

APORTACIONES RECIENTES EN LA SERIE METEOROLÓGICA INSTRUMENTAL MÁS ANTIGUA DE ESPAÑA. LA PRESIÓN MEDIA MENSUAL (BARCELONA, 1780-1998)

Mariano BARRIENDOS, Juan Carlos PEÑA, Marc PROHOM,
Roberto RODRÍGUEZ y Pere ESTEBAN
Grup de Climatologia, Universitat de Barcelona

RESUMEN

En el presente trabajo se propone una serie de presión atmosférica que emplea las observaciones antiguas realizadas en Barcelona por médicos desde 1780, las observaciones oficiales realizadas en la Universidad de Barcelona y los datos generados por el Observatorio Fabra desde 1927 hasta la actualidad.

Palabras clave: Barcelona, homogeneización, presión, series instrumentales antiguas

ABSTRACT

Daily meteorological records from Barcelona (1780-1998) show different possibilities in order to combine data series from different locations. This work proposes one atmospheric pressure series using old records from medicine doctors since 1780, records from University of Barcelona and Fabra Observatory records since 1927.

Key Words: atmospheric pressure, Barcelona, homogeneization, old instrumental series

1. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de largas series de observaciones meteorológicas instrumentales diarias permite la explotación climática de las mismas para profundizar en la caracterización de la variabilidad climática natural. Sin embargo, el empleo de series de más de 200 años siempre implica la aparición de problemas técnicos y metodológicos propios de las diferentes condiciones de trabajo existentes a lo largo de su historia. La recuperación en fuentes documentales, digitalización, tratamiento y análisis de estas series pluriseculares comporta problemas pero su potencial climático justifica su resolución (BARRIENDOS *et al.*, 1997).

Por otra parte, la investigación climática empleando series de presión atmosférica tiene en la actualidad un cierto interés por los avances que se producen en el estudio de patrones de variabilidad de baja frecuencia.

El presente trabajo pretende ofrecer nuevas posibilidades de generación de series climáticas definitivas a partir de los datos disponibles en Barcelona. La combinación de diferentes series se realiza con la presión atmosférica a pesar de tratarse de uno de los parámetros que ofrece menos problemas

ante los cambios frecuentes de observatorio. Después de estos primeros ensayos se podrán afrontar otros parámetros como la precipitación y la temperatura.

2. OBSERVACIONES ANTIGUAS DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA (1780-1885)

2.1. Fuentes de datos

Las observaciones meteorológicas diarias en Barcelona durante este periodo proceden del campo de la Medicina. La observación meteorológica entre los médicos no se trataba de una actividad prioritaria, pero en las ciudades con fuerte presión demográfica y actividad industrial las condiciones precarias de salud pública aconsejaban el seguimiento de los parámetros atmosféricos. Los conocimientos científicos de la época impedían dirigir los esfuerzos de forma correcta, pero se interpretaban los problemas de salud pública y epidemiología como causados, potenciados o favorecidos por las circunstancias atmosféricas, lo que se denominaban “constituciones atmosféricas”.

El iniciador de las observaciones, por lo menos las más antiguas conservadas, fue el médico Dr. Francisco Salvá Campillo (1751-1828). Parece lógico pensar que tomó el ejemplo de los médicos franceses con los que convivió durante su estancia de estudios en Toulouse (BARRIENDOS, 1995). Esta actividad estaba auspiciada por la Société Royal de Médecine desde su fundación en 1776 y se adoptaron los criterios de trabajo establecidos por Louis Cotte.

El segundo observador fue el médico Dr. Pedro Vieta Gibert (fin s. XVIII-1856). Su trabajo siguió escrupulosamente el de Salvá, cambiando únicamente el instrumental y la localización del observatorio (FEBRER, 1930). Al igual que en el caso de Salvá, sólo la avanzada edad obligó a interrumpir las observaciones. A mediados del siglo XIX, el Dr. José Ramón Campaner (?-1876) asumió la observación meteorológica desde una nueva localización (Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Manuscritos, Lorenzo Presas, “Observaciones Meteorológicas”, 2 legajos). Él mismo con cargo a la Real Academia de Medicina de Barcelona gestionó la compra en Inglaterra de los instrumentos y su instalación y puesta en funcionamiento en la propia Academia. Como en los dos casos anteriores, sólo la vejez obligó a cesar su actividad.

La segunda mitad del siglo XIX empezó a experimentar en la ciudad de Barcelona una proliferación de las observaciones meteorológicas sistemáticas. Mientras que en la Universidad ya se realizaba esta actividad de forma oficial, otros profesionales continuaban las observaciones a título particular. Son destacables en este sentido las observaciones del óptico Albert Burkhart (1876-1885), las del médico Juan Montserrat (1881-1885) o las del matemático Lorezo Presas (1849-1873).

La problemática de la conservación de los datos ha tenido en Barcelona una historia realmente afortunada. De hecho, hasta mediados del siglo XIX sólo se conservan los manuscritos originales del Dr. Salvá (Archivo de la Real Academia de Medicina, Dr. F. Salvá, Tablas Meteorológicas, 4 vols., 1780-1824). Pero a partir de 1824 no se han localizado, hasta el momento actual de la investigación, otros manuscritos originales. El único recurso es acudir a la información meteorológica que se publicaba en la cabecera del *Diario de Barcelona* desde el primer día de su publicación (1 de octubre de 1792), formato que no abandonó hasta 1920. El *Diario de Barcelona* tuvo una participación más directa que la simple difusión diaria de las observaciones. En el año 1827, con el Dr. Salvá gravemente enfermo, se decide el traslado del observatorio y el inicio de una nueva etapa. El Dr.

Vieta asumió la labor, pero el Diario de Barcelona cedió sus instalaciones y así el observatorio es colocado en la azotea de la editorial. Los observadores posteriores desde otras localizaciones continuaron remitiendo la información al diario, lo que permite de forma determinante la elaboración de la serie meteorológica de Barcelona.

2.2. Características de la observación

Las observaciones diarias de presión atmosférica en Barcelona tienen un desarrollo cronológico sin excesivos cambios ni alteraciones. Quizás lo más destacable es el empleo de sistemas de unidades anteriores al sistema métrico decimal. Ello significa que los constructores de barómetros empleaban para las reglas graduadas de la columna de mercurio el sistema de medición vigente en su país, región o ciudad.

Aunque no se dispone de información exacta, el Dr. Salvá utilizó un barómetro francés ya que se observa en sus datos el empleo de la pulgada de París, y con más precisión la pulgada que empleaba para sus medidas de caudal el gremio de fontaneros de París, ligeramente mayor que la pulgada francesa (VIÑAS, 1975). El Dr. Vieta empleó un barómetro que medía en pulgadas del pie de Burgos o castellano.

A fin de ajustar las mediciones de diferentes épocas, se ha empleado la bibliografía sobre conversiones de unidades de medición aparecida tras la adopción del sistema métrico decimal en el estado español por la Real Orden de 9 de diciembre de 1852 (BASORA, 1865).

<i>Pie de París</i>		<i>Pie de Burgos</i>	
1 pie =	324,8357mm	1 pie =	278,6350mm
1 pulgada =	27,0696mm	1 pulgada =	23,2195mm
1 línea =	2,2558mm	1 línea =	1,9349mm

Cuadro I. Conversión del pie de París y del pie de Burgos al sistema métrico decimal.

Por lo demás, las observaciones barométricas eran regulares, coincidiendo los diferentes observadores en unas franjas horarias muy parecidas. Se realizaban tres observaciones diarias: una por la mañana (oscilando entre las 0500 y las 0900 horas), otra al mediodía (oscilando entre las 1200 y las 1400 horas) y una última por la noche (oscilando entre las 1900 y las 2300 horas). Desgraciadamente, apenas puede decirse nada del tipo de barómetros utilizados y las condiciones de observación debido a la pérdida de los documentos originales y la ausencia de textos explicativos.

3. OBSERVACIONES MODERNAS DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA (1866-1998)

3.1. Fuentes de datos

La observación meteorológica en el último tercio del siglo XIX dejó de ser una actividad esporádica y fruto de iniciativas individuales en España para iniciar un proceso de institucionalización a todos los niveles. Así se consolidó una red de observatorios, instrumental y métodos de observación unificados y un personal específico responsable de la labor.

En el caso de Barcelona, las observaciones se realizaron desde su principio en la Universidad. Hay constancia de observaciones sistemáticas desde 1866, realizadas en un edificio de la calle del Carmen. A partir de 1880 se realizaron ya en el edificio recién construido como sede de la Universidad en la Gran Vía.

La buena marcha de los trabajos se pone de relieve cuando el *Diario de Barcelona*, a partir del 19 de abril de 1885, adopta estas observaciones para su publicación en la cabecera del periódico. La Guerra Civil del presente siglo truncó la labor de observación en la Universidad y se inició hasta nuestros días una serie de cambios de localización del observatorio oficial de Barcelona. La continuidad de la serie de presión atmosférica se consigue adoptando desde 1944 las observaciones del aeropuerto del Prat.

3.2. Características de la observación

El inicio de las observaciones oficiales representa la posibilidad de conocer en detalle los instrumentos empleados así como su localización exacta y los métodos de observación. Respecto a la presión atmosférica, se conoce ya la altitud exacta de la cubeta del barómetro. Además, según consta en el *Diario de Barcelona*, los datos ya aparecían ajustados a 0°C y 0m. Por otra parte, el número de observaciones en la Universidad de Barcelona se reduce a dos: una de mañana (0800/0900 horas) y otra de tarde (1500/1600 horas) y el Fabra a una sola por la mañana (0800).

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SERIE PROPUESTA

4.1. Series disponibles

Los datos disponibles en la actualidad en un formato informatizado se suceden sin apenas solapamientos suficientes para generar diferentes opciones para establecer una serie definitiva y continua desde 1780 hasta la actualidad (Fig. 1).

Núm.	Periodo	Observador	Altitud	Localización
1	1-1-1780 a 31-12-1826	F. Salvá	c. 15/30m?	c/ Petritxol 11
2	1-1-1827 a 30-1-1854	P. Vieta	c. 15/30m?	c/ Llibreteria 22
3	31-1-1854 a 31-7-1876	J.R. Campaner	c. 15/30m?	c/ Carne 47
4	1-8-1876 a 18-4-1885	A. Burckhart	c. 15/30m?	c/ Zurbano 1-5
5	12-1866 a 12-1879	INM*	15m	Univ. edificio antiguo
6	1-1880 a 31-7-1936	INM*	42m	Univ. edificio moderno
7	1-8-1936 a 31-12-1943	INM*	94m	Travessera de Dalt 110
8	1-1-1944 a 31-12-1995	INM*	6m	Aeropuerto El Prat
9	1-1-1927 a 31-12-1998	Ac. Ciencias	420,11m	Observatorio Fabra

(*) Sucesivamente Junta General de Estadística, Instituto Central Meteorológico, Servicio Meteorológico Nacional, Instituto Nacional de Meteorología.

Cuadro II. Series de presión atmosférica diaria de Barcelona digitalizadas.

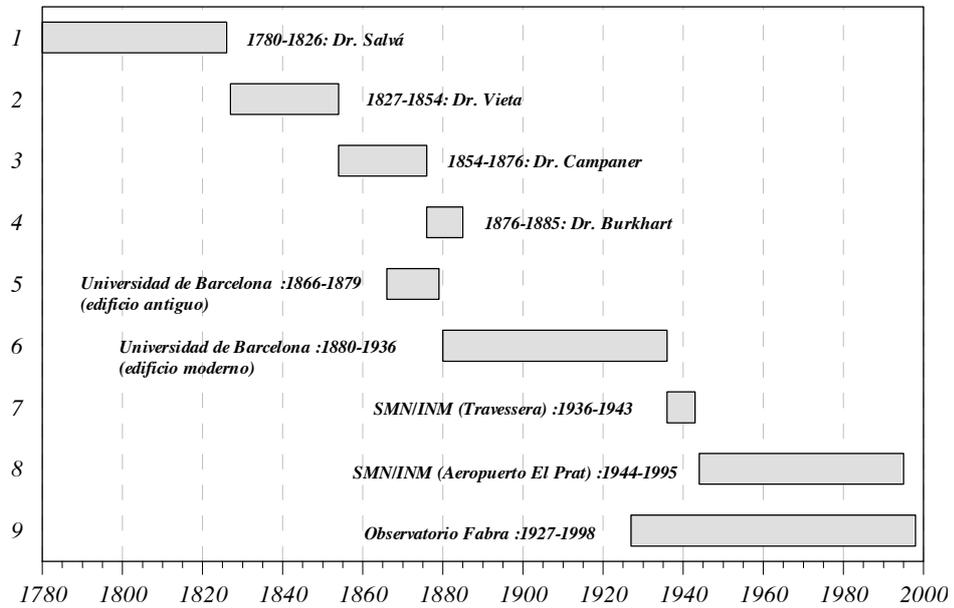


Figura 1. Cobertura temporal de las series de presión atmosférica diaria en Barcelona.

En todos los casos, la localización geográfica del observatorio ha experimentado cambios, pero siempre en unas magnitudes aceptables (Fig. 2): unos pocos cientos de metros durante el periodo antiguo y entre 6 y 12km durante el periodo moderno.

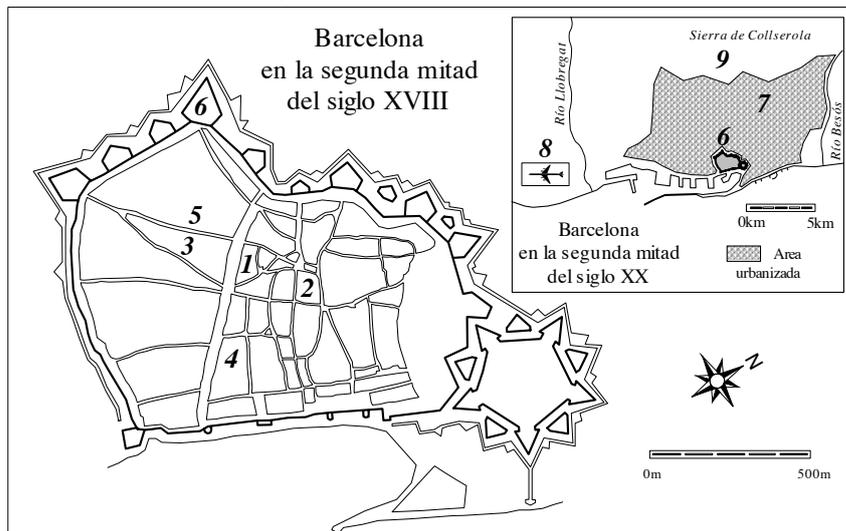


Figura 2. Localización de las series de presión atmosférica diaria en Barcelona.

4.2. Propuesta de serie definitiva

En el presente trabajo se propone componer una serie de presión atmosférica diaria para Barcelona utilizando en su periodo antiguo los datos de Salvá (1780-1827), Vieta (1827-1854) y Campaner (1854-1876). En ese punto, en vez de tomar las observaciones de la Universidad, se continúa con las observaciones de Burkhart (1876-1885). Para el periodo moderno se continúa con las observaciones de la Universidad (1885-1926) y las de Fabra hasta la actualidad (1927-1998).

Respecto a las posibles combinaciones con los horarios de observación disponibles, en vez de emplear un valor medio de todas las observaciones, se ha optado por tomar un único dato diario, correspondiente a la mañana, por tratarse de una franja horaria siempre presente que es común, aunque con ligeras modificaciones, en las diferentes series digitalizadas.

5. TRATAMIENTO DE LA SERIE PROPUESTA

5.1. Ajuste previo de horario y de altitud

Las observaciones de la mañana se han ajustado a una hora común (0700), siguiendo las diferencias que se establecen en la serie a resolución horaria del Observatorio de la Armada en San Fernando (1961-1990). Las diferencias se sitúan entre 1 y 3,5 dPa, y su distribución es variable en cada mes, lo que ciertamente aconseja su corrección (Fig. 3).

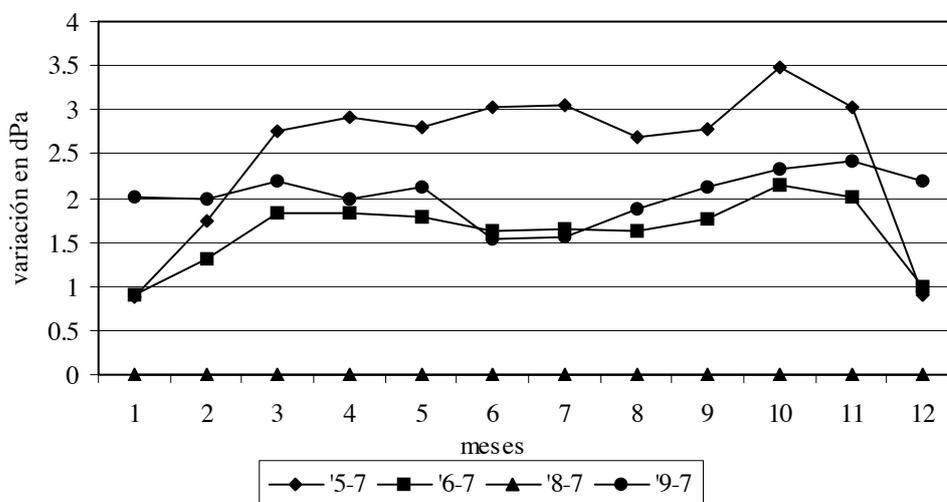


Figura 3. Diferencia mensual de presión entre las horas de observación de la mañana (serie de referencia: Observatorio San Fernando, 1961-1990).

Respecto al ajuste del barómetro a la altitud del nivel del mar, en el momento actual de la investigación no se conocen muchos detalles sobre las condiciones de trabajo en las observaciones antiguas. Antes de realizar un ajuste sobre unas altitudes hipotéticas o aproximativas, se ha preferido

hacer únicamente los ajustes mediante homogeneización. Las pruebas realizadas con altitudes hipotéticas ofrecían incluso un empeoramiento de la calidad final de la serie. En el periodo moderno, los datos generados por la Universidad de Barcelona ya estaban ajustados a 0m de altitud sobre el nivel del mar. Finalmente, los datos del Observatorio Fabra se han ajustado sin problema al conocer con exactitud la altitud de la cubeta (420,11m).

5.2. Homogeneización de la serie

La homogeneidad funcional de la serie se ha evaluado mediante el método de homogeneidad absoluta de Roberts. Este método aplica al modelo de *tres componentes* (RODRÍGUEZ *et al.*, 1997, 1998), el estadístico de la desviación acumulada.

El modelo de tres componentes asume que la señal climática está formada por tres componentes, dos deterministas, periódicas y transitorias, y una aleatoria. Ésta última actúa sobre la señal de dos formas, una aditiva y otra multiplicativa, de modo que la amplitud de la señal aleatoria es función de la amplitud de las componentes deterministas. La expresión matemática del modelo es:

$$x(t) = \left(\sum_i A_i \sin \left(2\pi \frac{t - \theta_i}{T_i} \right) + \sum_j B_j f_{T_j}(t) \right) \left(1 + C \sum_k r_k(t) \right)$$

donde

$x(t)$ es el valor de un registro en el tiempo t

A_i , θ_i y T_i la amplitud, la fase y el periodo, respectivamente, de la componente periódica i

B_j y $f_{T_j}(t)$ la amplitud y la función determinista de la componente transitoria j

C la amplitud de la suma de las k componentes aleatorias, r_k .

Aplicando a este modelo de señal la desviación acumulada, definida como:

$$S^*(t) = \sum_{\tau=1}^t [x(\tau) - \mu]$$

donde

$S^*(t)$ es la desviación acumulada hasta el tiempo t ,

$x(\tau)$ el registro correspondiente al tiempo τ , $1 \leq \tau \leq t$

μ el valor medio de la señal

se llega a la expresión:

$$\frac{\delta S^*(t)}{\delta t} \approx \sum_i B_i f_{T_i}(t) - \mu$$

de la que se puede extraer la conclusión de que la variación temporal de la desviación acumulada proporciona la evolución temporal de la componente transitoria.

Dado que por componente transitoria se entiende la aparición o desaparición súbita de funciones deterministas no periódicas, este procedimiento evalúa, entre otros, los errores sistemáticos, el efecto urbano y el posible cambio climático. Identificando las discontinuidades de $S^*(t)$ se obtienen los puntos de rotura. Atendiendo a la expresión analítica de dicha componente transitoria, se pueden discriminar y cuantificar todos ellos.

Este método es de homogeneidad funcional absoluta, esto es, depende exclusivamente de las características propias de la serie. Respecto a los tests de homogeneidad funcional relativa, como el test de Alexandersson (ALEXANDERSSON, 1986), presenta la ventaja de poderse aplicar sobre series largas, con escasos recursos para obtener series de referencia, como es el caso de la serie que nos ocupa, más de 200 años y ninguna serie vecina de referencia.

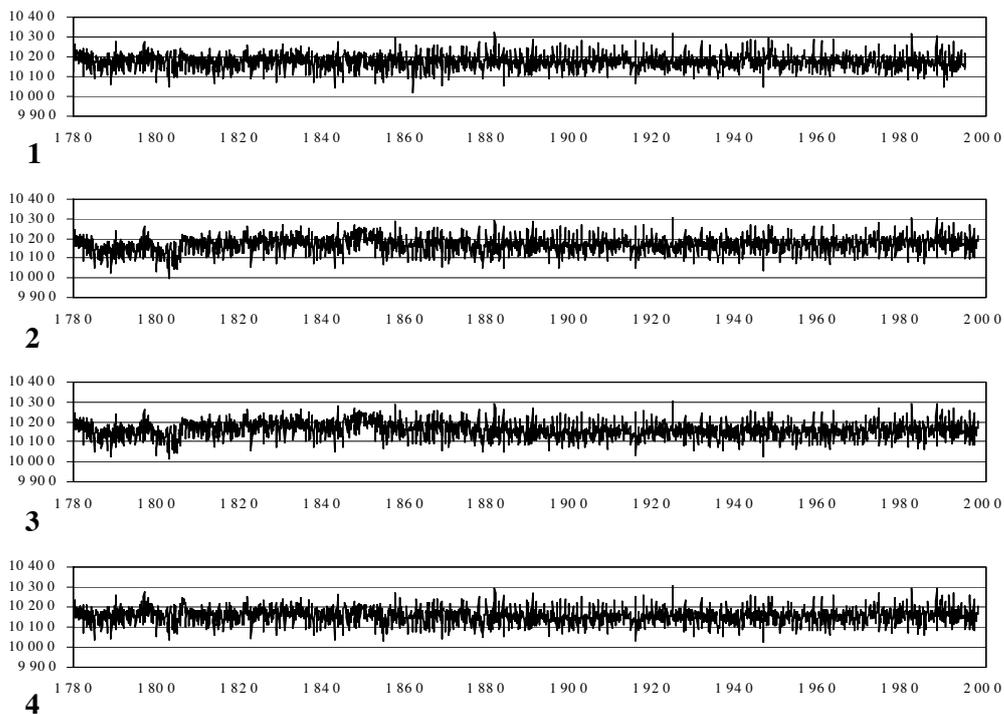


Figura 4. Valores de presión mensual de Barcelona en dPa, 1780-1998.

- 1) Serie convencional (CRU/UEA)
- 2) Serie propuesta en origen
- 3) Serie propuesta con la corrección horaria
- 4) Serie propuesta con la homogeneización definitiva

Serie	Media	Desv. est.	Valor máx.	Valor mín.
1) CRU/UEA	10175	35,99	10324	10016
2) Propuesta Datos origen	10169	39,17	10304	9993
3) Id. Corrección horaria	10160	39,82	10303	10012
4) Id. Homogeneización	10156	37,60	10303	10025

Cuadro III. Valores estadísticos de las series de medias mensuales (valores en dPa)

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDERSSON, H. (1986): "A homogeneity test applied to precipitation data", *Journal of Climatology*, **6**, 661-675.
- BARRIENDOS, M. (1995): "Dr. Francesc Salvà i Campillo", *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, **10**, n. 39, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, pp. 167-173.
- BARRIENDOS, M.; GÓMEZ, B. y PEÑA, J.C. (1997): "Series meteorológicas instrumentales antiguas de Madrid y Barcelona (1780-1860). Características documentales y de observación", en MARTÍN VIDE, J. (ed.): *Avances en climatología histórica en España*, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 47-62.
- BASORA, J. (1865) *Tablas de reducción de monedas, pesos y medidas...*, Saurí, Barcelona.
- FEBRER, J. (1930): *Atlas pluviomètric de Catalunya*, Institució Patxot, Barcelona.
- RODRÍGUEZ, R.; LLASAT, C. y MARTÍN VIDE, J. (1997): "Revisión de los criterios de homogeneidad aplicados a variables meteorológicas", en JUARISTI, J. y MORO, I: *Modelos y sistemas de información en geografía*, Universidad del País Vasco, pp. 98-112.
- RODRÍGUEZ, R. y MARTÍN VIDE, J.: "Identifying break points without inheritance effects. Three-components analytic model", comunicación presentada en el *Second Seminar for Homogeization of Surface Climatological Data*, Budapest, 1998.
- VIÑAS, J. (1975): "El clima de Barcelona", *Actas de las VII Jornadas de la Asociación Meteorológica Española*, Tarragona, pp. 245-256.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos ADVICE (CE ENV4-CT95-0129) e IMPROVE (CE ENV4-CT97-0511) por el soporte financiero. Academias de Medicina y Ciencias de Barcelona por el acceso a fondos documentales. Archivo Histórico Municipal de Barcelona por el acceso a los fondos de hemeroteca. Sr. Antonio Gázquez por el acceso a las observaciones y publicaciones de datos meteorológicos del Observatorio Fabra.

