

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS SEQUÍAS DE MADRID

M^a Elvira Hernández García, M. Ramón LLanias Madurga

*Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas.
Universidad Complutense. 28040 Madrid.*

RESUMEN: Las restricciones de agua establecidas en la región de Madrid al final de la última sequía (1990/93) dieron lugar a ciertos debates sobre la mayor o menor severidad de ese cuatrienio seco. En este trabajo se presenta un estudio de las precipitaciones mensuales de la estación meteorológica de Madrid-Retiro. Se ha elegido esta estación por considerarla representativa de la zona y por tener la serie más completa y larga (135 años, de 1859 a 1993). El análisis de esta serie pone de manifiesto que la última sequía que ha sufrido Madrid no ha sido ni la más importante registrada desde 1859, ni la más significativa del siglo. Simplemente ha sido una sequía normal en un clima de tipo mediterráneo continental, como es el de la Meseta española.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el tema de la sequía que ha padecido Madrid u otras regiones de España ha estado con mucha frecuencia en los medios de comunicación. Ha sido un tema candente sobre el que han aparecido algunos artículos en la prensa y muy pocos artículos científicos, únicamente un breve análisis de los cuatrienios meteorológicos publicado por el segundo autor de este estudio (Llamas, 1993) y dos recientes publicaciones (Almarza y López, 1995 y European Climate Support Network, 1995).

En esta exposición se hace un análisis de la serie histórica de 135 años de datos de precipitaciones mensuales registradas en la estación meteorológica de Madrid-Retiro. Estos datos nos fueron proporcionados en un diskette por el Instituto Nacional de Meteorología (INM). Empleamos estos datos y no los de otro observatorio de la zona, pues la serie de observaciones registradas en la estación de Madrid-

Retiro constituyen la serie más larga y más completa disponible no sólo en la zona, sino en toda España, si se exceptúa el Observatorio de la Marina en S. Fernando (Cádiz).

OBJETIVOS Y ALCANCE

Durante la realización de la Tesis de Licenciatura de la primera autora (Hernández García, M^aE., 1994), se vio la conveniencia de estudiar con cierto detalle la evolución de las precipitaciones sobre la zona de Madrid, con el fin de conocer mejor la hidrología urbana de Madrid. Sin embargo, no se pretende en este artículo hacer un clásico estudio de meteorología, pues no es ésta la especialidad de sus autores.

Este trabajo consiste en el análisis de las precipitaciones mensuales registradas en Madrid con especial énfasis en las secuencias secas que aquí se han venido padeciendo desde el siglo pasado, en

Artículo recibido el **21 de febrero de 1995** y aceptado para su publicación el **7 de abril de 1995**. Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses después de la publicación del mismo. En el caso de ser aceptadas, las discusiones serán publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores en el primer número de la revista que aparezca una vez transcurrido el plazo indicado.

general, y de la última sequía, en particular. Para ello, como ya se ha dicho, se ha tomado la serie de 135 años de precipitaciones mensuales de la estación de Madrid-Retiro (1859-1993). Se han elaborado esos datos mediante la Hoja de cálculo Quattro Pro, en su versión 3.00.

Las observaciones meteorológicas en Madrid fueron realizadas de modo continuado desde 1854 hasta 1919 en el Observatorio Astronómico situado en el edificio de Villanueva, próximo a la puerta del Parque del Retiro que da a la calle de Alfonso XII. Las comenzadas por el Observatorio Meteorológico en 1893, han proseguido hasta cumplir el uno de marzo de 1993 los cien años de observaciones. El Observatorio Meteorológico se encuentra en el extremo sureste del parque, cerca de la Avenida de Menéndez Pelayo y de la estatua del Angel Caído. Una detallada información sobre la historia del Observatorio Meteorológico del Retiro puede verse en el artículo de Giménez de la Cuadra (1993), realizado con motivo del centenario de dicho Observatorio.

Las series de observaciones meteorológicas de las dos estaciones tienen comunes los años de 1893 a 1919. La distancia entre los dos observatorios es de menos de un kilómetro. En las publicaciones oficiales ambas series han sido utilizadas como una única serie (cf. Giménez de la Cuadra, 1993). No obstante, hasta ahora no hemos encontrado ninguna publicación donde se exponga un estudio de correlación entre las observaciones de estas estaciones durante el intervalo de tiempo común a ambas.

En los datos que nos ha proporcionado el **INM**, la serie es continua desde 1859 hasta 1993 (135 años) aunque los datos entre los años 1859 a 1900 (ambos inclusive) pertenecen al Observatorio Astronómico y los datos desde 1901 hasta 1993 (ambos inclusive) corresponden al Observatorio Meteorológico.

Suele ser generalmente admitido que las grandes pulsaciones meteorológicas afectan por igual a toda la provincia de Madrid, ya que su régimen climático viene marcado fundamentalmente por los tres hechos siguientes (según comunicación personal de García de Pedraza, 1994):

- a. Barrido del área por los vientos templados y húmedos del Atlántico asociados a las borrascas que entran por las costas portuguesas y por el golfo de Cádiz.
- b. Marcada continentalidad, por estar en el centro de la península

- c. Ubicación a sotavento en la vertiente oriental del Sistema Central (Guadarrama, Somosierra y Ayllón).

Como la diferencia pluviométrica entre Madrid capital y las cuencas de cabecera parece deberse sólo al mero efecto orográfico, los períodos secos de Madrid deberían entonces correlacionarse con los períodos secos de la sierra. Según comunicación personal al segundo autor el 19.11.92 por los técnicos del INM Sres. Mestre y González Alonso, existe una excelente correlación entre las precipitaciones registradas en los observatorios de la Sierra y las del observatorio del Retiro, excepto en los meses de verano.

Por otro lado, según una reciente publicación del European Climate Support Network (1995), la serie de registros de precipitaciones de Madrid-Retiro representa con gran fidelidad las secuencias de años húmedos y secos en España.

De este modo, el estudio de la serie histórica del Observatorio meteorológico del Retiro de Madrid, puede ser una contribución al conocimiento de las sequías padecidas en el área que comprende la Comunidad Autónoma de Madrid y ser extensible a todo el territorio nacional.

LAS DIVERSAS DEFINICIONES DE AÑOS CLIMÁTICOS

En el presente trabajo se han manejado los tres tipos de años climáticos siguientes:

- * **Años Naturales o Civiles:** comprenden el período de tiempo entre el 1 de enero y el 31 de diciembre.
- * **Años Hidrológicos:** desde el 1 de octubre al 30 de septiembre del año siguiente.
- * **Años Agrícolas o Meteorológicos:** desde el 1 de septiembre al 31 de agosto del año siguiente.

El uso de un tipo de año climático u otro varía dependiendo de los organismos que manejen los datos o del objetivo de los estudios que se realicen. Así, la Dirección General de Obras Hidráulicas, en general, y la Confederación Hidrográfica del Tago, en particular, emplean Años Hidrológicos en sus estudios hidrológicos; el Instituto Nacional de Meteorología usa Años Meteorológicos o Agrícolas a la hora de elaborar los calendarios meteorológicos. A veces, unos y otros organismos se refieren a los años civiles.

TIPOS DE SEQUÍA

Los datos disponibles sobre los efectos de las sequías no suelen ser muy fiables; aun así, parece existir una conciencia generalizada en España tanto sobre los importantes efectos desfavorables de las sequías en múltiples facetas de la vida como sobre el hecho de que esos efectos adversos parecen ir en aumento en los últimos años.

La sequía es un fenómeno que presenta múltiples facetas al ser visto de modo distinto por cada sector social. Parece opinión común que sólo se debe hablar de sequía cuando se hace referencia a un período de tiempo en el cual las precipitaciones acuosas han sido suficientemente inferiores a las usuales en la zona como para dar lugar a alguna perturbación o incomodidad significativa en algún sector social.

Desde un punto de vista práctico, la importancia de una sequía depende esencialmente de la percepción que de ella tenga la sociedad y ésta percepción depende más de los mensajes de los medios de comunicación (prensa, radio y televisión) que de hechos relativamente más "objetivos" como, por ejemplo, el almacenamiento de agua en los embalses, o la cantidad de lluvia caída o las pérdidas en las cosechas. A su vez los mensajes de los medios de comunicación son función, en buena parte al menos, de la actividad de los diferentes grupos de presión social; en éstos pueden incluirse colectivos muy diversos: agricultores, ecologistas, empresas hidroeléctricas, asociaciones de consumidores, etc. (cf. Llamas, 1991).

De este modo, la resonancia de un hecho físico como es la disminución de la precipitación acuosa viene aumentada o disminuida por múltiples factores sociales. A efectos de esta visión general, pueden distinguirse los tipos de sequías siguientes (cf. Llamas, 1991):

La sequía meteorológica

Este es el tipo de sequía más fácil de medir, ya que se trata de los datos más "objetivos" (precipitaciones o temperaturas, principalmente). Sus efectos inmediatos pueden ser positivos para algunas actividades; por ejemplo, para la industria turística que "vende sol" o para los espectáculos o deportes al aire libre.

La sequía agrícola

Es la sequía "por excelencia", la que pudiéramos llamar la sequía clásica o tradicional. Suele ser la que tiene un mayor impacto social. Este impacto se refiere

esencialmente a efectos de las lluvias escasas (o mal repartidas) sobre los rendimientos en la agricultura de secano. Estas sequías son las que en el pasado, hasta hace pocos siglos, dieron lugar a hambrunas, que diezmaron la población mundial.

No hay datos muy fiables sobre el impacto económico de este tipo de sequías en España, aunque por ejemplo, en el período de sequía 81/84, las pérdidas que se estimaron fueron del orden del 20% del producto agropecuario nacional en secano que, a su vez, era la mitad del producto agropecuario nacional total. Aguiló (1991) recuerda que los efectos desfavorables de esta sequía dependen más de la oportunidad de la lluvia que de su cantidad total anual. Según algunos datos de la prensa, parece que las pérdidas ocasionadas por la sequía del 90/93 en España no llegarán al 5-10% del producto agropecuario nacional, evaluado en unos 4 billones de ptas.

La sequía hidrológica

Ésta se suele definir como la sequía que afecta a las aguas superficiales y, por consiguiente, a los embalses. En España -y en muchos países- los ríos son la base principal de los abastecimientos urbanos, de los regadíos y de la producción hidroeléctrica.

Es el tipo de sequía que, desde mediados de este siglo, parece preocupar más a nuestros políticos y/o administradores. Es una faceta importante del fenómeno general de la sequía, pero no la única.

La relación natural entre los caudales de los ríos y las precipitaciones, no es un dato tan obvio como algunos tienden a pensar; esa relación es directa pero no lineal y, con frecuencia, no es sencilla. Cuando existen numerosos embalses y/o derivaciones en los ríos, la interpretación de los datos de los aforos y de la calidad de las aguas de los ríos en relación con las precipitaciones no admite una interpretación simplista.

Con relativa frecuencia los medios de comunicación presentan, como un claro índice de la mayor o menor sequía de una región, el porcentaje de agua que contienen los embalses de la zona en relación con el volumen total de embalse disponible. Este planteamiento suele ser erróneo, ya que en algunos ríos se han construido embalses excesivamente grandes en relación con las aportaciones hídricas de esos mismos ríos. El caso más típico es el del embalse de La Serena, en el río Zújar, en la cuenca del Guadiana, cuya capacidad de almacenamiento -3.300 millones de metros cúbicos- cuadruplica la aportación media anual del Zújar. Se trata del prototipo de embalse para "dar de beber al sol", es

decir, una proporción muy importante del agua embalsada se evaporará en el propio embalse sin ningún beneficio económico o uso ecológico.

En este tipo de sequía debería incluirse también la afección a las aguas subterráneas y a los acuíferos que las almacenan. Éstos, por lo general, constituyen auténticos hiperembalses naturales.

La sequía ecológica

Se refiere a los problemas derivados de la reducción en la producción de biomasa. Los efectos más ostensibles de este tipo de sequía son los incendios forestales o la erosión del suelo. En las zonas áridas, en contra de lo generalmente admitido, durante los períodos secos parece existir una tendencia a la disminución en la erosión del suelo por escorrentía superficial (cf. Aguiló, 1991).

Durante los períodos de sequía es difícil equilibrar las necesidades del medio ambiente con las demandas de los usuarios tradicionales (abastecimientos e industria, etc.), como pudo comprobarse en el acuífero de las calizas de Torrelaguna (Madrid) durante la última sequía (cf. Llamas, 1993 b).

La sequía tecnológica

Hace referencia a la escasez de conocimiento teóricos en relación con los modos de afrontar la sequía que se puede dar en un país, en mayor o menor escala, sobre todo en relación con los recursos hidráulicos. Un ejemplo típico lo constituye las restricciones que ha padecido Bilbao en 1988/89 (cf. González Lastra y Sanz de Galdeano, 1991) o Madrid en 1992/93 (cf. Llamas, 1993 b) a causa de no utilizar las aguas subterráneas disponibles.

La sequía psicológica

Dentro de este concepto, adquieren una gran importancia los medios de comunicación, ya que pueden crear una conciencia popular de "pánico", o de "crítica" o de "colaboración" con las autoridades competentes para conocer, afrontar y resolver los diversos problemas ocasionados por la sequía.

No hay que olvidar que la "percepción de la sociedad" de la sequía y sus problemas, puede ser un factor tan importante como los estudios tecnológicos más sofisticados y avanzados. Los responsables de la política del agua deberían establecer campañas permanentes de educación sobre las características de los recursos hídricos y sobre el modo de afrontar los

efectos adversos de la sequía. Si esas campañas se realizan sólo cuando hay sequía, suelen inspirar poca confianza.

LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL DE MADRID-RETIRO

Los datos básicos para nuestro análisis son las precipitaciones mensuales (en mm) del Observatorio de Madrid-Retiro y proceden de un diskette que nos fue facilitado por el INM. Tales datos corresponden a la serie histórica comprendida entre los años 1859 y 1993 en dicha estación, aunque, como ya se dijo, de 1859 a 1893 esa estación estuvo en el Observatorio Astronómico de Madrid. En este trabajo no se reproducen estos datos de precipitaciones mensuales debido a su larga extensión, pero están a disposición de quienes nos los soliciten.

Los datos que se manejan en esta exposición pueden coincidir con los datos publicados por otros autores. Por ejemplo, hemos notado que difieren ligeramente de los publicados por López-Camacho et al. (1986), Roldán Fernández (1964) Ó Roldán Fernández (1985). No obstante, hemos dado como buenos los datos oficiales del diskette procedente del INM.

Mediante el uso de una hoja de cálculo, como se mencionó con anterioridad, se han obtenido secuencias anuales de precipitaciones y gráficos de desviaciones acumuladas según años naturales, agrícolas o hidrológicos, gráficos de lluvias bianuales, trianuales, tetra-anuales, etc. Muchos de ellos se han reproducido en este trabajo. No obstante, debido a su larga extensión, en el ANEXO de este artículo sólo se presentan en forma de tablas algunos de los resultados numéricos obtenidos de la elaboración de los datos básicos proporcionados por el INM. Todas esas tablas del ANEXO se identifican con números romanos para distinguirlas de las que figuran dentro del texto que se identifican con números árabes.

Los valores medios de precipitación mensual obtenidos de la serie histórica de 135 años (1859-1993) se muestran en la tabla 1. Coincidiendo con otros autores (cf. Bascones Alvira et al., 1986; López-Camacho et al., 1986) se obtienen unos máximos de precipitación en los meses de primavera (meses de abril y mayo) y otoño (octubre y noviembre) y unos mínimos de pluviosidad en la época estival, durante los meses de julio y agosto principalmente. Los meses que han tenido el mayor registro de precipitación de la serie histórica de 135 años se muestran en la tabla 2.

Tabla 1. Valores medios de precipitación mensual obtenidos de la serie histórica (1859-1993).

MESS	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
Enero	35,3
Febrero	36,3
Marzo	38,8
Abril	44,5
Mayo	43,0
Junio	31,4
Julio	10,5
Agosto	10,9
Septiembre	33,7
Octubre	49,5
Noviembre	52,5
Diciembre	44,0

Tabla2. Meses que han tenido el mayor registro de precipitación de la serie histórica (1859-1993).

MES Y AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)
Noviembre de 1919	196,6
Octubre de 1993	192,3
Noviembre de 1963	191,1

ANÁLISIS DE LAS SECUENCIAS PLUVIOMÉTRICAS DE DURACIÓN ANUAL

Tipos de secuencias anuales utilizadas y su análisis

Con los mencionados datos de precipitación mensual se han elaborado tres tipos de secuencias de precipitación anual, correspondientes a años naturales, años hidrológicos y años agrícolas. Los valores de cada tipo de secuencia se incluyen en el ANEXO: tabla I.a. (años naturales), I.b. (años hidrológicos) y I.c. (años agrícolas). Los valores de las tres tablas se han representado gráficamente, observándose una tendencia similar en las tres secuencias, con los lógicos desfases debido a los diferentes intervalos de tiempo que comprende cada una de las secuencias. Por tal similitud, sólo se muestra en este artículo la representación gráfica de las precipitaciones anuales correspondientes a años naturales (Figuras 1 y 2).

La precipitación media para el período que transcurre desde enero de 1959 a diciembre de 1993 según años naturales (135 años) es de 427,2 mm; en los años hidrológicos (134 años) se obtiene una media de 425,6 mm; por último, en el caso de años agrícolas (134 años), la media es de 425,5. Como era de esperar, los tres valores son muy similares.

A efectos del presente trabajo, se va a considerar como AÑO SECO aquél en que las precipitaciones son al menos un 15% inferiores a la media aritmética; análogamente, AÑO HÚMEDO será aquél en que las precipitaciones exceden a la media aritmética, en un 15%. Es decir, seguimos un criterio de clasificación algo diferente del utilizado por Almarza y López (1994 y 1995) para identificar las "rachas" húmedas y secas.

En el histograma de precipitaciones anuales según años naturales (Figura 2), se consideran AÑOS SECOS aquellos cuya precipitación es inferior al 85% de la precipitación media anual, es decir, inferior a 363,1 mm y AÑOS HÚMEDOS los que tengan una precipitación superior al 115% de la precipitación media anual, es decir, superior a 491,3 mm.

En la Tabla I.d. del ANEXO, los 40 años naturales secos aparecen ordenados en orden creciente de precipitación. De modo análogo se han ordenado en la tabla I.e. y I.f. los años secos hidrológicos (41) y agrícolas (35) respectivamente. Como puede verse, la consideración de uno u otro tipo de año climático, introduce ligeras variaciones en el número de años secos.

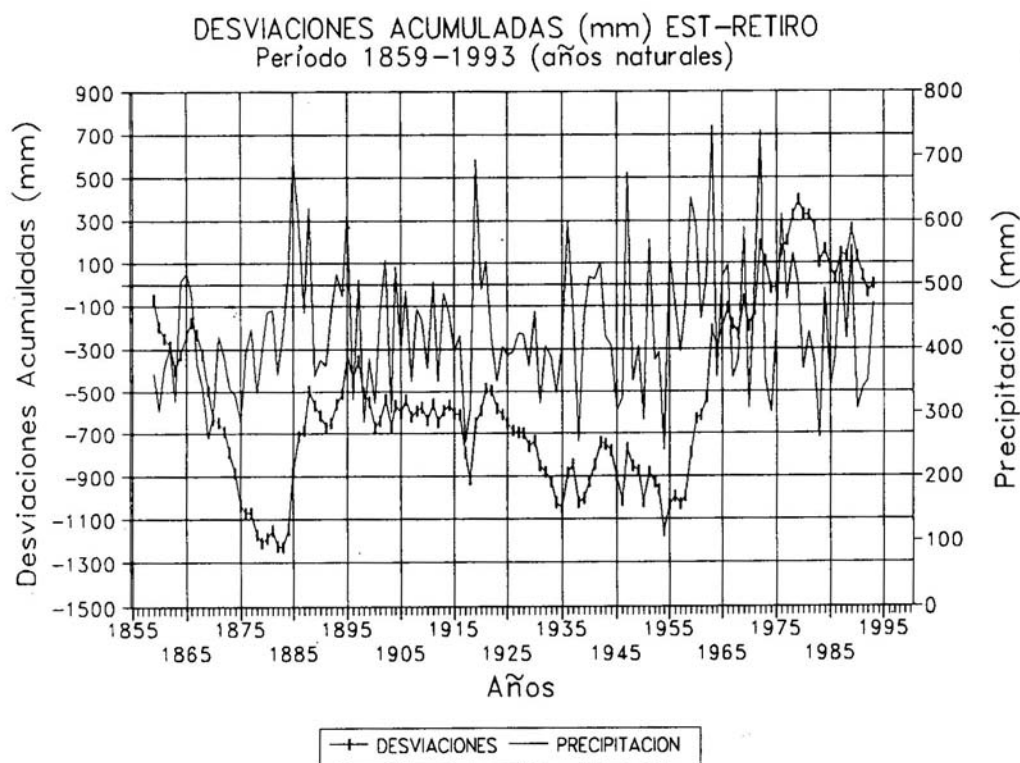


Figura 1. Gráfico de desviaciones acumuladas (mm) y de precipitaciones (mm). Observatorio de Madrid-Retiro. Período 1859-1993, según años naturales.

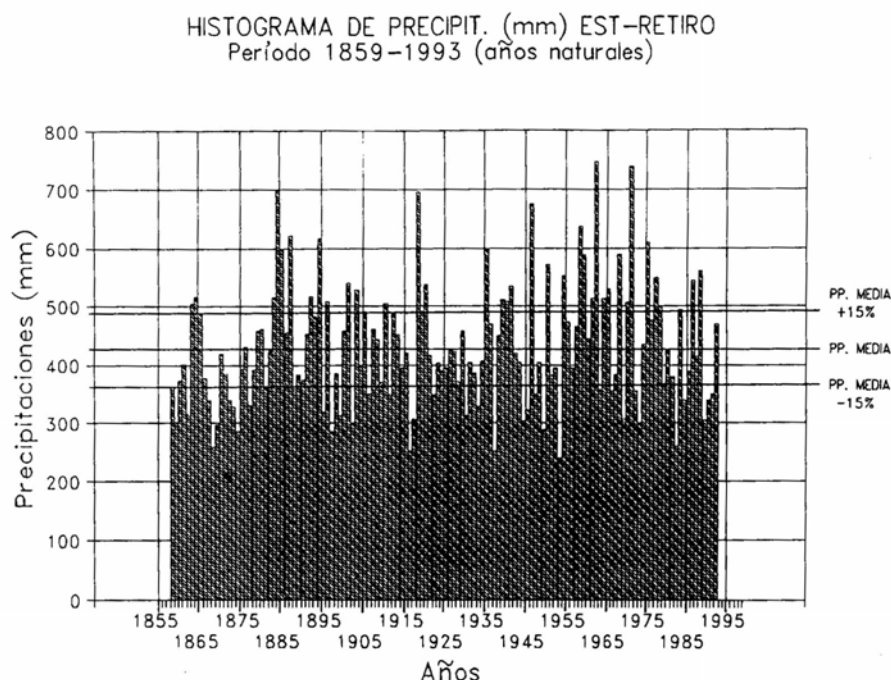


Figura 2. Histograma de precipitaciones anuales, según años naturales. Observatorio de Madrid- Retiro.

El análisis de las tablas I.d., I.e. y I.f. ya permite obtener algunas conclusiones sobre la sequía de Madrid en los años 1990/93. Estas conclusiones no coinciden con lo expuesto por responsables del Canal de Isabel II a los medios de comunicación en 1992 (cf. Gistau, 1992), pues éstos dijeron que el año hidrológico 1991/92 era el segundo más seco del siglo. La tabla I.d. del ANEXO muestra que los años naturales 1990, 1991 y 1992 pueden clasificarse como secos. El año 1990, con 304,3 mm, ocupa el lugar 14°; el 1991, con 338,7 mm, ocupa el lugar 26° y el 1992, con 350,1 mm, ocupa el lugar 33°. El año natural 1993 es un año húmedo. Si se analiza la secuencia de los años hidrológicos secos (tabla I.e. del ANEXO) el año 1991/92 ocupa el lugar n° 30 dentro de la serie histórica con 338,6 mm. Además, se puede ver que es el 16° año más seco en lo que va de siglo. Los años hidrológicos 1992/93, 1990/91 ocupan, respectivamente, los números 38 y 40 de la serie. Por último, según años agrícolas (tabla I.f. del ANEXO), el año 1991/92 se sitúa en el puesto n° 29 de la serie con 353,7 mm; seguido en el n° 30 por el año 1992/93 con 356,2 mm.

En resumen, ninguno de los años (naturales, hidrológicos o agrícolas) desde 1990 a 1993 fue el más seco del siglo; ni tan siquiera el más seco del decenio.

Análisis comparativo de curvas de desviaciones acumuladas de las precipitaciones anuales

A efectos del presente trabajo, se va a denominar PERÍODO DE SEQUÍA o SECUENCIA SECA a la sucesión de dos ó más años consecutivos en los que las precipitaciones anuales correspondientes sean inferiores al valor medio de precipitación de la serie histórica del observatorio de Madrid-Retiro.

Hemos realizado diferentes curvas de desviaciones anuales acumuladas -según secuencias anuales naturales, hidrológicas y agrícolas- ya que este tipo de gráficos permite visualizar rápidamente las secuencias húmedas y secas de una serie de precipitaciones. De este modo, los tramos de la curva de desviaciones acumuladas que presentan pendiente negativa indican secuencias secas y las pendientes positivas ponen en evidencia periodos húmedos.

En la Tabla II.a. del ANEXO, se muestran los valores de desviaciones acumuladas según años naturales desde 1859 a 1993. Los valores de esta tabla se han representado en la fig. 1. En este gráfico se distinguen varias secuencias secas, constituidas por series de años con valores de precipitación inferiores a la media aritmética histórica, que es de 427,2 mm. Estas secuencias secas se enumeran en la tabla 3.

Tabla 3. Secuencias secas según años naturales (entre el 1 de enero y el 31 de diciembre).

SECUENCIAS SECAS	DURACIÓN (Nº DE AÑOS)
de 1860 a 1863 (*)	4
de 1867 a 1879	13
de 1882 a 1883	2
de 1889 a 1891	3
de 1898 a 1900	3
de 1915 a 1918	4
de 1922 a 1929	8
de 1931 a 1935	5
de 1943 a 1946	4
de 1948 a 1950	3
de 1952 a 1954	3
de 1967 a 1968	2
de 1973 a 1974	2
de 1980 a 1983	4
de 1985 a 1986	2
de 1990 a 1992 (**)	3

(*) (Como no hay registro continuado de los años anteriores a 1859 no podemos conocer si la duración de esta sequía fue mayor).

(**) A partir de 1993 se inicia un período húmedo.

Tabla 4.-Secuencias secas según años hidrológicos (desde el 1 de octubre al 30 de septiembre del año siguiente).

SECUENCIAS SECAS	DURACIÓN (Nº DE AÑOS)
de 1862/63 a 1863/64	2
de 1866/67 a 1875/76	10
de 1877/78 a 1878/79	2
de 1881/82 a 1882/83	2
de 1889/90 a 1890/91	2
de 1895/96 a 1896/97	2
de 1898/99 a 1900/01	3
de 1908/09 a 1909/10	2
de 1914/15 a 1917/18	4
de 1924/25 a 1926/27	3
de 1930/31 a 1934/35	5
de 1936/37 a 1938/39	3
de 1943/44 a 1944/45	2
de 1947/48 a 1949/50	3
de 1952/53 a 1954/55	3
de 1966/67 a 1967/68	2
de 1973/74 a 1974/75	2
de 1979/80 a 1985/86	7
de 1990/91 a 1992/93	3

En 135 años naturales se han producido 16 secuencias secas de duración variable. Las más largas fueron las de 1867 a 1879 (de 13 años) y la de 1922 a 1929 (8 años).

La duración de una secuencia seca puede no ser el dato más significativo para cuantificar su incidencia negativa. Un dato interesante es la INTENSIDAD DE LA SECUENCIA SECA, que puede definirse como la pendiente del tramo correspondiente a la secuencia seca en el gráfico de desviaciones acumuladas y que se expresa en mm/año. En la Figura 3 se hace una representación de las intensidades de las secuencias secas y de su duración.

ANEXO. Hay 16 secuencias secas si se analizan los años naturales, 19 si son los hidrológicos y 21 si son años agrícolas. El número de secuencias secas según años naturales es menor, pero éstas comprenden un número más elevado de años secos.

Como previamente se dijo, otros autores como Almarza y López (1994 y 1995), emplean otros criterios para caracterizar la pluviosidad de cada año. Así determinan el número de rachas secas y húmedas, es decir, períodos de años seguidos secos o muy secos y húmedos o muy húmedos que se han producido en una determinada localidad. Sus resultados vienen a corroborar lo expuesto en este trabajo.

INTENSIDAD DE LAS SECUENCIAS SECAS
Período 1859-1993 (años naturales)

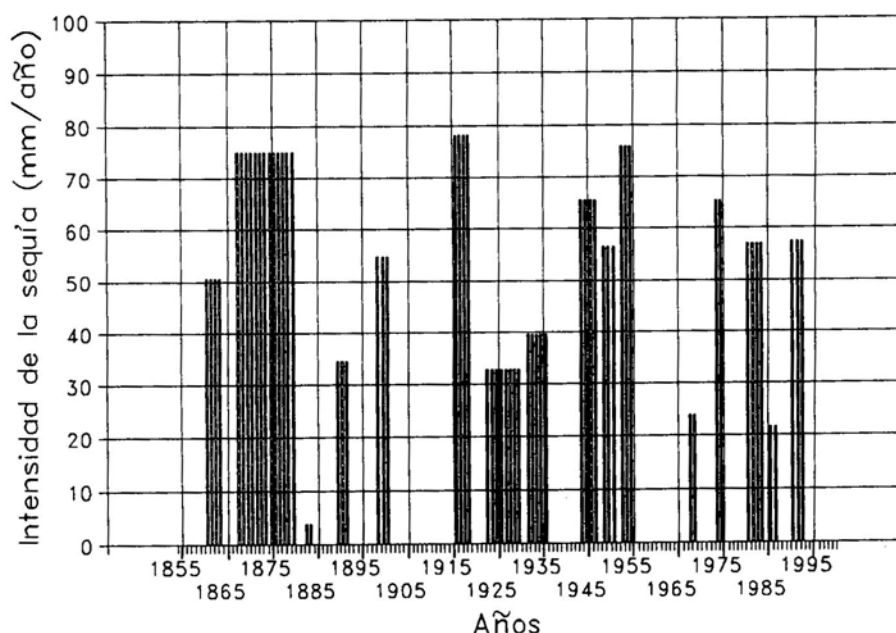


Figura 3. Gráfico de intensidad y duración de las secuencias secas (mm/año), según años naturales. Observatorio de Madrid-Retiro.

Las sequías de mayor intensidad, según el gráfico de la Figura 3 (años naturales), son las del período 1915-1918 en primer lugar y le siguen 1952-1954 y 1867-1879. El período de sequía que va desde enero de 1990 a diciembre de 1992 ocupa el 6º lugar de las 16 secuencias secas.

El gráfico de desviaciones acumuladas de los años naturales muestra una tendencia similar a los gráficos de los años hidrológicos y agrícolas. Por ello, sólo se presenta el primero de ellos (Figura 1). Sin embargo, los datos numéricos correspondientes a los dos últimos, se incluyen en las tablas II.b. y II.c. del

ANÁLISIS DE LAS SECUENCIAS PLURIANUALES

Mediante la Hoja de Cálculo, hemos procedido a la agrupación de la serie histórica de lluvias registradas en el Observatorio del Retiro de Madrid en tres tipos de secuencias plurianuales de precipitaciones: bienios, trienios y cuatrienios.

Este análisis lo hemos efectuado solamente para los años agrícolas, que comprenden el período que va del 1 de septiembre de un año al 31 de agosto del año siguiente. La razón para ello es doble. En primer lugar, los años agrícolas suelen ser los más utilizados por los meteo-

rólogos españoles. En segundo término, una serie de afirmaciones sobre la última sequía tales como "el cuatrienio más seco del siglo" aparecieron en la prensa a comienzos de septiembre de 1993 y, por tanto, no podía entenderse que se tratara de un cuatrienio hidrológico (que finaliza el 30 de septiembre de 1993), sino a un cuatrienio agrícola o meteorológico (cf. Borrell, 1993; Llamas, 1993a). No hemos hecho la agrupación en años naturales, puesto que nuestro interés es la sequía, y durante el mes de octubre de 1993 se registraron un total de 192,3 mm en el Observatorio del Retiro -siendo la precipitación media registrada en el mes de octubre durante la serie histórica 1859-1993 de 49,5 mm, con lo cual, el año natural 1993 ha sido húmedo (470 mm). De hecho, a partir de ese mes prácticamente no se volvió a hablar en los medios de comunicación de la "pertinaz sequía", en relación con Madrid.

Precipitaciones bianuales

Hemos agrupado las precipitaciones registradas en la estación de Madrid-Retiro durante los 134 años agrícolas de la serie histórica en bienios, de modo que cada bienio consta de dos años agrícolas.

Así, dos bienios consecutivos comparten un año agrícola. Por ejemplo, el bienio 1990/92 (del 1 de septiembre de 1990 al 31 de agosto de 1992) es seguido del bienio 1991/93. En la Figura 4, cada punto representa la precipitación total (en mm) de un bienio formado por dos años agrícolas.

La precipitación total registrada en la estación del Retiro durante el bienio de años agrícolas 1991/93 ha sido de 709,9 mm. Este bienio es el 21° más seco de la serie histórica de bienios agrícolas y el 11° bienio más seco del siglo.

Precipitaciones trianuales

Asimismo, hemos agrupado en trienios las precipitaciones del observatorio del Retiro de Madrid durante 134 años agrícolas. Cada trienio consta de tres años agrícolas, de modo que dos trienios consecutivos comparten dos años agrícolas. Por ejemplo, el trienio 1989/92 (del 1 de septiembre de 1989 al 31 de agosto de 1992) es seguido del trienio 1990/93.

También se ha representado el gráfico de precipitaciones trianuales (en mm) en la fig. 5. Cada punto de la gráfica representa la precipitación total de un trienio formado por tres años agrícolas.

En este caso, la precipitación total registrada en dicha estación durante el trienio 1990/93 ha sido de 1078,9 mm. Este trienio de años agrícolas ha sido el 16° más seco de la serie histórica de trienios agrícolas y el 9° trienio más seco del siglo.

Precipitaciones tetraanuales

Al igual que en los dos casos anteriores, hemos realizado un estudio de las precipitaciones tetraanuales registradas en el observatorio de Madrid-Retiro durante los 134 años agrícolas de que se compone la serie histórica.

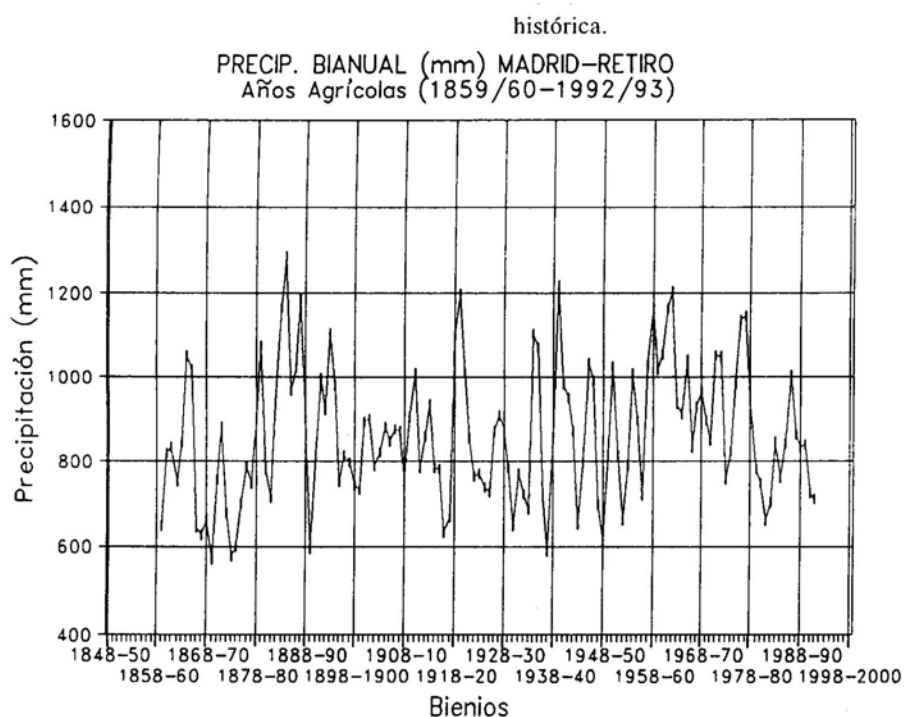


Figura 4. Gráfico de precipitaciones bianuales (mm). Observatorio de Madrid-Retiro. Período 1859/61-1991/93, según años agrícolas

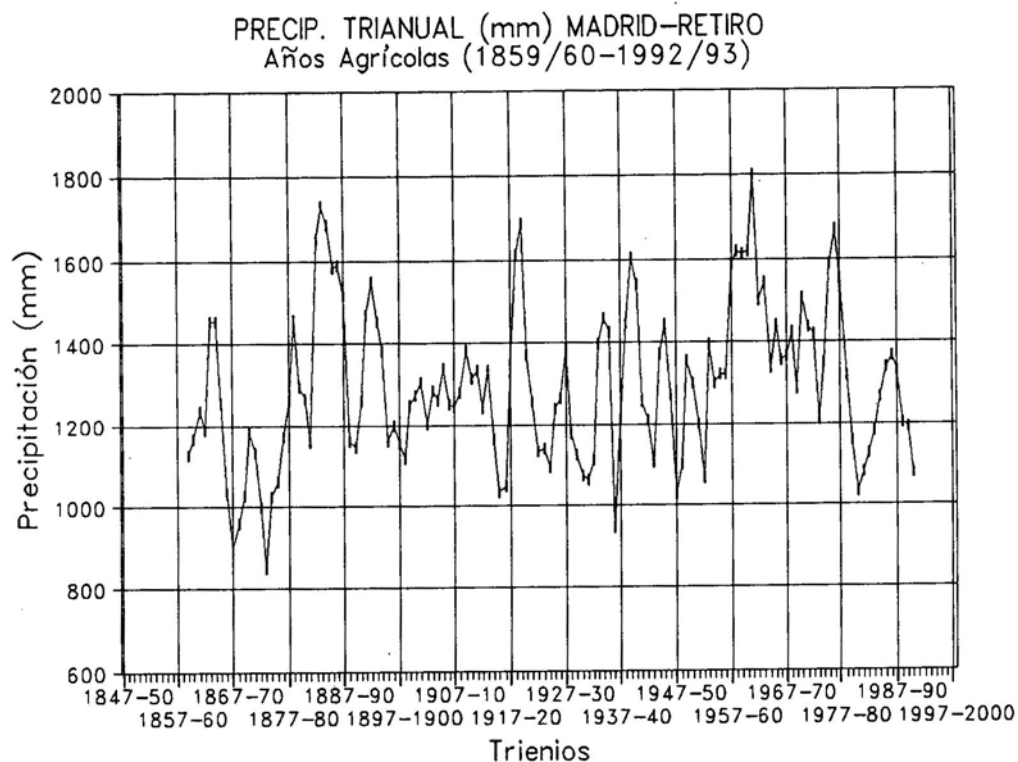


Figura 5. Gráfico de precipitaciones trianuales (mm). Observatorio de Madrid-Retiro. Período 1859/62-1990/93, según años agrícolas

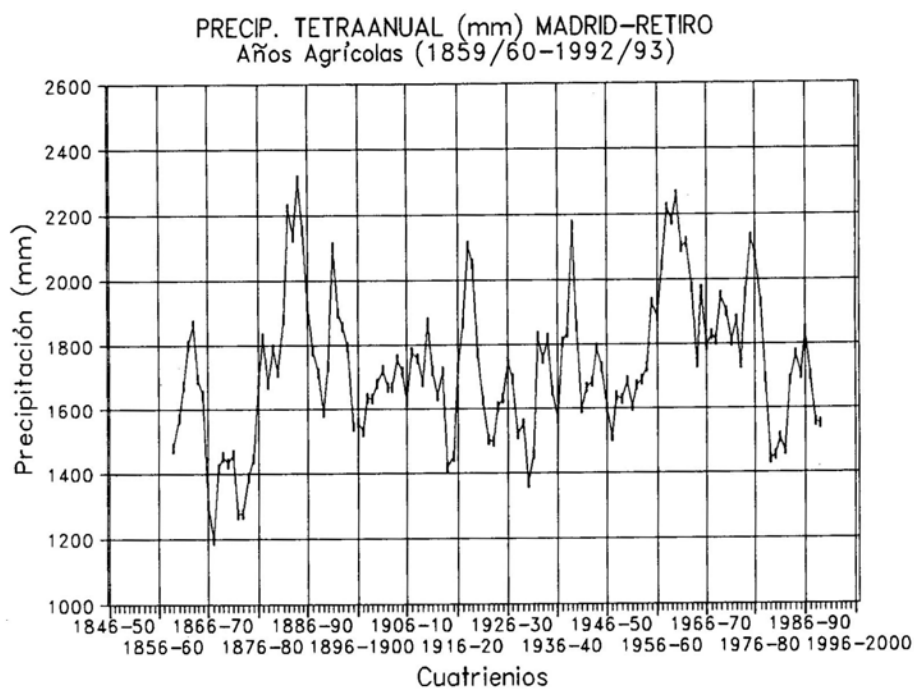


Figura 6. Gráfico de precipitaciones tetraanuales (mm). Observatorio de Madrid-Retiro. Período 1859/63-1989/93. Según años agrícolas.

Siguiendo la misma pauta que en los dos casos anteriores, cada cuatrienio consta de 4 años agrícolas de modo que dos cuatrienios consecutivos comparten 3 años agrícolas. Así, el cuatrienio 1988/92 (del 1 de septiembre de 1988 al 31 de agosto de 1992) es seguido del cuatrienio 1989/93.

En la Figura 6, ya publicada en Llamas (1993 a) aparece el gráfico de precipitaciones tetraanuales (en mm), donde cada punto del gráfico representa la precipitación total de un cuatrienio formado por cuatro años agrícolas.

Observando dicha tabla, la precipitación registrada durante el cuatrienio 1989/93, contabilizada según años agrícolas, fue de 1549,9 mm. Por tanto, este cuatrienio figura como el 26° más seco de la serie histórica y el 14° más seco del siglo y de los últimos cien años.

Análisis de las precipitaciones durante "cuatrienios devaluados a 44 meses"

Finalmente, analizamos otro tipo de agrupación plurianual a la que se refirió el Ministro de Obras Públicas y Transportes con motivo de la última sequía quien, en su artículo de fecha 6.9.93 titulado "De la pertinaz sequía a la ética del agua" (cf. Borrell, 1993) dice: "...Desgraciadamente, las cifras demuestran que desde 1990 asistimos al período más severo de sequía del siglo en la mitad meridional de España...Pues bien, el cuatrienio 90/93 es, hasta el momento actual, el de menor precipitación del siglo -según datos del observatorio de Madrid-Retiro, ejemplo representativo del área geográfica afectada por la sequía-..."

Llamas (1993 a) supuso, por la fecha del artículo, que al hablar del cuatrienio 90/93 el Ministro de Obras Públicas se refería a cuatro años agrícolas, es decir, los que van del 1 de septiembre de 1989 al 31 de agosto de 1993, pues sólo cinco días antes de la publicación en prensa de dicho artículo había concluido el año agrícola 1992/93. Sin duda, hubiera sido más correcto identificar el cuatrienio mencionado como 1989/93, y no como 1990/93, pero Llamas (1993 a) no imaginó que el Ministro de Obras Públicas pudiera estar refiriéndose a unos cuatrienios de sólo 44 meses y no de 48, como parecía lógico suponer.

Como ya se dijo anteriormente, la precipitación registrada durante el cuatrienio agrícola 1989/93, fue de 1549,9 mm. Por tanto, este cuatrienio figura como el 26° más seco de la serie histórica y el 14° más seco del siglo y, también, de los últimos cien años. Por tanto, no fue el cuatrienio más seco del siglo, en

contra de lo que decía en su artículo el Ministro de obras Públicas.

En una respuesta del Jefe del Gabinete del Ministerio de Obras Públicas (cf. Benito, 1993), se dice, sin entrar en explicaciones, que el Ministro de Obras Públicas nunca dijo que se tratara de cuatrienios de cuarenta y ocho meses. No concreta Benito (ibid.) de qué tipo de cuatrienios se trata, pero parece lógico deducir que se trata de un cuatrienio "devaluado" a 44 meses, concretamente desde el 1 de enero de 1980 al 31 de agosto de 1993. Por ello, decidimos estudiar también la serie completa de todos los cuatrienios posibles devaluados a 44 meses consecutivos.

Hemos agrupado la serie histórica de precipitaciones mensuales de la estación de Madrid-Retiro en series de 44 meses, de modo que haya un solape de 42 meses entre dos series sucesivas. Así, por ejemplo, si una serie comienza en diciembre de 1988, finalizará al cabo de 44 meses, o sea, en julio del 4° año (julio de 1993); la siguiente serie comenzaría en enero de 1989 y finalizaría al cabo de otros 44 meses, o lo que es lo mismo, en agosto del 4° año (agosto de 1993). Así, se han obtenido, mediante una hoja de cálculo, un total de 1577 series de 44 meses. Debido a la gran extensión que ocupan, estos datos no han sido incluidos en este trabajo, pero están a disposición de quienes nos los soliciten. El primer cuatrienio "devaluado" comienza el 1 de enero de 1859 y el último el 1 de mayo de 1990. Según esos cálculos, la precipitación registrada en el observatorio del Retiro de Madrid en el período comprendido entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de agosto de 1993, período al que parece se hace referencia (cf. Borrell, 1993 y Benito, 1993) es de 1221,5 mm. Pues bien, examinando todas las series disponibles de 44 meses, en el siglo pasado hubo un total de 41 "cuatrienios de 44 meses" con una precipitación inferior a la del período comprendido entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de agosto de 1993; en cambio, en el presente siglo no ha habido ningún "cuatrienio devaluado a 44 meses" con una precipitación menor a la mencionada (1221,5 mm).

En resumen, en sentido estricto, si se acepta que haya "cuatrienios devaluados" (de 44, en vez de 48 meses), la afirmación del Ministro de Obras Públicas no era incorrecta. Ahora bien, es de suponer que muy pocos lectores de un artículo sobre la ética del agua se percataran de que el Ministro se refería a cuatrienios devaluados.

Tabla 5. Secuencias secas según años agrícolas (desde el 1 de Septiembre al 31 de Agosto del año siguiente)

<i>SECUENCIAS SECAS</i>	<i>DURACIÓN (Nº DE AÑOS)</i>
<i>de 1862/63 a 1863/64</i>	2
<i>de 1866/67 a 1870/71</i>	5
<i>de 1873/74 a 1875/76</i>	3
<i>de 1877/78 a 1878/79</i>	2
<i>de 1889/90 a 1890/91</i>	2
<i>de 1895/96 a 1900/01</i>	6
<i>de 1902/03 a 1904/05</i>	3
<i>de 1908/09 a 1909/10</i>	2
<i>de 1914/15 a 1918/19</i>	5
<i>de 1922/23 a 1926/27</i>	5
<i>de 1930/31 a 1931/32</i>	2
<i>de 1933/34 a 1934/35</i>	2
<i>de 1936/37 a 1939/40</i>	3
<i>de 1943/44 a 1944/45</i>	2
<i>de 1947/48 a 1949/50</i>	3
<i>de 1952/53 a 1954/55</i>	3
<i>de 1956/57 a 1957/58</i>	2
<i>de 1966/67 a 1967/68</i>	2
<i>de 1973/74 a 1974/75</i>	2
<i>de 1979/80 a 1985/86</i>	7
<i>de 1990/91 a 1992/93</i>	3

CONCLUSIONES

El análisis efectuado de la serie de medidas pluviométricas mensuales en el Observatorio de Madrid-Retire desde 1859 a 1993 (135 años) pone de manifiesto que la última sequía que padeció la región de Madrid entre 1990 y 1993 no debe ser considerada, desde ningún punto de vista, como la peor conocida.

A nivel anual (años naturales, hidrológicos o agrícolas) ha habido bastantes años más secos que cualquiera en ese cuatrienio. También ocurre lo mismo a nivel bianual, trianual y tetraanual. Únicamente puede decirse que el período comprendido entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de agosto de 1993, constituye la serie de 44 meses seguidos más seca del presente siglo, pero no del conjunto de observaciones de dicho observatorio. En efecto, existen en esos 135 años de

observaciones, otras 41 series de 44 meses en las que llovió menos que en el período indicado (1.1.90 a 31.8.93). Por otra parte, denominar cuatrienio a un período de sólo 44 meses puede fácilmente confundir a la opinión pública.

En resumen, la escasez de lluvias que padeció la región de Madrid entre 1990 y 1993 fue una "sequía normal", de acuerdo con los datos oficiales disponibles. Madrid se caracteriza por un clima templado, con inviernos fríos, veranos secos de tipo mediterráneo y frecuentes períodos de sequía. La sequía que ha sufrido Madrid en los últimos años no ha sido en absoluto la más importante registrada ni desde el inicio de las observaciones continuadas de la estación meteorológica del Retiro desde 1859, ni desde el comienzo del siglo. Simplemente ha sido una sequía más entre todas aquellas de las que se tienen datos: una sequía común en un clima de tipo mediterráneo.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al INM por habernos proporcionado los datos de precipitaciones mensuales correspondientes a la estación de Madrid-Retiro en su serie histórica 1859-1993, así como a D. Carlos Almarza, D. Lorenzo García de Pedraza y a D. Carlos González Frías, por sus consejos para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Aguiló, J. (1991). *Sequía y erosión del suelo*. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. Tomo LXXXV, cuadernos 2º y 3º, pp. 205-220.
- Almarza, C y López, J.A. (1994). *Rachas húmedas y secas durante el período instrumental de observaciones. El caso de San Fernando (Cádiz)*. En: Cambios y Variaciones climáticas en España. Actas de la I Reunión del Grupo de Climatología de la Asociación de Geógrafos Españoles. Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana. Santa María de La Rábida. 30 de Septiembre-2 de octubre de 1994. pp 147-168.
- Almarza, C. y López, J.A. (1995). *Rachas húmedas y secas de las series instrumentales más largas de la península*. En: Calendario Meteorológico 1995. Instituto Nacional de Meteorología. MOPTMA. pp 231-240.

- Bascones Alvira, M. (Coordinador) (1986). Geología. Geomorfología. Hidrogeología y Geotecnia de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. Departamento de Estudios e Información. Área de Urbanismo e Infraestructuras. Madrid. 137 pp. y mapas.
- Benito, J. de (1993). Cartas al Director. *De la pertinaz sequía*. El País. 22 octubre 1993 (Carta del Gabinete del MOPT).
- Borrell, J. (1993). *De la pertinaz sequía a la ética del agua*. En: El País. 6 de septiembre de 1993.
- Custodio, E.; Llamas, M.R. (1976; 1983). Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, Barcelona. 2 vols, 2450 pp.
- European Climate Support Network (1995). *Climate of Europe. Recent variation, present state and future prospects*. National Meteorological Services. ISBN 90-369-2069-8. 72 pp.
- Font Tullot, I. (1983). Climatología de España y Portugal. INM. Madrid. 296 pp.
- Giménez de la Cuadra, J.M. (1993). *Centenario del Observatorio Meteorológico de Madrid, Retiro*. En: Calendario Meteorológico 1993. Instituto Nacional de Meteorología. MOPT. pp 194-203.
- Gistau, R. (1992). *Hay agua hasta octubre del 93*. En: Diario 16, 4 de diciembre de 1992.
- González Lastra, J.R. y Sanz de Galdeano, J.M. (1991). *La sequía del período 1989-1990 en el País Vasco*. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. Tomo LXXXV, cuadernos 2º y 3º, pp. 233-254.
- Hernández García, M^aE. y Vallejo Ordóñez, M. (1992). *Seguimiento y estudio de las sequías de Madrid en el período 1981/84 y en el año 1992*. Informe inédito. Área de Medio Ambiente del Excmo. Ayuntamiento de Madrid. Madrid. 3 tomos.
- Hernández García, M^aE. (1994). *La Hidrogeología del Municipio de Madrid con especial énfasis en la utilización de las aguas subterráneas para el riego de los parques y jardines de la Villa*. Tesis de Licenciatura. Fac. de CC. Geológicas. Univ. Complutense. Madrid. 252 pp y anexos.

López Camacho, B.; Bascones, M. y de Bustamante, I. (1986). *El agua subterránea en Madrid*. Boletín nº 46 del Servicio Geológico del MOPU. 128 pp.

Llamas, M.R. (1991). *Aspectos generales de las sequías en España y posibles acciones para mitigar sus efectos*. En: Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. Tomo LXXXV, Cuadernos 2º y 3º, pp. 193-204.

Llamas, M.R. (1993 a). *Manipulación de la sequía, Ecosistemas*, núm. 7, pp. 7-8. Una versión más reducida puede leerse en Cartas al Director en El País, 29 septiembre 1993.

Llamas, M.R. (1993 b). *Sequía, elevación de tarifas de agua y uso de las aguas subterráneas en la Comunidad de Madrid*. Equipamientos y Servicios Municipales. Nº de Septiembre-Octubre de 1993, pp. 23-34.

Roldán Fernández A. (1964). *Las precipitaciones atmosféricas en Madrid desde el año 1859 al 1963*. Boletín Climatológico. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. Nº de Febrero de 1964. 9 pp.

Roldán Fernández, A. (1985). *Notas para una climatología de Madrid*. Publicación del INM de la Serie K. Madrid. Nº 1. 47 pp.

ANEXO.

TABLA I.a.: Precipitaciones anuales (mm). Período 1859-1993, según años naturales (1 de enero-31 de diciembre). Observatorio de Madrid-Retiro.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1850										362,9
1860	300,9	373,1	400,4	316,5	504,7	516,9	489,6	377,9	338	258
1870	295,7	418,6	384,2	338,8	327,7	284,5	393,3	430,6	331,3	391,5
1880	458	461	360	423	515	698	598	455	621	358
1890	383	375	453	517	482	616	319	509	285	384
1900	313	457,3	539,4	299,2	528,8	398,2	490,1	350,1	461,9	443,5
1910	370	505,5	348,4	486,6	451,7	394,8	421	253	305,7	694,9
1920	491,6	537,2	416,1	349	402,4	389,2	393,6	423,5	-422,4	371,9
1930	458,3	312,1	403,5	386,5	328,7	406,2	597,8	469,5	252,4	449
1940	511,7	508,4	535,4	418,4	404,8	303,1	322,5	675,1	349,8	404
1950	288,2	571,5	381,3	393,5	240,2	552,3	472,1	394,4	465,6	636,1
1960	588	445,7	513,8	746,4	356,1	513,8	529,7	354,6	383,3	589,5
1970	305,6	507,5	738,7	354,7	300,3	435,7	609,2	475,8	549,3	498,5
1980	367,5	425,1	378,8	260,1	494,3	339	387,5	544,9	413,9	560,7
1990	304,3	338,7	350,1	470						

TABLA I b.: Precipitaciones anuales (mm). Período 1859/60-1992/93, según años hidrológicos (1 de octubre-30 de septiembre). Observatorio de Madrid-Retiro.

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-0
1850										348,7
1860	298,5	529,5	309,2	403,5	481,1	603	396,6	291,1	325,9	261,5
1870	338,1	404,9	423,9	260,7	336,8	253,2	559	235	401	498,1
1880	553,5	288	425	529	658	576	398	677	476	360
1890	301	499	495	478	647	262	424	455	324	401
1900	339,7	548,7	345,5	440,5	415,9	570	278	513,5	323,2	417,9
1910	505,1	509,1	333	463,6	420,1	378,3	395,9	246,9	479,7	610,6
1920	582,9	445,2	341,4	438	329,7	352,8	361,9	605,1	342,3	434,3
1930	304,2	397,1	387,4	285,2	395,4	706,6	356,8	374,3	279,3	574,3
1940	581,2	436,6	555,9	325,9	270,8	462,9	614,4	377,6	383,9	231,8
1950	554,1	469	296,4	353	409,8	623,9	286,9	424	701,2	455,3
1960	506,7	581,1	580,2	589,3	334,5	594,6	409,4	406,8	563,5	383,1
1970	471,4	545,1	492,9	386,7	409,2	494,1	463,7	602,5	544,7	395,8
1980	391,5	380	257	424,2	417,5	385	468,9	486,8	399,3	473,8
1990	359,7	338,6	355,8							

TABLA I.e.: Precipitaciones anuales (mm). Periodo 1859/60-1992/93, según años agrícolas (1 de septiembre-31 de

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-0
1850										310,4
1860	335,1	483,3	348,3	405	437,4	611,6	406	238,4	387,1	271,5
1870	299,3	456,7	425,4	251	324,7	273,3	426,6	361,3	384	516,8
1880	556,4	223	489	447	719	564	402	619	567	332
1890	263	552	445	473	631	347	403	412	385	358
1900	373,7	518,4	381,2	406,2	415,4	465,4	380,6	493,4	377,3	372,5
1910	530,4	478	306,3	550,9	383,2	400,2	380,1	251,9	415,6	680,4
1920	515,5	492,8	362	402,1	368,8	368,4	356,5	513,1	394,4	480,1
1930	303,2	342	427,5	294,4	390,4	711,3	357,3	357,5	230,4	623,3
1940	593,4	387,8	560,7	308,7	342,1	454	577,8	413,1	282,8	330,5
1950	484,9	539,5	275,8	385,7	404,9	603,4	293,6	425,7	603,1	561
1960	455,8	596,3	567,4	635,9	298,7	611,5	426,9	403,5	524,9	437,7
1970	459,5	388	661,9	386,7	369,6	454,3	526,1	609,3	535,2	409,1
1980	372,3	376,2	283,5	420	424,6	337,5	504,5	498,7	361,8	471
1990	369	353,7	356,2							

TABLA I.d.: Años Naturales secos entre 1859 y 1993 ordenados en orden creciente de precipitación.

Nº de orden	Año Natural	Precip. mm/año	Nº de orden	Año Natural	Precip. mm/año
1º	1954	240,2	21º	1946	322,5
2º	1938	252,4	22º	1874	327,7
3º	1917	253	23º	1934	328,7
4º	1869	258	24º	1878	331,3
5º	1983	260,1	25º	1868	338
6º	1875	284,5	26º	1991	338,7
7º	1898	285	27º	1873	338,8
8º	1950	288,2	28º	1985	339
9º	1870	295,7	29º	1912	348,4
10º	1903	299,2	30º	1923	349
11º	1974	300,3	31º	1948	349,8
12º	1860	300,9	32º	1907	350,1
13º	1945	303,1	33º	1992	350,1
14º	1990	304,3	34º	1967	354,6
15º	1970	305,6	35º	1973	354,7
16º	1918	305,7	36º	1964	356,1
17º	1931	312,1	37º	1889	358
18º	1900	313	38º	1882	360
19º	1863	316,5	39º	1859	362,9
20º	1896	319	40º	1980	367,5

NOTA: Se considera un año seco aquél en que la precipitación es menor del 85% de la precipitación media anual.

TABLA I.e.: Años Hidrológicos secos entre 1859/60 y 1992/93 ordenados en orden creciente de precipitación.

Nº de orden	Año Hidrol.	Precip. mm/año	Nº de orden	Año Hidrol.	Precip. mm/año
1º	1945/50	231,8	22º	1898/99	324
2º	1877/78	235	23º	1868/69	325,9
3º	1917/18	246,9	24º	1943/44	325,9
4º	1875/76	253,2	25º	1924/25	329,7
5º	1982/83	257	26º	1912/13	333
6º	1873/74	260,7	27º	1964/65	334,5
7º	1869/70	261,5	28º	1874/75	336,8
8º	1895/96	262	29º	1870/71	338,1
9º	1944/45	270,8	30º	1991/92	338,6
10º	1906/07	278	31º	1900/01	339,7
11º	1938/39	279,3	32º	1922/23	341,4
12º	1933/34	285,2	33º	1928/29	342,3
13º	1956/57	286,9	34º	1902/03	345,5
14º	1881/82	288	35º	1859/60	348,7
15º	1867/68	291,1	36º	1925/26	352,8
16º	1952/53	296,4	37º	1953/54	353
17º	1860/61	298,5	38º	1992/93	355,8
18º	1890/91	301	39º	1936/37	356,8
19º	1930/31	304,2	40º	1990/91	359,7
20º	1862/63	309,2	41º	1889/90	360
21º	1908/09	323,2			

NOTA: Se considera un año seco aquél en que la precipitación es menor del 85% de la precipitación media anual.

TABLA I.f.: Años Agrícolas secos entre 1859/60 y 1992/93 ordenados en orden creciente de precipitación.

Nº de orden	Año Agrícola	Precip. mm/año	Nº de orden	Año Agrícola	Precip. mm/año
1º	1881/82	223	19º	1859/60	310,4
2º	1938/39	230,4	20º	1874/75	324,7
3º	1867/68	238,4	21º	1949/50	330,5
4º	1873/74	251	22º	1889/90	332
5º	1917/18	251,9	23º	1860/61	335,1
6º	1890/91	263	24º	1985/86	337,5
7º	1869/70	271,5	25º	1931/32	342
8º	1875/76	273,3	26º	1944/45	342,1
9º	1952/53	275,8	27º	1895/96	347
10º	1948/49	282,8	28º	1862/63	348,3
11º	1982/83	283,5	29º	1991/92	353,7
12º	1956/57	293,6	30º	1992/93	356,2
13º	1933/34	294,4	31º	1926/27	356,5
14º	1964/65	298,7	32º	1936/37	357,3
15º	1870/71	299,3	33º	1937/38	357,5
16º	1930/31	303,2	34º	1899/90	358
17º	1912/13	306,3	35º	1877/78	361,3
18º	1943/44	308,7			

NOTA: Se considera un año seco aquél en que la precipitación es menor del 85% de la precipitación media anual.

TABLA II.a.: Desviaciones acumuladas (mm). Período 1859-1993, según años naturales (1 de enero-31 de diciembre). Observatorio de Madrid-Retiro.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1850										-67,8
1860	-197,5	-255,1	-285,3	-399,5	-325,4	-239,2	-180,3	-233	-325,7	-498,3
1870	-633,3	-645,3	-691,8	-783,6	-886,6	-1032,8	-1070,1	-070,2	-1169,5	-208,7
1880	-181,3	-1151	-221,7	-229,3	-1145	-877,6	-710,3	-685,9	-495,6	-568,2
1890	-615,9	-671,6	-649,2	-562,9	-511,5	-326,2	-437,8	-359,5	-505,2	-551,8
1900	-669,5	-642,8	-534,1	-665,5	-567,4	-599,8	-540,4	-621	-589,7	-576,9
1910	-637,5	-562,7	-644,9	-589	-568	-603,8	-613,5	-791,1	-916,1	-651,8
1920	-590,9	-484,3	-498,9	-580,6	-608,8	-650,3	-687,3	-694,5	-702,7	-761,5
1930	-733,9	-852,4	-879,6	-923,7	-025,7	-1050,1	-883	-844,1	-1022,4	-004,1
1940	-923	-845,3	-740,5	-752,8	-778,6	-906,2	-1014,4	-769,9	-850,8	-877,4
1950	-019,9	-879	-928,4	-965,5	-1156	-1034,4	-992,9	-029,2	-994,2	-788,8
1960	-631,4	-616,4	-533,3	-217,5	-292,1	-208,9	-109,9	-185,9	-233,3	-74,4
1970	-199,5	-122,7	185,4	109,4	-20,9	-15,9	162,7	207,8	326,4	394,3
1980	331,1	325,6	273,7	103,2	166,8	75,2	32	146,2	129,5	259,5
1990	133,2	41,2	-39,3	-0,0						

TABLA II.b.: Desviaciones acumuladas (mm). Período 1859/60-1992/93, según años hidrológicos (1 de octubre-30 de septiembre). Observatorio de Madrid-Retiro

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-0
1850										-82,1
1860	-214,4	-115,6	-237,2	-264,5	-214,2	-41,9	-76,1	-215	-319,9	-489,1
1870	-581,8	-607,7	-614,6	-784,6	-878,6	-1056,2	-928	-123,7	-1153,5	-086,2
1880	-963,5	-106,3	-1112	-013,8	-786,6	-641,4	-674,1	-427,9	-382,7	-453,5
1890	-583,2	-515	-450,8	-403,6	-187,3	-356,1	-362,9	-338,7	-445,4	-475,2
1900	-566,3	-448,4	-533,6	-523,9	-538,8	-399,6	-552,4	-469,6	-577,2	-590,1
1910	-515,8	-437,4	-535,2	-502,4	-513,1	-565,5	-600,4	-784,3	-735,4	-555,5
1920	-403,4	-389	-478,4	-471,1	-572,2	-650,2	-719,1	-544,8	-633,2	-629,7
1930	-756,3	-790	-833,3	-978,9	-014,3	-738,5	-812,4	-868,9	-1020,4	-876,9
1940	-726,4	-720,6	-595,5	-700,4	-860,3	-828,2	-644,6	-697,8	-744,7	-943,6
1950	-820,3	-782,1	-916,5	-994,2	-015,2	-822,1	-966	-972,7	-702,3	-677,8
1960	-601,9	-451,5	-302,1	-143,6	-239,9	-76	-97,4	-121,4	11,3	-36,3
1970	4,3	118,6	180,7	136,6	115,1	178,4	211,3	383	497	462
1980	422,7	371,9	198,2	191,6	178,3	132,5	170,7	226,7	195,2	238,2
1990	167,2	75	0,0							

TABLA II.c.: Desviaciones acumuladas (mm). Período 1859/60-1992/93, según años agrícolas (1 de septiembre-31 de agosto). Observatorio de Madrid-Retiro.

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-0
1850										-120,3
1860	-215,8	-163,2	-245,5	-271,2	-264,5	-83,5	-108,2	-300,4	-344	-503,2
1870	-634,5	-608,5	-613,7	-793,4	-899,4	-1056,7	-1060,8	-1130,1	-1176,8	-1090,7
1880	-64,9	-1172,6	-1114,2	-1097,9	-809,6	-676,2	-704,9	-516,5	-380,2	-478,9
1890	-646,5	-525,2	-510,9	-468,5	-268,2	-351,8	-379,5	-398,2	-443,8	-516,5
1900	-73,4	-485,7	-535,2	-559,6	-574,9	-540,1	-590,2	-527,5	-580,8	-639
1910	-539,2	-491,9	-616,3	-496	-543,5	-573,9	-624,5	-803,3	-818,3	-568,6
1920	-483,7	-421,6	-490,3	-518,8	-580,7	-642,9	-717,1	-634, 7	-670,9	-621,5
1930	-748,9	-837,6	-840,7	-977	-1017,3	-736,6	-810	-883,2	-1083,4	-890,8
1940	-728	-770,9	-640,9	-762,8	-851,4	-828,1	-680,9	-698,5	-846,3	-946,5
1950	-892,3	-783,4	-938,3	-983,2	-1009	-836,3	-973,3	-978,3	-805,8	-675,5
1960	-650,4	-484, 7	-348	-142,7	-274,7	-93,9	-97,6	-124,8	-30,5	-23,5
1970	5,3	-37,3	193,9	149,9	88,9	112,5	208	386,6	491,1	469,6
1980	411,2	356,8	209,6	198,9	192,9	99,7	173,6	241,6	172,7	213,1
1990	151,4	74,5	0,0							