para conocer la profundidad y elaborar los proyectos. Aunque se efectuaron algunas obras de limpieza del cauce o retirada de cascós abandonados y hundidos, que entorpecían el tráfico fluvial, no se ejecutó un plan general.

La primera gran obra que incide directamente sobre el cauce del Guadalquivir se inicia en 1794, según el proyecto del ingeniero S. Perosini, en el llamado torno de la Merlina, cerca de Coria (Castillo Martos, et al., 2012). Tenía una doble finalidad: incrementar la navegabilidad y al mismo tiempo facilitar el desagüe en las crecidas del río. La ejecución consistió en eliminar el recorrido de casi 12.000 varas (10 km) por el meandro, de muy bajo calado en algunos puntos, y sustituirlo por una corta rectilínea de solo 700 varas de longitud, ancha para todo tipo de navío y con profundidad entre cinco y siete varas, según el estado de la marea en la desembocadura. Aunque con dificultades de financiación, tanto las autoridades sevillanas como los comerciantes comprendieron los beneficios de abrir el canal artificial.

7. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

La variabilidad del régimen del flujo del río en la cuenca baja del Guadalquivir presenta una distribución intranual similar, con retardo, a la variabilidad pluviométrica. Aquel es causado por la precipitación directa, la escorrentía y el aporte del sistema de afluentes. La representación del perfil de flujo a lo largo del año, con dientes de sierra, se incrementa durante el otoño hasta alcanzar el máximo en invierno, y desde mediados de primavera desciende hasta valores mínimos en verano. El caudal medio de final de invierno se sitúa entre 600 y 900 m³/s.

Los efectos de las crecidas del Guadalquivir en Sevilla no son homogéneos entre las del siglo XVII y las de los tiempos recientes, tanto por las obras hidráulicas de regulación en la cuenca del río, como por la eliminación de la muralla. Sin embargo, consideramos que en caso de avenidas fluviales existe constancia



en la extensión territorial del desbordamiento en el tramo bajo del Guadalquivir. Tomando como referencia las investigaciones sobre el tema (Vanney, 1970; García, 1996) podemos estimar la correspondencia de caudal-altura durante el periodo de estudio.

Para flujos de agua de 1000 m³/s, el río se mantiene dentro de los límites del cauce natural. Las crónicas históricas señalan que, en la riada de 1758, la subida del nivel de las aguas superó 6 varas (casi 5 m) y la de 1784 y de 1796 entre 9 y 11 varas (más de 8 m). Podemos deducir que el caudal del río superó 6000 m³/s, en 1758. Si el sistema de defensa de la ciudad no hubiera podido controlar el desbordamiento de 1784 y 1796, previsiblemente –salvo la zona más alta– la mayor parte del recinto urbano hubiera sufrido una catástrofe ya que estimamos que el caudal máximo del río alcanzó 9000 m³/s.

Del resto de inundaciones menos graves sufridas por Sevilla en el siglo XVII, citadas en anteriores secciones, consideramos qué se corresponden con caudales entre 3.000 y 5000 m³/s, suficientes para que el desbordamiento alcanzara a los arrabales y localidades de la vega y obligara al cierre de puertas y husillos.

8. SERIE SECULAR ESTIMADA DE R_H

A partir de los valores numéricos asignados al índice anual R_H en las secciones precedentes, se ha reconstruido la serie secular de riesgo hídrico estimado a lo largo del siglo XVIII. Aunque, separadamente considerados, la mayor parte de los años son neutros, para resaltar de forma continua la evolución de la variable R_H se la ha sometido a un proceso de ajuste móvil decenal centrado. La figura 3 muestra de modo sintético el comportamiento temporal. En el perfil suavizado se observa una fase inicial con preponderancia de riesgo de inundación; le sigue un tramo descendente con dientes de sierra hasta mitad de siglo, indicativo de riesgo por déficit frecuente y severo. Tras la recuperación húmeda, en las últimas décadas se alcanza la etapa de mayor riesgo por exceso hídrico.

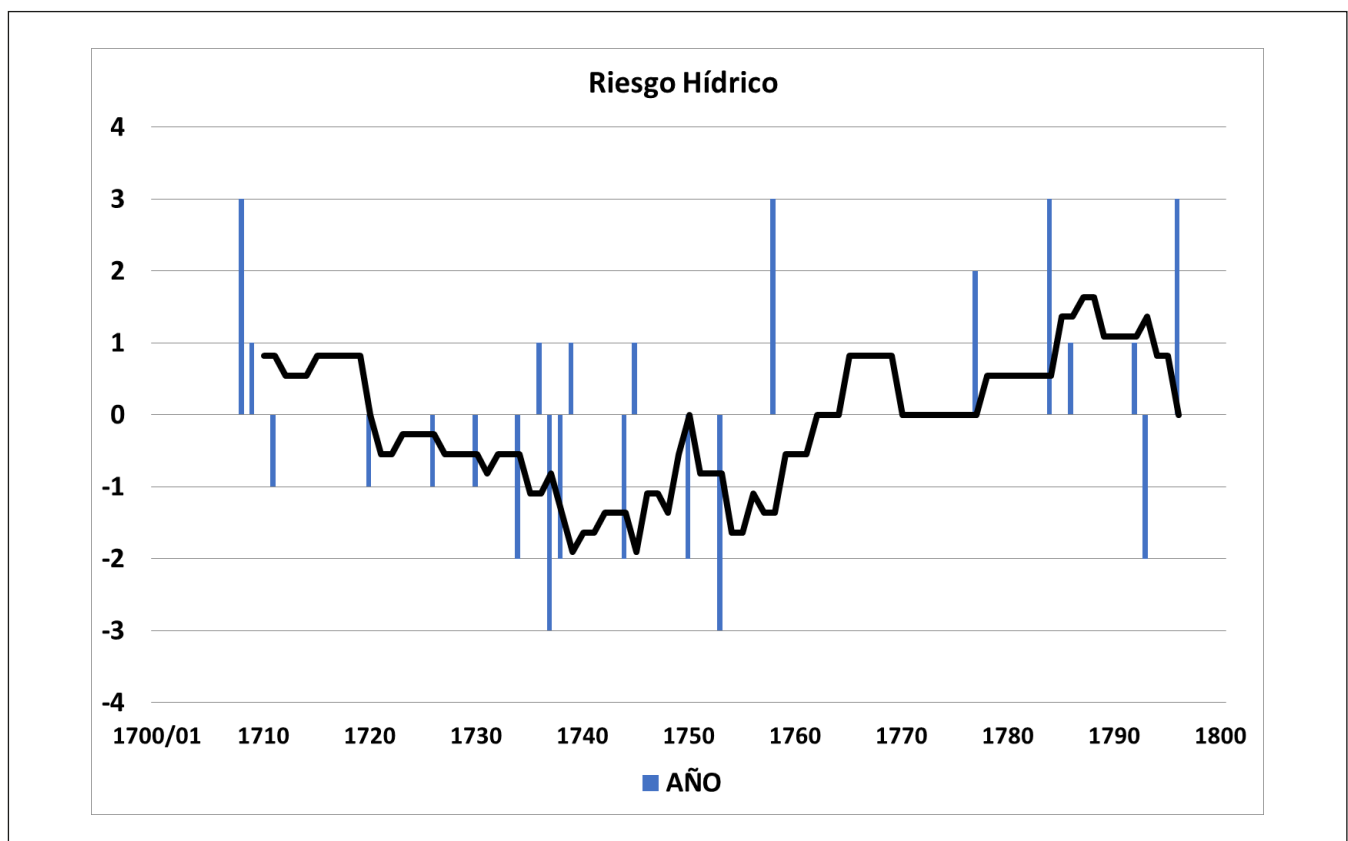


Figura 3. Representación cronológica del índice anual R_H , con la evolución interdecenal estimada durante el siglo XVIII. Fuente: elaboración propia.



Si consideramos que, a lo largo del siglo XVIII, el número de años con riesgo por déficit hídrico es doce, e igualmente doce años con riesgo por exceso, y asumimos la extrapolación de las condiciones pluviométricas del siglo XX, podemos deducir el intervalo potencial de riesgo mediante el percentil 12 y el percentil 88. Así, a partir de la precipitación acumulada del semestre húmedo, de octubre a marzo, qué es la época de mayor aporte, estimamos como niveles aproximados de referencia los respectivos valores de precipitación semestral, inferior a 250 mm (sequía intensa) y superior a 650 mm (desbordamiento).

9. DISCUSIÓN

La asignación numérica de nivel de riesgo de cada suceso, aunque basada en un cuadro de múltiples referencias objetivas, está sometida a interpretación. Tuset *et al.* (2022) proponen una detallada clasificación de los factores que inciden en la gravedad de las inundaciones (meteorológicos, estructurales, sociales, etc.). También García-Barrón *et al.* (2023), en la clasificación de la severidad de las inundaciones, establecen la relación ponderada de los diversos elementos. Consideramos que los criterios aplicados en el presente artículo para elaborar el índice de riesgo R_H recogen el conjunto de perturbaciones de distinta índole adaptadas a las circunstancias concretas de Sevilla.

La cronología secular del riesgo hídrico R_H nos permite contrastar los resultados obtenidos con la evolución climática detectada por distintos autores durante el siglo XVIII en el área suroccidental de la península Ibérica. Esta área constituye un ámbito climático homogéneo, en que la variabilidad espacial queda amortiguada. La pluviometría regional está influenciada por la posición del anticiclón de las Azores; situado en el suroeste de Portugal ejerce un efecto de pantalla para las borrascas, característico de tiempo seco; sin embargo, si el anticiclón se traslada hacia el norte facilita la entrada de frentes oceánicos cálidos y húmedos en la zona de estudio. Estudios de teleconexión destacan la correspondencia entre el índice NAO (Oscilación de Atlántico Norte) y la precipitación invernal en el suroeste peninsular (Castro *et al.* 2011; García-Barrón *et al.*, 2011). Podemos inferir que los valores altos y positivos de NAO corresponden a época seca; por el contrario, la fase NAO negativa es indicativa de época lluviosa.

Por tanto, la sequía meteorológica es un fenómeno de alcance regional; precisamente su extensión territorial provoca la incidencia generalizada. También las elevadas precipitaciones duraderas, debidas a frentes de borrascas, tienen componente de cuencas hidrográficas; sin embargo, la orografía del territorio, las concretas condiciones de drenaje y la situación de las poblaciones repercute en que la gravedad de las inundaciones adquiera prioritariamente carácter local.

Los resultados expuestos están conforme con los obtenidos por otros investigadores, con distintas fuentes y procedimientos, en el suroeste de la península Ibérica. Así, en la región limítrofe del sur de Extremadura, en la Tierra de Barros, en la década de 1730, especialmente en 1735 y 1737, y en el entorno de 1753, se produjeron varios años encadenados de sequía en los que apenas se recogió cosecha (Guerrero, 2018). En el Ducado de Feria, también en la Baja Extremadura, en la segunda mitad del siglo destaca el periodo húmedo de 1782 a 1789, y el seco de 1797 a 1799 (Fernández *et al.*, 2014). Los años de índice R_H (-2) o (-3) en Sevilla coinciden con rogativas "*ad petendam pluviam*" oficiadas en la catedral de Badajoz durante la primera mitad del siglo XVIII (Marcos & Borrego, 2006).

En el sur de Portugal, Taborda *et al.* (2004) indican la incidencia de sequías interanuales durante las secuencias 1711–1712, 1714–1715, 1733–1735, 1736–1738, y 1750. Similares a las detectadas por otros estudios (Tragoso *et al.*, 2018) en que califica de particularmente severas las sequías de 1737–38 y 1753–54.

Barriados (2007) muestra pulsos de sequías frecuentes y severas en los decenios de 1730 y 1750 en Sevilla, y pulsos inversos de lluvias duraderas, extendido al conjunto de la vertiente atlántica, durante las primeras décadas y, muy pronunciada, en las dos últimas décadas del siglo XVIII. También Rodrigo (2007) destaca desviaciones pluviométricas negativas en la primera mitad del siglo, y desviaciones positivas en el último tercio. Por tanto, estos resultados de distintos investigadores y metodologías son concordantes con los establecidos en este artículo mediante el índice de riesgo hídrico R_H .



10. CONCLUSIONES

El texto anterior está articulado sobre tres elementos principales que inciden en Sevilla durante el siglo XVIII: los fenómenos meteorológicos extremos, el impacto que estos causan sobre la población y los mecanismos de defensa que los previenen y amortiguan. Así, el contenido está estructurado en relación con los efectos recurrentes de las inundaciones fluviales en la ciudad y en la vega y de las sequías agrarias, en un ámbito de irregularidad climática. La redacción se basa fundamentalmente en fuentes documentales que describen la percepción subjetiva de los autores ante la gravedad de los distintos sucesos. Muestra un compendio de la vulnerabilidad de la ciudad a lo largo del siglo.

Del análisis de las crónicas históricas se deduce que las principales causas de inundación en el interior de la ciudad son: embalsamiento del agua de lluvia acumulada por el cierre obligado de los husillos; la cesión de husillos o puertas por el empuje del desbordamiento; manar del subsuelo y filtrarse por muros debido al nivel de la crecida. En nuestro criterio hay dos aspectos que son indicadores del impacto provocado: la altura alcanzada en la crecida y la extensión de la zona inundada. Además, sin protección de la muralla, las condiciones en los arrabales extramuros alcanzaban frecuentemente situaciones catastróficas.

Así mismo, los periodos prolongados de sequía afectan negativamente a la producción agraria, lo que repercute en desabastecimiento y carestía de alimentos. Para evitar hambrunas y conflictividad social, las instituciones civiles y eclesiásticas establecen mecanismos de ayudas a los necesitados.

Para elaborar criterios generales cuantificables, ha sido preciso establecer procedimientos metodológicos que permitan uniformar la diversidad de información de los impactos percibidos. En consecuencia, y adaptado a las condiciones espaciales y temporales singulares de Sevilla, hemos elaborado la serie interanual del índice de riesgo hídrico. La evolución estimada del índice R_{H} permite deducir que la primera mitad del siglo XVIII ha estado frecuentemente sometida a impactos por sequía, y las décadas finales por los efectos de precipitaciones intensas.

Consideramos que el análisis multidisciplinar de la interacción de aspectos de distinta naturaleza –por un lado, climáticos e hidrológicos, y por otro, sus repercusiones urbanas, económicas y sociales– ofrecen una perspectiva original y novedosa de la variedad de elementos vinculados entre sí. En nuestro criterio, aporta la conexión estructurada, de los efectos hidroclimáticos al conocimiento del desarrollo histórico de Sevilla del siglo XVIII.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Barriendos de la Universidad de Barcelona, y al Dr. Rodrigo de la Universidad de Almería, que nos hayan permitido acceder a la correspondiente base de datos históricos, que nos han servido para contrastar los resultados obtenidos en este estudio.

Declaración responsable y conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no existe ningún conflicto de interés en relación con la publicación de este artículo. Han participado, ya sea en áreas climáticas o constructivas, en el análisis y redacción del texto; muestran la conformidad con el contenido del artículo.

REFERENCIAS

- Baena, R., Rinaldi, M., García-Martínez, B., Guerrero-Amador, I., & Nardi, L. (2019). Channel adjustments in the lower Guadalquivir River (southern Spain) over the last 250 years. *Geomorphology*, 337, 15-30. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.03.02>
- Barriendos, M., & Rodrigo, F. S. (2006). Study of historical flood events on Spanish rivers using documentary data. *Hydrological Sciences Journal*, 51, 765-783. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.5.765>



- Barriendos, M. (2007). Variabilidad climática en España a escala plurisecular. Reconstrucción a partir de fuentes documentales históricas. In *El cambio climático en Andalucía: tendencias y consecuencias ambientales* (pp. 45-57). Junta de Andalucía.
- Benito G., Díez-Herrero A., & Fernández De Villalta, M. (2003). Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change*, 58, 171–192. <https://doi.org/10.1023/A:1023417102053>
- Branca, S., & Del Carlo, P. (2004). *Eruptions of Mt Etna during the past 3.200 years: a revised compilation integrating the Historical and stratigraphic records*. Mt. Etna: volcano laboratory.
- Castillo-Martos, M., Rodríguez-Mateos, J., & Suárez-Japón, J. M. (2012). *Sevilla y su río en el siglo XVIII: un proyecto ilustrado para la mejora del cauce del Guadalquivir*. Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Castro, A., Vidal, M. I., Calvo, A.I., Fernández-Raga, M., & Fraile, R. (2011). May the NAO index be used to forecast rain in Spain? *Atmósfera*, 24, 251–265.
- Cuadrat, J. M. (2012). Reconstrucción de los episodios de sequía en el nordeste de España a partir de las ceremonias de rogativas. *Nimbus*, (29), 177-187.
- Feria Toribio J. M. (Coord). (2021). *Sevilla. Historia de su forma urbana*. Universidad de Sevilla.
- Fernández-Fernández, M. I., Gallego, M. C., Domínguez-Castro, F., Trigo, R. M., García, J. A., Vaquero, J. M., & Durán, J. C. (2014). The climate in Zafra from 1750 to 1840: history and description of weather observations. *Climatic Change*, 126, 107-118. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1201-5>
- Flores Cala, J. (2005). Historia y documentos de los traslados de la Virgen del Rocío a la villa de Almonte. 1607-2005. *Cuadernos de Almonte*. Número Extraordinario. Almonte.
- Fragoso, M., Carraça, M. G., & Alcoforado, M. J. (2018). Droughts in Portugal in the 18th century: A study based on newly found documentary data. *International Journal of Climatology*, 38, 5522-5541. <https://doi.org/10.1002/joc.5745>
- García-Barrón, L. (2002). Explicación científica de los fenómenos meteorológicos en la Regia Sociedad durante el Siglo XVIII. *Revista Española de Física*, 16, 44-55.--
- García -Barrón, L., Aguilar, M., & Sousa, A. (2011). Evolution of annual rainfall irregularity in the Southwest of the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 103, 13-26. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0855-7>.
- García-Barrón, L., Morales, J., & Sousa, A. (2013). Characterisation of the intra-annual rainfall and its evolution (1837-2010) in the Southwest of the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 114, 445-457. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0855-7>
- García-Barrón, L. (2020). Aportación de los " traslados" de la Virgen del Rocío al conocimiento del clima histórico (siglos XVII-XIX) en el SO de la península Ibérica. *Revista de Climatología*, 20, 89-102.
- García-Barrón, L., Aguilar, M., Morales J., & Sousa A. (2023). Classification of the flood severity of the Guadalquivir River in the Southwest of the Iberian Peninsula during the 13th to 19th centuries. *Atmósfera*, 34(3), 401-437. <https://doi.org/10.20937/atm.52953>
- García-Martínez, B. (2003). Interpretación paleohidrológica (ss. XVI-XX) del tramo bajo continental del río Guadalquivir a través de sus inundaciones y meandros. In *Geografía de Andalucía*. Asociación de Profesores de Geografía e Historia de Bachillerato de Andalucía.
- García-Torres, A. (2016). Aguaceros e inundaciones en el sureste de España en la primera mitad del siglo XVIII. Repercusiones de un riesgo histórico. *Revista Historia Autónoma*, 8, 69-83. <https://doi.org/10.15366/rha2016.8>
- Guerrero, A. (2018), Tierra de Barros en el Siglo XVIII; una etapa de expansión. El Hinojal. *Revista de Estudios del MUVI*, 11, 100-119.
- Loureiro, J. M. (2004). Río Guadiana. As cheias, as secas e o terramoto de 1755 nos termos de Juromenha e Olivença: 1200-1800. In *Actas de las Jornadas Científicas de la AME*.
- Marcos Arévalo, J., & Borrego, E. (2006). La religiosidad popular en la ciudad de Badajoz entre los siglos XVI y XVIII a partir de tres fuentes documentales. *Revista de Antropología Experimental*, 6(2), 21-42.
- Moral Ituarte, L. del. (1991). *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (Siglos XVIII-XX)*. *Gestión del agua y organización del territorio*. Universidad de Sevilla, Junta de Andalucía y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- Morales-Padrón, M. P. (2017). Proyectos de sondeo, limpieza y dragado del río Guadalquivir (siglos XVII y XVIII). *Americania: Revista de Estudios Latinoamericanos*, 5, 269-296.
- Petuaud-Letang, M. (1992). *Sevilla 2012: de la historia, un futuro*. Celeste.
- Riego, M. M. (2003). Diezmos eclesiásticos en la Marchena del siglo XVIII. Su participación en la mesa arzobispal. In *Actas de las VII Jornadas sobre Historia de Marchena*.



- Rodrigo, F. S., Esteban-Parra, J., Pozo-Vázquez, D., & Castro-Díez Y. (1999). A 500 year precipitation record in Southern Spain. *International Journal of Climatology*, 19, 1233-1253. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199909\)19:11](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199909)19:11)
- Rodrigo F. S. (2007). El clima de Andalucía a través de los registros históricos. In *El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales* (pp.25-41). Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Rodrigo, F. S. (2018). A review of the Little Ice Age in Andalusia (Southern Spain): results and research challenges. *Cuadernos de investigación geográfica/Geographical Research Letters*, 44, 245-265. <https://doi.org/10.18172/cig.3316>
- Sousa, A., García-Barrón, L., Morales, J., & García-Murillo P. (2006). Post-Little Ice Age warming and desiccation of the continental wetlands of the aeolian sheet in the Huelva region (SW Spain). *Limnetica*, 25, 57-70.
- Sousa, A., García-Murillo, P., Sahin, S., Morales, J., & García-Barrón, L. (2010). Wetland place names as indicators of manifestations of recent climate change in SW Spain (Doñana Natural Park). *Climatic change*, 100, 525-557. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9794-9>
- Sousa, A., Morales, J., García-Barrón, L., & García-Murillo P. (2013). Changes in the *Erica ciliaris* loefl. ex l. peat bogs of Southwestern Europe from the 17th to the 20th centuries. *The Holocene*, 23, 255-269. <https://doi.org/10.1177/0959683612455545>
- Sousa, A., García-Barrón, L., García-Murillo, P., Vetter M., & Morales J (2015). The use of changes in small coastal Atlantic brooks in southwestern Europe as indicators of anthropogenic and climatic impacts over the last 400 years. *Journal of Paleolimnology*. 53, 73-88. <https://doi.org/10.1007/s10933-014-9809-z>
- Sousa A., & García-Barrón, L. (2023). Estimación de la climatología en Sevilla (España) a final del siglo XVIII, a partir de reseñas meteorológicas. *Revista de Climatología*, 23, 71-82 <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23>
- Taborda, J. P., Alcoforado, M. J., & García, J. C. (2004). *O clima do Sul de Portugal no século XVIII. Reconstituição a partir de fontes descritivas e instrumentais*. Centro de Estudos Geográficos.
- Tuset, J., Barriendos, M., & Barriendos, J. (2022). Historical Floods on the Spanish Mediterranean Basin: A Methodological Proposal for the Classification of Information at High Spatio-Temporal Resolution—AMICME Database (CE 1035–2022). *Land*, 11(12), 2311. <https://doi.org/10.3390/land111223112.2>.
- Vanney J. R. (1970). *L'hydrologie du bas Guadalquivir*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Fuentes documentales citadas con indicación del año del suceso

- P. López de Ayala, *Crónica del rey Don Pedro*. Inundación de 1353. <https://www.bibliotecavirtualdeandalucia.es/catalogo/es/consulta/registro.do?id=1001897>.
- T. Spanoqui, *Parecer sobre los reparos que convienen emprender ante las inundaciones*. Inundación de 1604. Casa de Francisco Pérez. Sevilla. <https://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000271627&page=1>
- D. I. de Gongora, *Memoria sobre avenida del Guadalquivir, Inundación de 1708* (citado por F.B. Palomo).
- F. J. Aldana y Tirado, *Memorias Sevillanas*. Inundación de 1709 (citado por F.B. Palomo).
- L. Germán y Ribón, *Anales de Sevilla*. Sucesos de 1750-52. <https://datos.bne.es/edicion/a5452579.html>
- García Blanco, *Legajos Regia Sociedad*. Terremoto, 1755. En RAMSE, Archivo histórico, 1756.
- J. Infante, *Legajos de la Regia Sociedad*. Terremoto, 1755. En RAMSE, Archivo histórico, 1756.
- M. Castro, *Copia de una carta*. Inundación de 1758 (Imp. del Arenal, Madrid; citado por F.B. Palomo).
- Nieto de Piña, *Regia Sociedad*. Meteorología 1784; 1785; 1786; 1787. En RAMSE, Archivo histórico. Legajos y Memorias.
- Ximenez de Lorite, *Legajos de la Regia Sociedad*. Inundación de 1778. En RAMSE, Archivo histórico. 1778
- F. Delgado, *Legajos Regia Sociedad*. Inundación de 1784 En RAMSE, Archivo histórico. 1784.
- Cabildo municipal. *Auto*. Archivo del Ayuntamiento de Sevilla Inundación de 1784. (citado por F.B. Palomo)
- J. Matute, *Memorias de la historia de Sevilla*. Inundación de 1784. (Edición faccsimil: Ed. Guadalquivir, Sevilla, 1997)
- Fr. R. Valdares, *Descripción de esta inundación*. Inundación de 1796 (Imp. en oficina Hijos de Hidalgo. Sevilla 1797; citado por F.B. Palomo)
- Vera Limón, *Legajos Regia Sociedad*. Inundación de 1796 En RAMSE, Archivo histórico. 1797
- Francisco de Borja Palomo. (1878), *Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla desde su reconquista nuestros días*. Recopilación siglos XIII-XIX. Edición facsimil: Área de Cultura y Fiestas Mayores, Ayuntamiento de Sevilla, 2001.

La anterior relación es muestra de la abundante literatura generada a lo largo del siglo XVIII sobre las inundaciones en Sevilla, si bien a algunos documentos solo hemos podido acceder a través de fuentes secundarias.