

Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos

Rainfall oscillations in the Iberian Peninsula since 1856 and their implication on Spanish Water Plans

José Ramón Témez Peláez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Escuela de I.T.O.P. Universidad Politécnica de Madrid. itempel@ciccp.es

Resumen: Se presentan los mapas de la Península Ibérica con las lluvias de los diferentes períodos identificados desde el año 1856. En ellos se detecta una muy marcada irregularidad supradecenal en las zonas Centro, Sur y Levante, que tiene serias consecuencias prácticas y no está suficientemente representada en el período de cálculo de los Planes Hidrológicos que empieza en 1940.

Palabras Clave: Fluctuaciones climáticas, Mapas pluviométricos de los siglos XIX Y XX en la Península Ibérica

Abstract: Long-term rainfall series, once they have been homogenized, give a perspective of historical rainfall and flows regimes useful for Water Planning and climate evolution studies. This article shows rainfall maps of the different periods identified from 1856.

Keywords: Climate evolution, XIX and XX Century rainfall maps in Spain

Avance del artículo

Las series largas de observaciones pluviométricas realizadas en diversos puntos repartidos por la geografía peninsular, desde hace siglo y medio, ofrecen una amplia perspectiva histórica con rasgos muy interesantes como la existencia de unas marcadas fluctuaciones a gran escala temporal, con algunas fases muy secas y otras muy abundantes, especialmente en la mitad Sur y en la Zona de Levante, fluctuaciones quizás poco conocidas y con serias consecuencias.

Inicialmente se comentan las informaciones básicas que sirvieron para elaborar el artículo. A continuación se presenta la secuencia de mapas pluviométricos de las grandes fases supradecenales en que se desglosa el período de registros.

Tras confirmar también con datos de caudales la evidencia de algunas fluctuaciones excepcionales puestas de manifiesto en el análisis pluviométrico, se concluye el artículo con unas consideraciones sobre la repercusión

que la existencia de los ciclos pluviométricos detectados debe tener en los Planes Hidrológicos.

Datos básicos

La utilización de las series largas de observaciones pluviométricas es posible hoy día gracias al esfuerzo del Instituto Nacional de Meteorología (INM), y en particular a la meritoria labor de José María Llorente (Ref. 2) y D. Pedro González Quijano (Ref. 3) que recopilaron esa información.

Mención especial merecen Carlos Almarza y su equipo de colaboradores en el I.N.M. que, tras la reciente publicación de la referencia bibliográfica nº 6, han seguido trabajando tanto en el campo de la depuración de errores, comprobando los datos en sus fuentes originales, como en el de la homogenización de los mismos, desglosando las series totales que figuraban a nombre de una estación pluviométrica en series parcia-

Tabla nº 1. Datos básicos utilizados

Entorno Geográfico	Estación	Datos Homogéneos		
		Período	Años completos	Lluvia media (mm)
Albacete	8178 - Instituto	1866-1936	60	347
	8175 - Los Llanos	1939-Actual	58	363
Alicante	8025-E - Instituto	1876-1938	58	362
	8025 - Ciudad Jardín	1938-1989	49	361
Badajoz	4478 - Instituto	1866-1901 y 1911-1984	102	470
	4452 - Base Aérea	1955-Actual	42	492
Barcelona	10201-E - Universidad	1860-1936	75	543
	10200-E - Fabra	1917-Actual	77	627
Bilbao	1077-C - Bilbao Histórica	1865-1920	55	1194
	1082 - Sondica	1947-Actual	51	1227
Cáceres	3469 - Ciudad	1907-1982	73	504
Gerona	10370 - Ciudad	1911-1977	51	806
Granada	5515-A - Universidad	1865-1938	57	450
	5514 - Base Aérea	1938-Actual	60	383
Huesca	9901-F - Instituto	1893-1948	56	507
	9898 - Monflorite	1943-Actual	55	550
Jaen	5270 - Instituto	1867-1958	88	627
Madrid	3195-Z - Astronómico	1859-1900	42	413
	3195 - Retiro	1901-Actual	97	434
Málaga	6171 - Ciudad	1934-1985	51	502
	6155-A - Aeropuerto	1943-Actual	57	545
Murcia	7182-C - Instituto	1863-1954	90	323
	7228 - Alcantarilla	1945-Actual	59	301
Oviedo	1246 - Universidad	1894-1933	41	958
	1249-I - El Cristo	1972-Actual	28	977
Pamplona	9262-A - Instituto	1880-1932	50	754
Pontevedra	1484 - Instituto	1897-1949	47	1498
San Fernando	Cádiz - Urrutia	1839-1881	43	512
	5972 - San Fernando	1839-1863 y 1885-1989	105	582
	5973 - Cortadura	1955-Actual	43	576
San Sebastián	1024 -E - Igueldo	1928-Actual	71	1567
Santiago de Compostela	1475 - Univers. (Jardín)	1865-1894	30	1666
	1475 - Univers. (Terraza)	1906-1956	50	1470
	1428 - Aeropuerto	1948-Actual	53	1872
Sevilla	5787-D - Instituto	1881-1930	50	577
	5790 - Tablada	1923-Actual	75	574
	5783 - Aeropuerto	1951-Actual	49	580
Soria	2030-C - Instituto	1881-1943	60	557
	2030 - Observatorio	1943-Actual	56	531
Teruel	8369-B - Instituto	1890-1935	45	382
Toledo	3259 - Lorenzana	1908-1982	72	374
Tortosa	9980 - Arrabal	1880-1904	25	516
	9981-A - Observatorio	1905-Actual	94	533
Valencia	8416-A - Universidad	1864-1937	71	460
	8416 - Viveros	1937-Actual	62	440
Zaragoza	9434-V - Instituto	1858-1892	32	331
	9443-D - Fac. Ciencias	1906-1948	43	323
	9434 - Aeropuerto	1941-Actual	58	322
Estaciones complementarias modernas				
Burgos	2331 - Villafría	1944-Actual	53	563
Coruña	1387 - Completa	1930-Actual	68	987
Cuenca	8096 - Cuenca	1956-Actual	43	539
León	2661 - Virgen Camino	1937-Actual	66	542
Logroño	9170 - Agoncillo	1948-Actual	52	399
Vigo	1495 - Aeropuerto	1946-Actual	55	1907
Valladolid	2539 - Villanubla	1938-Actual	65	459
Zamora	2614 - Observatorio	1933-Actual	69	376
Extranjero				
Beja (P)	Altitud 246	1900-Actual	94	562
Coimbra (P)	Antigua	1866-1924	59	937
	Altitud 141	1939-1991	52	987
	Altitud 230	—	—	—
Evora (P)	Evora	1870-Actual	124	640
Faro (P)	Aeródromo	1925-Actual	66	478
Gibraltar	Oeste Suelo	1852-1939	87	886
	Frente Norte	1941-Actual	52	758
Lisboa (P)	Serie antigua	1856-1911	56	729
	Serie moderna	1930-Actual	64	709
Massaube (Fr)	Masseube	1878-1983	104	808
Perpiñán (Fr)	Perpiñán	1872-Actual	123	595

les homogéneas correspondientes a cada una de las diferentes ubicaciones que dicha estación tuvo a lo largo de su historia.

Las series españolas de datos homogéneos mencionados en la tabla nº 1 son fruto de esos esfuerzos del I.N.M. y en pequeña medida de alguna contribución complementaria del autor.

En cuanto a las series de Portugal, los datos antiguos figuran en los textos referenciados de los Sres. Llorente y González Quijano y los posteriores fueron facilitados por la Dirección General de Recursos Naturales de ese país. La serie francesa de Perpiñan procede de Météo-France y la de Masseur fue deducida solo con carácter aproximado de un gráfico de la revista La Houille Blanche (Ref. 5).

Los datos antiguos de Gibraltar figuran en las referencias bibliográficas nº 1, 2 y 3, y los posteriores fueron solicitados a los servicios meteorológicos gibraltareños por D. Carlos Almarza y facilitados al autor.

Se ha prescindido de aquellos períodos de registros con datos que, de acuerdo con los tests de homogeneidad y contraste con valores vecinos, resultan dudosos y quizás sean explicables por cambios no reseñados en la historia disponible de la estación, alteraciones en el entorno de la misma, etc. También se ha prescindido de aquellas series que, aunque homogéneas, tenían un número de datos insuficiente para estimar con garantía su valor medio.

Se anticipa que, tanto en el texto como en las figuras, las cifras de lluvia se refieren en general a índices pluviométricos o porcentajes de la lluvia media del período referenciado respecto a la lluvia media interanual de las correspondientes estaciones y no así a valores absolutos en litros por metro cuadrado o milímetros.

Fluctuaciones supradecadales.
Mapas Pluviométricos de los distintos períodos

A la luz del siglo y medio de registros de lluvia se observa que los años húmedos, secos y medios no se distribuyen en una secuencia acorde con alternancias aleatorias previsible a partir de las correspondientes leyes de frecuencia de lluvias anuales, sino que por el contrario existen muchos períodos de larga duración con un marcado predominio de la abundancia o bien de la escasez, detectándose así unas fluctuaciones pluviométricas supradecadales.

Los mapas de las Fig.1 a 8 definen el reparto geográfico de los porcentajes de lluvia media caídos en los distintos períodos identificados desde 1856 y su contemplación sugiere los siguientes comentarios:



Fig.1. Lluvia del período 1856 a 1865 en relación a su valor medio.

Período 1856-65 (Fig. 1). Muestra una abundancia general en toda la Península con un patrón análogo al que aproximadamente un siglo largo después se repitió en 1958-80, aunque con abundancia algo mas acusada que éste.

Es el período más antiguo en que cabe hablar de los mapas pues en fechas anteriores los únicos datos oficiales disponibles se limitan a Gibraltar y su vecina Cádiz. A los registros oficiales de Lisboa, Cádiz y Gibraltar se añaden los tomados por Monseñor Bodí en Carcagente y publicados en la referencia bibliográfica nº 4.

Período 1867-79 (Fig. 2). Durante estos trece años se produjo un déficit excepcional en gran parte de las zonas Sur y Centro de la Península debido al debilitamiento de los vientos húmedos atlánticos procedentes del S-W, con grandes analogías con el que más de un



Fig 2. Lluvia del período 1867 a 1879 en relación a su valor medio.

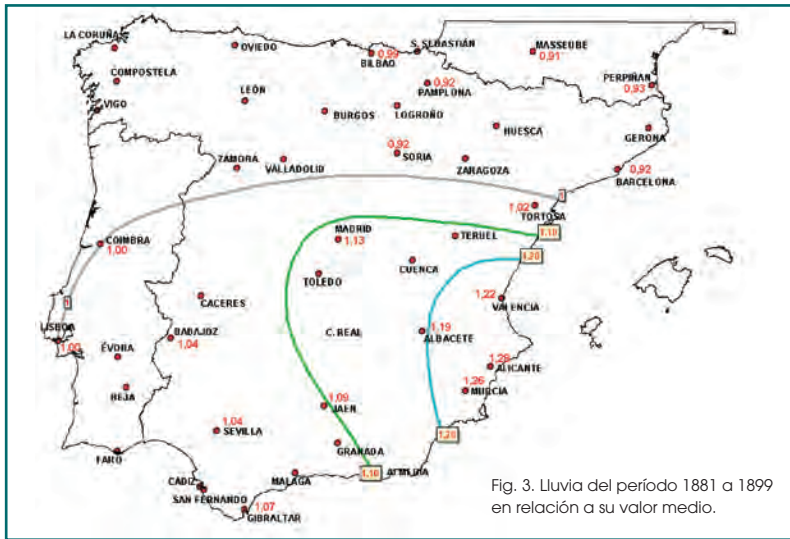


Fig. 3. Lluvia del período 1881 a 1899 en relación a su valor medio.

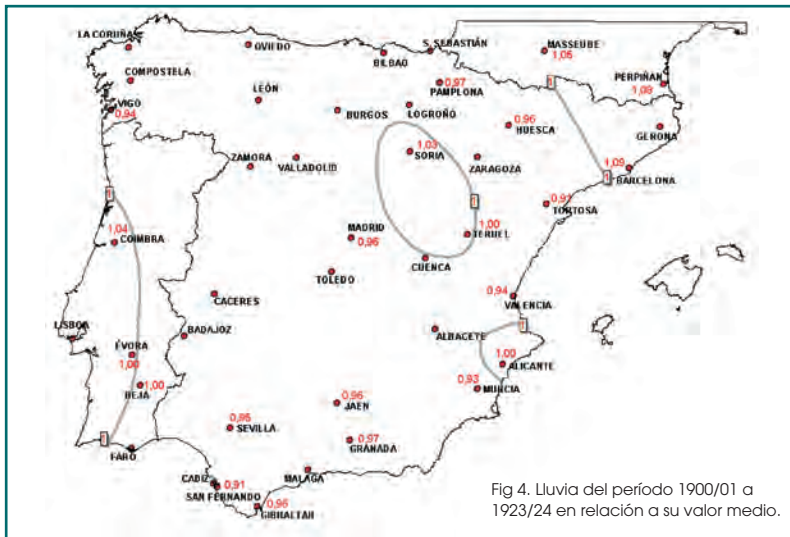


Fig 4. Lluvia del período 1900/01 a 1923/24 en relación a su valor medio.

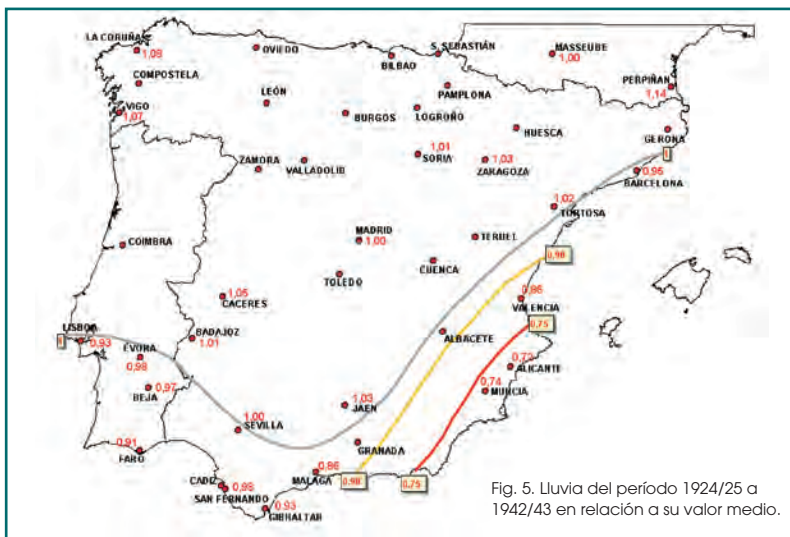


Fig. 5. Lluvia del período 1924/25 a 1942/43 en relación a su valor medio.

siglo después se repitió en 1980-95, aunque con algunos matices diferenciales pues la vaguada pluviométrica en el segundo caso está orientada en dirección S-N y en el primero en dirección SW.-NE, llegando a la zona de Valencia, que tiene en estas fechas su período mas severo por afectar la escasez tanto a las cabecezas de sus ríos principales Júcar y Turia, como a los ríos secundarios y acuíferos de la Plana y franja litoral. Los años 1867-79 y 1980-95 constituyen los dos períodos analizados mas desfavorables a escala peninsular por la extensión, duración e intensidad de sus déficits y por afectar a los recursos hídricos aprovechados en las zonas mas vulnerables.

Período 1881-99 (Fig. 3). Es el mas singular de los períodos, y su peculiar patrón de reparto no se repite ni de forma aproximada en toda la historia de registros de lluvia. El rasgo mas destacado es sin duda el índice excepcional de abundancia prolongada en el Sureste español, que supone el record histórico en la Península alcanzando cifras superiores al 125% durante casi veinte años en las provincias de Murcia y Alicante y extendiéndose hasta Teruel, Madrid, Jaén y Granada con índices del 110%.

La atención a la superabundancia del Sureste no debe hacer que pase desapercibido el déficit simultáneo en el Noreste. La sequía de los años 1893-99 incluida en este período está entre las mas severas de la cuenca del Ebro. Esta sequía en Cataluña enlaza con la del final del período anterior, dando lugar a índices en todo su territorio inferiores al 90% durante los 23 años 1877-1899, y en Barcelona se alcanza la fase mas seca de su historia de registros con un índice del 79% en los once años 1877-1887.

Período 1900/01 a 1923/24 (Fig. 4). A partir de 1900 los períodos no se refieren a años solares Enero-Diciembre sino a años hidrológicos Octubre-Septiembre mas acordes con los agrupamientos de caudales que empiezan a controlarse en la red hidrométrica nacional hacia 1912. Estos 24 años son en su conjunto de tipo medio, aunque a menor escala temporal existen algunas sequías notables de carácter regional como la de 1919/20 y 1920/21 en Galicia.

Período 1924/25 a 1942/43 (Fig. 5). Este período constituye la otra cara de la exagerada irregularidad pluviométrica del Sureste español, que en los 19 años de 1881-1899 presentó superavits por encima del 25% en las provincias de Murcia y Alicante y en esas mismas provincias, durante estos otros 19 años 1924/25 a 1942/43 registró déficits de esa misma magnitud. En el resto de la Península la pluviosidad es de tipo medio

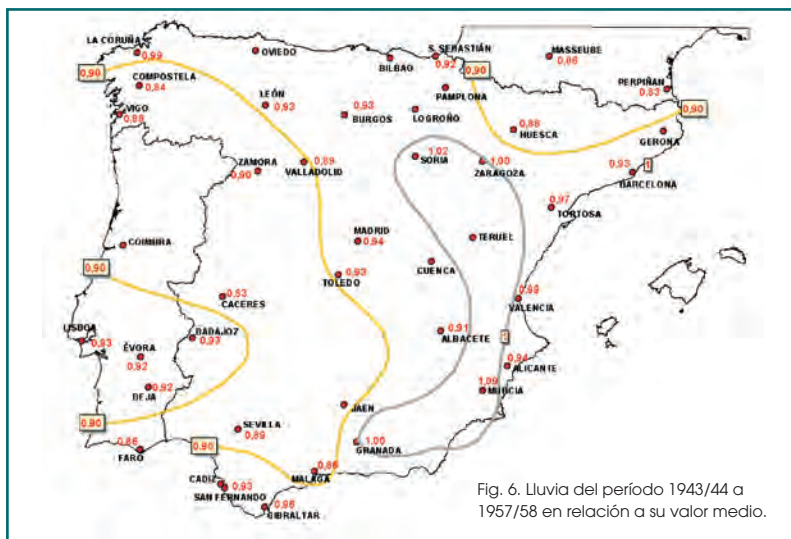


Fig. 6. Lluvia del período 1943/44 a 1957/58 en relación a su valor medio.

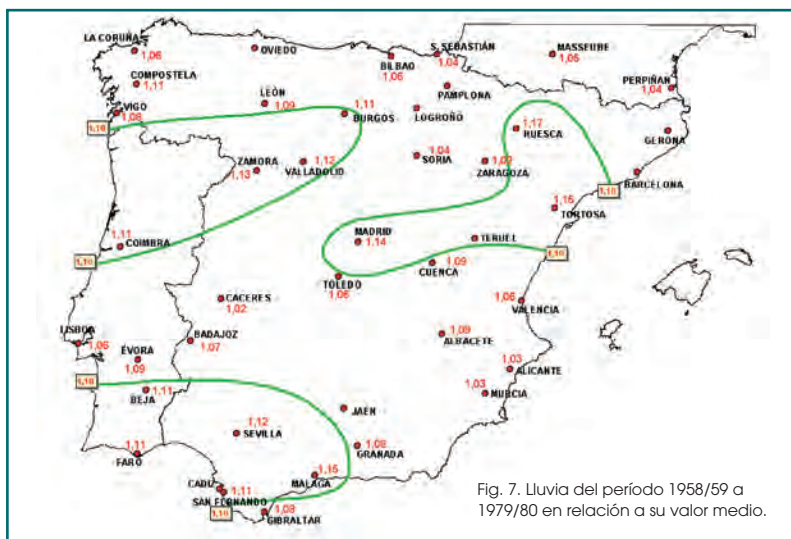


Fig. 7. Lluvia del período 1958/59 a 1979/80 en relación a su valor medio.

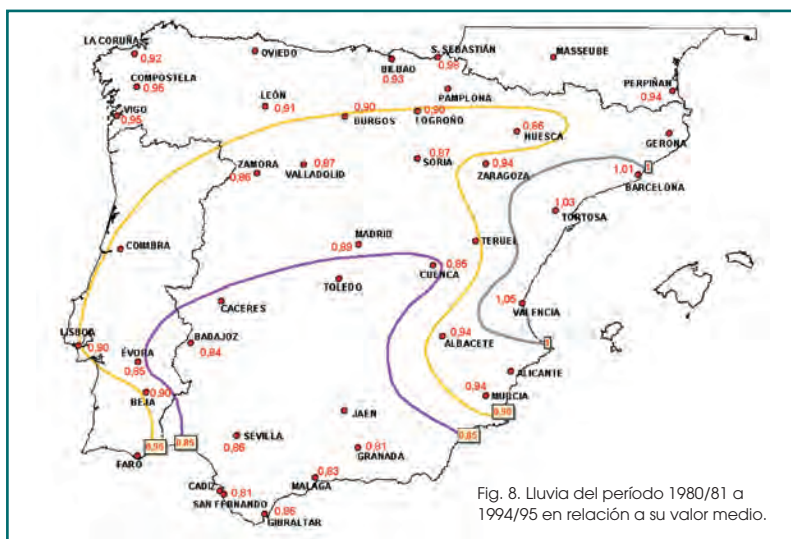


Fig. 8. Lluvia del período 1980/81 a 1994/95 en relación a su valor medio.

con ligero predominio de la abundancia. Afortunadamente, con este patrón de reparto no se ven afectadas las cabeceras de los ríos Tajo, Júcar y Segura, que, gracias a las obras de trasvase y regulación actuales, ayudarían a paliar la terrible situación del Sureste, si se repitiera este escenario de lluvias.

A menor escala temporal hay que destacar que a finales del período anterior y principios de este tiene lugar una sequía extrema en el Noreste de Cataluña durante los años 1921/22 a 1928/29, apreciable en los datos de lluvia de Gerona y Perpiñan con índices de 0,77 y 0,70 respectivamente y en los caudales del río Muga que tienen en esas fechas su período mas crítico. En los años 1941-43 también hubo sequía en otras zonas peninsulares.

Período 1943/44 a 1957/58 (Fig. 6). Incluye diversas sequías intensas con pocos años de duración e itinerantes, que alternan con años de abundancia, con un resultado global de escasez especialmente en la zona pirenaica, donde el año 1948/49 fue el mas seco en la mayoría de los ríos, y también en la mitad occidental de la Península.

El año 1944/45 fue el mas seco de los registros en las esquinas Suroccidental y Suroriental de la Península. Las lluvias de este período, así como las de los posteriores, ya están tenidas en cuenta en los Planes Hidrológicos que inician sus cálculos en el año 1940/41.

Período 1958/59 a 1979/80 (Fig. 7). Es un largo período de abundancia general en toda la Península y con notables superavits en algunas de sus zonas. Una abundancia similar ya se produjo en los años 1855-1866.

Período 1980/81 a 1994/95 (Fig. 8). Déficit general en toda la Península excepto en la reducida franja del litoral Catalán y Valenciano. Esta escasez prolongada de lluvias fue excepcionalmente intensa en las zonas Centro y Sur, y, tal como el autor expuso en un artículo anterior, (Rfa. 8) afectó gravemente a las cabeceras de los ríos Tajo, Júcar, Segura y Guadalquivir, que son las principales fuentes de recursos hídricos superficiales para las zonas muy necesitadas del Sureste español, dando origen en dichas cuencas de cabecera al período de mayor severidad en la historia de los registros de caudales que en el Tajo empiezan en 1912.

Singularmente críticas fueron los 5 últimos años 1990/91 a 1994/95, cuando las lluvias en la mayor parte de Andalucía, Extremadura y Castilla La Mancha no alcanzaron el 70% de su media y en un 75% de la superficie de la Península no superaron el 80%. El año 1994/95 y el reciente 2004/05 son los mas secos de la historia de registros en la mayoría de pluviómetros y estaciones de

control de caudales situados en las zonas mencionadas.

Tal como ya se comentó, este período y el de 1867-79 son los más desfavorables a escala peninsular, y obedecen al debilitamiento de las corrientes húmedas atlánticas procedentes del S-W que cruzan sobre la Península.

Confirmación Hidrométrica de las excepcionales fluctuaciones pluviométricas del sureste español

Las fluctuaciones pluviométricas del Sureste español detectadas con los datos de las series largas de lluvias y puestas de manifiesto en los mapas de las figuras 3 y 5, son de tal magnitud que, a pesar de estar basadas solidamente en los registros de todas las estaciones de la zona y sus vecinas, conviene confirmarlas con otro tipo de registros estrechamente ligados a ellas como son los de los caudales de un río de la zona.

En la figura 9, tomada del Libro Blanco del Agua (Rfa. 7) se representan los volúmenes anuales de agua entrados desde 1885 al embalse de Puentes en el río Guadalentín (Murcia) de acuerdo con los libros de desembalses custodiados en el Archivo Municipal de Lorca y Fundación Espin Real.

La tabla nº 2 muestra los valores medios de esas entradas al embalse en los distintos períodos referenciados, que se contrastan con las correspondientes estimaciones efectuadas a partir de los datos de lluvia mediante la conocida Ley de Budyko (Ref. 7).

$$A = Pe \frac{ETP}{P} \frac{S}{1000}$$

que calcula el volumen A (Hm³) en función de la lluvia P (mm), la evapotranspiración potencial (1100 mm en el embalse de Puentes) y la superficie de la cuenca (1389 Km² en el embalse de Puentes) siendo "e" la base de los logaritmos neperianos.

Según se puede observar en la tabla, los volúmenes medidos directamente en el embalse y los calculados a partir de las lluvias son concordantes, y por tanto ambos tipos de datos se avalan mutuamente. La superabundancia

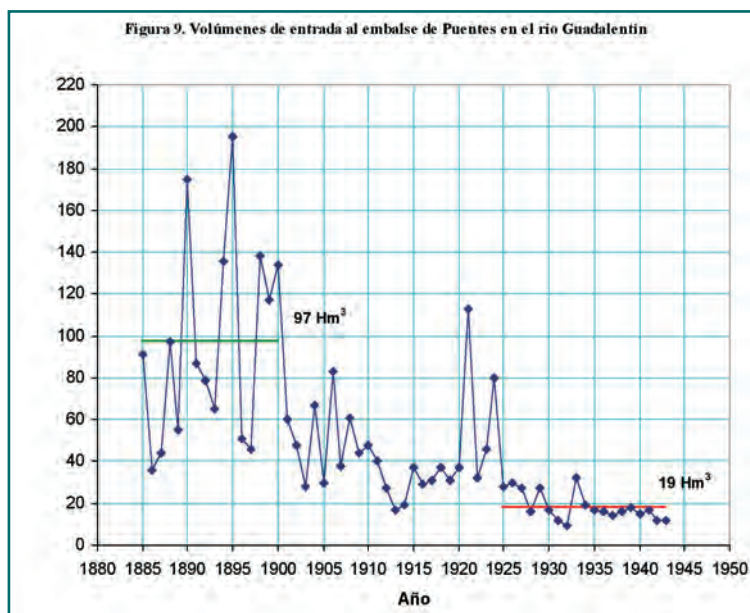


Fig. 9. Volúmenes de entrada al embalse de Puentes en el río Guadalentín.

del 123% en las lluvias de 1885-1900 se ve confirmada por la superabundancia del 190% en los recursos hídricos de ese mismo período, al igual que la superescasez del 77% en las lluvias durante 1924/25 a 1942/43 se ve confirmada por una superescasez del 35% en los volúmenes de esas mismas fechas.

Conviene llamar la atención sobre las extraordinarias dificultades que presenta el aprovechamiento de los recursos hídricos de los ríos del Sureste, donde dichos recursos pueden oscilar de unos períodos supradecadales a otros en una relación superior a cinco.

Se debe aclarar también que los datos de caudales registrados en Puentes hasta 1942/43 utilizados en este artículo corresponden a un régimen prácticamente natural, pues la explotación intensa de las aguas subterráneas en los acuíferos de la cuenca ha sido posterior a esas fechas.

Consideraciones prácticas sobre los Planes Hidrológicos

La disponibilidad de un número satisfactorio de datos de lluvias y caudales aconsejó a los diversos equi-

Tabla nº 2. Entradas al Embalse de Puentes

Período	Lluvia		Entradas al embalse (Hm ³ /año)	
	Porcentaje de la media	mm.	Calculada	Medida
1885-1943	97	437	49	50
1885-1900	123	541	105	97
1924/25 a 1942/43	77	346	20	19

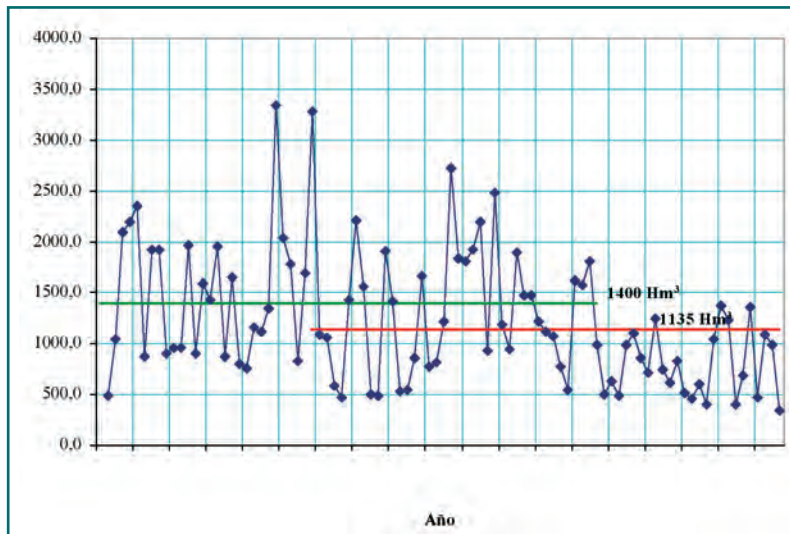


Fig. 10. Volúmenes anuales en la cabecera del Tajo (Bolarque).

pos encargados de redactar los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional a seleccionar el año 1940 como inicio del período de cálculo de los recursos hídricos. El autor considera razonable esa decisión, pero opina que el período transcurrido desde esa fecha es insuficiente para dar una idea cabal de las marcadas fases de persistencia supradecenal con que evoluciona la lluvia según han puesto de manifiesto los registros de siglo y medio en la Península Ibérica. Esa irregularidad a gran escala temporal no ha sido tenida en cuenta suficientemente en la generalidad de los estudios hidrológicos realizados hasta la fecha, y sin embargo tiene serias consecuencias prácticas en las zonas del Centro, Sur y Levante. Las series largas de observaciones ofrecen la posibilidad de atenuar en cierta medida esa carencia y de matizar la información y las conclusiones de los Planes encuadrándolas dentro de una perspectiva histórica mas amplia. El excelente Libro Blanco del Agua (Rfa. 7) tiene el mérito de hacer una llamada de atención sobre las series largas de registros, si bien en su análisis muy general, y global a escala nacional, pasan desapercibidos muchos aspectos y conclusiones fundamentales.

La estimación de los recursos hídricos disponibles, así como las reglas de gestión para su mejor aprovechamiento y la eficacia de ciertas infraestructuras (por ej. Trasvase Tajo-Segura y Júcar-Vinalopó, etc), son bien diferentes según se deduzcan a partir de las series de lluvias y caudales de los 55 años 1940-1995 utilizados en los Planes Hidrológicos, o a partir de otros escenarios como el de los 68 años 1912-1979 sin períodos de gran escasez en las zonas Centro y Sur (véanse en la Fig. 10 las mayores entradas de agua al embalse de Bolarque en la cabecera del Tajo) y por el contrario con una fase muy seca en Levante,

que en las provincias de Murcia y Alicante persiste en los 20 años de 1924-1943. Parecidas consideraciones se podrían hacer con el período de 64 años 1880-1943. Se puede concluir que la muestra de datos 1940-1995 no es por sí sola representativa del futuro previsible en el horizonte temporal de la planificación y de la vida útil de las infraestructuras hidráulicas, y se deben por tanto esbozar estrategias ante la presentación de otros escenarios pluviométricos, también verosímiles a la luz de los datos disponibles, de análoga duración al de los Planes Hidrológicos pero con diferentes características, mas abundantes en algunas zonas como el Centro y Sur y por el contrario mas severos en Levante.

Por otra parte, conviene resaltar que los ciclos de escasez y abundancia se han producido en la Naturaleza, tanto en épocas antiguas frías y sin emisión apreciable de gases contaminantes, como en épocas modernas calientes y con alto nivel de contaminación atmosférica. Baste recordar los dos períodos muy secos 1867-79 y 1980-95 y los dos abundantes de 1880-1899 y 1957-79. Consecuentemente no cabe esperar que en el futuro un hipotético cambio climático suprima los ciclos y perpetúe el nivel de escasez de los últimos decenios. Las oscilaciones pluviométricas supradecenales previsiblemente seguirán repitiéndose, lo cual es compatible con que secundariamente por efectos antrópicos pudieran acentuarse ligeramente sus rasgos secos y aminorarse los húmedos

Las grandes inercias de la pluviometría exigen empezar a hablar de regulaciones hiperdecenales de los recursos hídricos en algunas zonas del país, y traen a la mente las también grandes inercias de las reservas subterráneas como instrumento eficaz para hacerles frente en una sabia estrategia de explotación conjunta con las aguas superficiales, que propicie el uso de éstas en épocas de abundancia y de las freáticas en épocas de escasez. ♦

Referencias:

- (1) World Weather Records (1927, 1934 Y 1959) Smithsonian Institution.
- (2) Servicio Meteorológico Nacional (1943). "Las series mas largas de Observaciones Pluviométricas en la Península Ibérica".
- (3) González Quijano, P.M. (1946). "Mapa Pluviométrico de España". CSIC
- (4) Confederación Hidrográfica del Júcar (1988) "Estudio de las inundaciones del Júcar en 1864". Autor J. Gomez Ortega y otros.
- (5) Tardieu H. (1989). "Après le Secheresse ...". La Houille Blanche n° 7 y 8.
- (6) Instituto Nacional de Meteorología (1996). "Homogeneidad y Variabilidad de los Registros Históricos de Precipitación de España".
- (7) Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (2000). "El Libro Blanco del Agua".
- (8) Témez, J.R. (2004). "El Período Seco 1980-1995. Su rareza y efectos en el Sureste Español". Revista de Obras Públicas n° 3.448.