

La aplicación del método estadístico en climatología. El régimen anual de precipitaciones en Barcelona (II)

por L. M. ALBENTOSA

Los trabajos de Climatología analítica se basan fundamentalmente en el análisis del régimen medio de los principales elementos del tiempo atmosférico. Entre éstos se ha dedicado una particular atención al estudio de las precipitaciones, a pesar de que con frecuencia muchos autores han manifestado que, como los restantes elementos, carecen de un valor sintético. P. Pédelaborde, al considerar la valoración de cada uno de los elementos del tiempo como base para la definición y clasificación de los climas, afirma que «la utilización de diagramas y mapas pluviométricos conduce a error cuando no se confrontan con la realidad sinóptica» (2). La estructura de un total pluviométrico es muy heterogénea, y la cantidad de agua precipitada depende de varios factores: capacidad higrométrica de la masa de aire, intensidad del mecanismo ciclónico, posición de los centros de acción con relación a la estación, así como de los factores geográficos regionales y locales. De todos éstos, sólo los últimos son permanentes, mientras que los anteriores experimentan importantes variaciones en su dinamismo debido a la situación de la estación de Barcelona, en la banda de cizalladura de los cinturones de circulación templada y subtropical. Los factores meteorológicos imprimen al clima el ritmo anual, los geográficos determinan el matiz regional o local.

Independientemente del valor de las precipitaciones como base de definición y clasificación de los climas, también es dudosa la representatividad de los

(1) Este trabajo corresponde a la segunda parte del trabajo que presentamos en el volumen anterior (Revista de Geografía, vol. IX, n.º 1, enero-junio de 1975), bajo el título: *La aplicación del método estadístico en Climatología: 105 años de precipitaciones en Barcelona*.

El estudio se basa, como el anterior, en una serie de 105 años, los comprendidos entre 1866 y 1970.

(2) PÉDELABORDE, P.: *Le climat du bassin parisien. Essai d'une méthode rationnelle de Climatologie physique*. París, 1957, p. 47.

(3) RIEHL, H.: *Introduction to the Atmosphere*, Nueva York, McGraw-Hill, 1965, p. 291.

valores medios mensuales respecto de la distribución real de las precipitaciones. En este sentido se han manifestado numerosos autores como H. Riehl (3), H. Landsberg (4) y los españoles A. M. Guilló y M. Puigcerver (5), entre otros. Con variantes de estilo, estos autores mantienen que el histograma de lluvias para el mismo mes en distintos años no presenta una distribución normal en torno al valor medio mensual, sino que es fuertemente asimétrico, y el valor de la asimetría, e incluso con frecuencia su signo, varían ampliamente. En efecto, la media mensual de un período suficientemente largo está compuesta de una serie de meses con precipitación inferior a ella más otros en los que la precipitación fue abundante. Por tanto, es discutible conceder una significación absoluta a los valores medios, ya que en realidad sólo representan valores calculados, aunque se apoyen en fenómenos cuantificados; por consiguiente, se puede decir que en la mayoría de los casos, como el que nos ocupa, estos valores calculados carecen de una significación climática real. ¿Qué significan unos promedios en un área donde pueden registrarse en 4 o 5 días, e incluso en menos, más de 300 mm, que representan aproximadamente la mitad de la precipitación media anual? Concretamente, en octubre de 1951 se registraron 367,5 mm (el 35 % del total del año), que supuso un valor 4,5 veces superior al promedio del mismo mes.

A pesar de estas deficiencias de base, es evidente el interés que en Climatología tienen los estudios pluviométricos, tanto más cuando, como sucede en el caso de Barcelona, se dispone de una serie larga y homogénea. Por otra parte, prescindiendo del valor sintético que con frecuencia se ha concedido a las precipitaciones y, concretamente al régimen pluviométrico, su estudio supone la posibilidad de establecer comparaciones desde el punto de vista espacial y temporal. Además, el análisis del régimen en sí mismo y en comparación con el registrado en otras áreas plantea una serie de problemas que pueden ser muy útiles en la orientación de las investigaciones de la Climatología tanto general como regional. Finalmente, es evidente el interés de los estudios pluviométricos en Climatología aplicada. Tanto más cuanto a partir de ahora el abastecimiento de aguas constituye uno de los problemas más graves que tiene planteado el hombre.

Como es incuestionable la utilidad de los estudios pluviométricos —es más, pensamos que deben fomentarse—, entre los objetivos del presente trabajo nos proponemos establecer una valoración del régimen medio anual, que es sin duda la técnica más utilizada en Climatología analítica. Con este fin hemos recurrido a la aplicación de las siguientes técnicas estadísticas: media, amplitud, módulo o moda, mediana, desviación típica, coeficiente de variación, primer y tercer cuartiles, y distancia semi-intercuartílica (cuadro 1). De la elaboración de estas téc-

(4) LANDSBERG, H.: *Climatological Study of the Rainfall of Oahu, Territory of Hawaii*, «American Meteorological Society Monographs», 1951, p. 7.

(5) GRILLÓ, A. M., y PUIGSERVER, M.: *Sobre las contribuciones relativas de las precipitaciones local y generalizada a la precipitación total en Cataluña*, Geofísica, Madrid, 1970, p. 206.

CUADRO 1

Características estadísticas del régimen pluviométrico medio anual (período: 1866-1970)

Característica	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media	33,6	42,5	47,1	47,0	45,8	39,1	29,8	42,6	75,9	84,9	53,4	41,8
Amplitud	233,0	242,2	163,7	164,9	161,2	155,6	161,0	154,1	329,6	363,1	253,8	182,5
Moda	0-20	0-20	20-40	20-40	20-40	0-20	0-20	0-20	20-40	40-60	0-20	0-20
Mediana	25,2	32,6	42,2	40,4	36,4	32,2	19,1	35,6	64,1	61,4	41,7	31,7
Desviación típica	33,6	40,4	32,0	31,8	34,9	31,6	30,0	35,3	55,5	66,1	45,2	37,9
Coefficiente variabilidad	100	95	67	67	76	80	100	82	73	77	84	90
Primer cuartil	11,4	16,1	22,4	23,4	19,4	14,6	9,5	13,1	36,6	36,1	19,4	15,0
Tercer cuartil	47,7	53,4	66,7	65,6	61,8	54,2	39,8	62,8	97,0	119,6	76,5	55,2
Distancia semi-inter- cuartílica	18,3	18,7	22,2	21,1	21,2	19,8	15,1	24,8	30,2	41,8	28,5	20,1
Primera decila	3,0	6,6	10,0	12,0	10,0	6,0	2,7	6,0	16,6	15,0	5,0	10,0
Novena decila	90,0	80,0	90,0	85,0	116,6	73,3	65,0	87,0	160,0	140,0	110,0	90,0
Primera quintila	9,1	12,7	18,2	20,0	15,5	11,6	7,6	10,5	31,8	30,5	15,5	12,0
Segunda quintila	18,3	25,8	34,1	33,5	29,7	24,4	15,3	22,5	52,6	50,9	32,5	24,6
Tercera quintila	32,1	39,3	51,8	50,0	45,0	40,0	26,6	46,6	64,7	90,0	53,3	38,6
Cuarta quintila	50,0	58,1	72,0	71,7	75,0	59,0	47,7	70,7	90,6	130,0	85,4	62,0

nicas —características de tendencia central y de dispersión— hemos de obtener una valoración del régimen anual medio. Al mismo tiempo intentaremos sistematizar la aplicación de unas técnicas estadísticas a la Climatología, que, a pesar del interés que encierran, han sido poco utilizadas en los trabajos realizados en España.

Ahora bien, como es evidente la dudosa representatividad del régimen medio anual de la forma que con frecuencia se ha llevado a cabo, y puesto que la distribución anual de las precipitaciones constituye una característica de gran valor en Climatología, hemos de procurar una imagen lo más real posible. Es cierto que los promedios constituyen abstracciones de la realidad, y que la Climatología como ciencia retrospectiva no supera el grado de abstracción; sin embargo, también es cierto que, según se elaboren los valores de la serie, puede resultar una imagen más o menos aproximada de la distribución real de las precipitaciones. Para salvar algunas de las objeciones que se plantean al régimen

anual medio obtenido con el método tradicional, hemos aplicado a la serie de observaciones algunas técnicas matemáticas como el coeficiente relativo de Angot, régimen probable, régimen modal y variabilidad anual.

Finalmente, como ya indicamos en nuestro trabajo anterior, una de las características de la Climatología en cuanto ciencia es ser explicativa; y el método analítico, aunque incorpore técnicas matemáticas, es incapaz de ofrecer una explicación de los fenómenos del tiempo. Por ello, aunque no entra en los objetivos fundamentales del trabajo, presentaremos una explicación dinámica de los hechos que, por razones de espacio, ha de ser breve, y por consiguiente, incompleta. Con ello sólo pretendemos reforzar la idea de que los fenómenos del tiempo han de explicarse por la circulación atmosférica regional en relación con los factores geográficos (6). Este planteamiento queda expuesto con mayor detalle en otro trabajo que presentamos en este mismo número de la revista bajo el título «Climatología dinámica, sinóptica o sintética».

CARACTERISTICAS GENERALES DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO ANUAL

El régimen que solemos llamar «medio», resultante de la consideración de los 12 promedios de las precipitaciones recibidas en cada uno de los meses durante el período analizado, muestra, según el método tradicional, las peculiaridades pluviométricas de la estación (fig. 1, pág. 86). Los resultados obtenidos para la estación de Barcelona se resume en el cuadro siguiente:

Invierno	Febrero: 40,3 mm.	Primavera	Marzo: 47, 0 mm.
116,4 mm	Enero: 33,7 mm.	138,8 mm	Abril: 48,3 mm.
(20,2 %)	Diciembre: 42,4 mm.	(24,1 %)	Mayo: 43,5 mm.
Verano	Junio: 37,2 mm.	Otoño	Septiembre: 76,9 mm.
107,4 mm	Julio: 27,5 mm.	212,8 mm	Octubre: 82,7 mm.
(18,7 %)	Agosto: 42,7 mm.	(37,0 %)	Noviembre: 53,2 mm.

El máximo pluviométrico se registra en otoño, destacándose el valor de octubre (máximo absoluto anual), mientras que desciende notablemente en no-

(6) Una explicación dinámica completa del régimen pluviométrico anual aparece en ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica* (tesis doctoral), 8 vols., Barcelona, 1973.

viembre. El máximo secundario estacional corresponde a la primavera, la estación más uniforme desde el punto de vista pluviométrico; los valores de marzo y abril son prácticamente iguales, y sólo se aprecia una débil disminución en mayo, rasgo que refleja la proximidad del verano, a pesar de que no es extraño que en algunos años registre el máximo estacional e incluso anual. Finalmente, el invierno y verano, con promedios muy próximos, constituyen los mínimos estacionales, destacándose el mínimo absoluto del mes de julio y el secundario de enero.

La pequeña diferencia entre invierno y verano todavía es menor si se consideran los valores en un sentido relativo, puesto que es desigual la duración de las dos estaciones; en la serie de 105 años, los meses del verano suman 156 días más que los del invierno, lo que supone una diferencia de 1,85 % del tiempo astronómico.

Ahora bien, no se puede olvidar que la lluvia eficaz, en función del desigual valor de las temperaturas, es notablemente más importante en invierno que en verano.

En la distribución media de las precipitaciones en el curso del año se observa que tanto los valores máximos como los mínimos se corresponden claramente con los meses centrales de cada una de las estaciones. Y, aunque el ritmo del tiempo meteorológico no se adapta al ritmo del tiempo astronómico, y puesto que para establecer una diferenciación estacional pluviométrica se debería utilizar la escala diaria y no la mensual, se pueden considerar los meses centrales como representativos de las correspondientes estaciones. Por otra parte, aunque con los valores utilizados no es posible delimitar los períodos que corresponden a cada una de ellas, se aprecia en el régimen medio una clara singularidad estacional. Evidentemente, el paso de una estación a otra tiene lugar a través de un período de transición en el que se yuxtaponen influencias de cada una de ellas. Así, aunque hemos basado el estudio en la división clásica estacional del año (el invierno comprende diciembre, enero y febrero), desde el punto de vista pluviométrico el invierno, caracterizado por su indigencia en agua, se extendería entre la última decena de noviembre (7), que supone una brusca ruptura negativa respecto al total de octubre, y mediados de marzo, en que se registra un incremento de las precipitaciones (8). La primavera se extiende hasta mediados de mayo, límite que queda señalado por el incremento pluviométrico de carácter tormentoso, que resulta de la actividad combinada de sistemas frontales

(7) En la última decena de noviembre no es extraño la presencia del anticiclón centroeuropeo o una dorsal de éste, que se comportan como factores inhibidores de precipitación. (ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña*, vol. III, p. 114.)

(8) Con respecto a los meses de invierno, en marzo se incrementan las precipitaciones medias. Se destacan tres períodos de lluvias más frecuentes: durante los primeros 5 días, entre el 15 y 18, y del 22 al 28. Las del primer período son finas y persistentes, originadas normalmente por corrientes perturbadas del SE o NO, semejantes a las que caracterizan el invierno. Por el contrario, las precipitaciones de los otros dos períodos suelen ser lluvias de temporal, originadas por las corrientes perturbadas del E y SE que se forman en relación con las transgresiones meridianas. (ALBENTOSA, L. M.: *op. cit.*, vol. III, p. 90.)

e inestabilidad convectiva, provocada por el caldeoamiento del substrato (9). Finalmente, el verano se prolonga hasta comienzos de la segunda quincena de agosto, cuando se reactiva la circulación zonal, lo que, unido a la inestabilidad potencial de las masas de aire, origina lluvias más frecuentes (10).

La distribución anual que hemos descrito se aparta del régimen típico mediterráneo, caracterizado por un máximo de invierno y un mínimo acentuado de verano. De los dos rasgos fundamentales sólo se cumple el segundo de ellos, y, en términos relativos, pues si se considera agosto completo como mes del verano, se ha de tener presente que recibe una cantidad de agua comparable a la que registran los meses de la primavera; por otra parte, el promedio de junio supera al de enero. Se podría decir que la influencia mediterránea se mantiene muy moderada. M. Sorre, al analizar la distribución de las precipitaciones en Cataluña, la califica de «tipo aberrante». Según este autor, «no es totalmente conforme ni a la de la Meseta, ni a la del País Valenciano, ni a la del Languedoc. La combinación climática catalana refleja la yuxtaposición de tres importantes influencias: ibérica, pirenaica y mediterránea» (11). El efecto de estos factores es evidente, pero, más que por su acción directa, como modificadores de la dinámica atmosférica regional.

Los máximos equinociales dependen de la mayor frecuencia de las corrientes perturbadas que siguen las trayectorias del SO y E, en relación con las coladas meridianas de aire frío —épocas de máximo gradiente térmico meridiano— y del desequilibrio térmico entre mares y continentes. La notable diferencia que se aprecia entre primavera y otoño, con claro predominio de la segunda de ellas, concuerda con la gran actividad que manifiestan durante estos meses los temporales de «llevant» o «llevantades»; éstos alcanzan un particular dinamismo en septiembre y octubre, que son precisamente los meses que registran el máximo absoluto del año (12).

El mínimo secundario de invierno (máximo destacado en las áreas de clima mediterráneo típico) depende del efecto de abrigo aerológico que desempeñan los anticiclones centroeuropeo y de Azores, a veces enlazados por la célula peninsular que, cuando adquiere un notable dinamismo, constituye un apéndice de uno de ellos. Además, durante esta estación, la mayoría de las corrientes perturbadas que alcanzan la región tienen su origen en el Atlántico, y siguen las

(9) ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña...* (resumen), Barcelona, 1974, p. 26.

(10) *Ibid.*, p. 28.

(11) SORRE, M.: *La Península Ibérica* (en *Geografía Universal*, dirigida por P. VIDAL DE LA BLACHE), Barcelona, vol. VII, p. 91.

(12) Una importante información sobre los levantes se encuentra en los siguientes trabajos de A. TOMÁS QUEVEDO: *Els llevants de rolada*, Miscelánea Fontserè, Barcelona, 1961, pp. 429-433. *Causas meteorológicas de las inundaciones de septiembre de 1962 en el Bajo Vallès, Llano del Llobregat y la Maresma*, Estudios Geográficos, Madrid, 1963, XXIV, n.º 91, pp. 137-146. *Las inundaciones de septiembre de 1971 y sus causas*, Miscelánea Barcelonensia, Barcelona, 1972, XI, n.º 32, pp. 125-144.

Una información más actualizada y rigurosa ha sido expuesta por ALONSO OROZA, S.: *Algunos aspectos meteorológicos de los temporales de levante* (resumen de tesis doctoral), Universidad de Barcelona, 1976, p. 27.

trayectorias NO y O; por tanto, llegan normalmente a la comarca en estado de degenerescencia y se comportan como células muy poco dinámicas. Aunque no es normal, los inviernos particularmente lluviosos están en relación, como en los casos anteriores, con la actividad «llevantera». Estos temporales, al menos los de cierto dinamismo, son poco frecuentes, y siempre descargan cantidades de agua muy inferiores a las originadas en otoño, concentrándose al final de la estación, en febrero (13).

Finalmente, el mínimo de verano está en relación con el claro predominio de los tipos de tiempo anticiclónico, que, en términos medios, dominan durante el 75,5 % de los días. Y si no presenta unos valores pluviométricos tan profundos como los registrados en las estaciones mediterráneas españolas situadas más al sur, se debe al volumen de agua que recibe agosto (máximo estival). Durante este mes, sobre todo a partir de la segunda quincena, es cuando la acumulación térmica en el Mediterráneo es mayor y, por consiguiente, es fuerte la evaporación e importante el calor latente almacenado por las masas de aire; ello, unido al restablecimiento de la circulación zonal, favorece el desencadenamiento de importantes movimientos convectivos. En contraste con estas condiciones de la circulación atmosférica regional, en las comarcas costeras más meridionales, ya al sur de la banda de transición aerológica comprendida entre los ríos Llobregat y Francolí, permanece el régimen de circulación estival (14).

El ritmo mensual medio se caracteriza también por una notable uniformidad. El máximo se registra en octubre (82,7 mm), aunque éste apenas se aparta del promedio de septiembre; en ambos meses —verdadero otoño si se respeta la unidad del mes— no son extraños períodos de fuertes chubascos. En noviembre, cuando comienza a formarse con mayor frecuencia el anticiclón centro-europeo e inicia su translación hacia el norte el alta de Azores, se produce una clara ruptura, de manera que son normales descensos del orden del 50 % e incluso del 70 %. Este nivel se mantiene durante diciembre, para describir una nueva ruptura en enero, que normalmente se aproxima al límite de sequedad (30 mm). La indigencia pluviométrica se prolonga durante febrero, aunque este mes presenta una mayor heterogeneidad de valores y, junto a totales que podrían considerarse normales de acuerdo con el promedio de la serie, se alinean otros muy dispares. En marzo se registra una nueva ruptura, pero de sentido contrario, aunque no tan brusca como la que caracteriza al principio del otoño. El incremento pluviométrico de marzo señala el inicio de la formación del máximo secundario de primavera, que, como ya apuntamos anteriormente, registra el vértice más elevado en abril. En junio se hunden nuevamente los valores, acentuándose esta tendencia en julio, que casi siempre representa el mínimo

(13) Entre los temporales de levante de invierno habría que destacar por sus efectos catastróficos los de febrero de 1920, 1944 y 1948; de ellos, el segundo originó una mayor cantidad de precipitaciones, 242 mm, lo que supone algo más de 6 veces el valor del promedio del mes.

(14) Una mayor información sobre la discontinuidad aerológica interior en Cataluña se encuentra en ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña, op. cit.*, vol. II, p. 328.

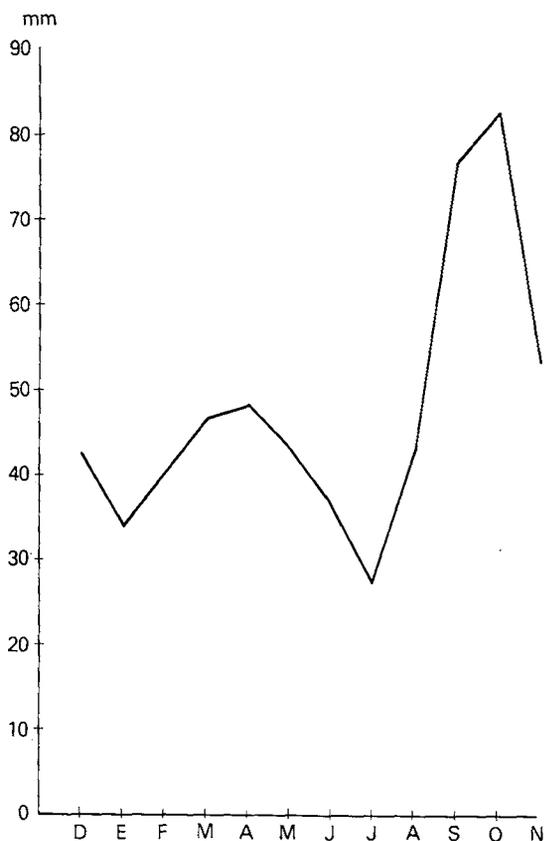


Figura 1. — Régimen medio anual (período 1866-1970).

absoluto del año. Por último, agosto puede ser considerado como relativamente lluvioso; de ahí el que la transición al otoño no sea tan violenta como la que se marca al final de esta última estación. Este tipo de régimen pluviométrico podría identificarse con el que Péguy llama «mediterráneo atenuado», que domina en la región mediterránea francesa y en algunas áreas de Cataluña (15).

DEFICIENCIAS DEL REGIMEN ANUAL MEDIO

Los promedios mensuales que constituyen el régimen anual se prestan a una serie de consideraciones que hacen dudar de la representatividad de los mismos. Entre las objeciones que plantean, se pueden destacar las siguientes:

1. La desigual duración de los meses puede enmascarar la distribución real de las precipitaciones. Esta circunstancia es particularmente interesante en febrero, encuadrado con 28 días entre dos meses de 31 días, lo que supone un 10 % menos de tiempo para recibir precipitaciones.

(15) PEGUY, CH. P.: *Précis de Climatologie*, París, 1970, p. 364.

2. Los promedios resultan de valores fuertemente contrastados; la serie de parámetros registrados en octubre tiene por límite superior 367,1 mm (1951), mientras que el inferior se reduce a 4,0 mm (1904), de donde resulta una amplitud absoluta de 363,1 mm, valor que se aproxima al total de algunos años y que supera al de los años más secos.

3. Los totales de años anormalmente lluviosos no siempre resultan de una elevación uniforme de los valores parciales mensuales, ni tampoco es seguro que resulten de un importante incremento de las cantidades recibidas durante los meses considerados como lluviosos. Por otra parte, aunque los años secos han de coincidir con una disminución de los parámetros correspondientes a los meses más lluviosos —que, evidentemente, son los que más contribuyen a los totales anuales—, no se pueden establecer unas leyes estadísticas.

4. Como resultado de la consideración de los dos apartados anteriores, se deduce que los promedios mensuales resultan de series muy irregulares y que no se distingue un ritmo determinado de un año a otro; a lo sumo se aprecian unas tendencias. El año constituye un período astronómicamente cerrado en el que los distintos elementos meteorológicos —presión, temperatura, humedad, lluvia— evolucionan en un determinado sentido, para volver a empezar con más o menos modificaciones el mismo ciclo. Estas modificaciones pueden ser de órdenes muy distintos, pero, sin duda alguna, el que presenta una mayor variabilidad es la lluvia. La presión media no suele variar más de 2 o 3 mm, de un mes a otro apenas 16, y de un día a otro difícilmente llega a 40; estos valores son insignificantes si se comparan con el de presión normal al nivel del mar. Sin embargo, el valor máximo de precipitación registrado en octubre es cien veces superior al mínimo obtenido para el mismo mes. Esta gran variabilidad no parece obedecer a leyes precisas.

5. Las notables diferencias que existen entre los totales pluviométricos de las diversas regiones del mundo impiden la comparación de los mismos utilizando la misma escala, y ya señalamos anteriormente que una de las ventajas de los valores cuantificados en que se apoya la Climatología analítica era la de poder ser comparados con mayor facilidad. Ahora bien, resulta imposible contrastar el régimen de Barcelona con el observado en cualquiera de las estaciones del sudeste asiático, sometidas a una circulación atmosférica de carácter monzónico.

Por tanto, hemos de insistir en la dudosa representatividad de los valores medios. Esta apreciación quedará corroborada con el análisis de las características estadísticas de la serie que presentamos en los subapartados siguientes.

Media estadística. El régimen que resulta de la aplicación de esta técnica coincide prácticamente con el descrito anteriormente, basado en promedios aritméticos (cuadro 1). Las pequeñas variaciones que se aprecian se deben a la pérdida de información que resulta de la agrupación de los valores en clases. Con este segundo método los totales mensuales aparecen ligeramente incrementados, pero en ningún caso las diferencias rebasan los 2,3 mm, cifra que resulta insignificante (entre un 2,6 % en octubre y un 8 % en julio respecto al promedio aritmético). Por otra parte, se ha de tener presente el interés de la agrupación

de los valores en clases, aparte de que es necesario para aplicar las restantes técnicas estadísticas.

Amplitud. Esta característica señala entre qué valores oscilan las precipitaciones. En una serie tan larga como la que analizamos, no es extraño que en algún mes falten las precipitaciones, en cuyo caso la amplitud resulta de la cifra más elevada de agua recogida. Teniendo en cuenta que en un área como la que nos ocupa no es raro que un mes no reciba precipitación alguna, se puede decir que los valores de amplitud coinciden con los máximos absolutos mensuales. En un sentido riguroso, esta apreciación únicamente no se cumple en octubre —mes de máxima amplitud—, aunque el nivel mínimo queda establecido en 4,0 mm; los restantes meses en algún año no han registrado precipitaciones.

Los valores más elevados de amplitud corresponden a los meses del otoño, mientras que los del verano registran los índices más bajos (cuadro 1). La amplitud es tanto más importante cuanto mayor es la posibilidad de recibir elevadas cantidades de agua; por ello, detrás de octubre, los meses de amplitud mayor son septiembre y noviembre, mientras que los valores más débiles se obtienen en junio y julio. También mantienen, en líneas generales, una relación directa con los promedios; a los meses más lluviosos corresponden las amplitudes más fuertes y, al contrario, los meses secos registran valores débiles. Las únicas discrepancias importantes que se oponen a estas observaciones corresponden a los meses de enero y febrero, que, con promedios pobres, alcanzan valores elevados de amplitud. Estas discrepancias resultan de la mayor posibilidad con respecto a los meses del verano de que se produzcan períodos tormentosos capaces de originar abundantes precipitaciones; concretamente en enero de 1898 se registraron 344,0 mm (7 veces el valor normal), y en febrero de 1944 las lluvias sumaron 242,2 mm (6 veces el promedio).

En líneas generales se puede decir que todos los meses se caracterizan por una amplitud elevada, siempre superior a 155, debido a la situación de la estación en el borde meridional de la zona templada, en la banda de cizalladura de los cinturones de circulación templada y subtropical. Por tanto, basta que los mecanismos del cinturón subtropical aumenten su influencia para que la acción de los factores inhibidores se manifieste en un descenso brusco de las precipitaciones; al contrario, éstas aumentan cuando las corrientes perturbadas polares alcanzan la región con mayor dinamismo.

Finalmente, aunque los promedios de precipitación siempre resultan de valores contrastados, no cabe duda de que en las áreas centrales de las regiones de clima templado-oceánico de fachada occidental, donde las amplitudes quedan bastante debilitadas, pueden tener una mayor representatividad. En aquellas áreas los mecanismos de la circulación se suceden con notable uniformidad; por el contrario, en las bandas de transición las interferencias entre los dominios que entran en conflicto pueden ser importantes.

Desviación típica (16). De los valores obtenidos de esta característica destaca el hecho realmente sorprendente de que están en relación directa con la

CUADRO 2
Discontinuidad pluviométrica anual

Característica	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación	33,7	40,3	47,0	48,3	43,5	37,2	27,5	42,7	76,9	82,7	53,2	42,4
Diferencia respecto al mes anterior	-8,7	+6,6	+6,7	+1,3	-4,8	-6,3	-9,7	+15,2	+34,2	+5,8	-29,5	-10,8
% respecto al mes anterior	79,4	119,4	116,6	102,7	90,0	85,5	73,9	155,1	180,0	107,5	64,3	79,7

altura de las medias (véase cuadro 2). Esto no es normal, sobre todo en aquellas áreas donde las precipitaciones son escasas y además registran importantes variaciones. Esta característica constituye un rasgo claro de origen mediterráneo, en cuanto que supone que quedan afectados incluso los meses más regados; acepta la posibilidad, como así sucede, de que algunos meses calificados como lluviosos por sus promedios puedan ser secos (los totales de octubre inferiores a 20 mm representan el 10 % de la serie).

Los parámetros más elevados corresponden a los meses de promedios más altos (octubre, 66,1; septiembre, 55,3). Por el contrario, los valores de desviación típica más bajos se han obtenido en julio (30,0) y junio (31,6), que son los meses de promedios inferiores.

En el ritmo de valores de desviación típica sólo sobresalen los correspondientes a marzo y abril, los cuales son sensiblemente menores a los obtenidos para otros meses de promedios semejantes, como mayo y agosto. Esto supone una mayor regularidad de frecuencia, que se explica por una mayor uniformidad interanual de la circulación regional en los dos primeros meses de la primavera.

Coefficiente de variabilidad (17). La característica anterior queda matizada con el cálculo del coeficiente de variabilidad. Este índice introduce notables modificaciones con relación a los resultados obtenidos en el apartado anterior. Mientras que los valores de desviación típica más elevados corresponden a los meses de promedios más altos, y los parámetros de desviación típica inferiores a las medias más bajas, en cuanto al coeficiente de variación sucede lo contrario. En

$$(16) \text{ Desviación típica: } \sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X)^2}{N}}, \text{ donde}$$

Σ = sumatorio

X = media

X_i = cada uno de los valores de la serie ($X_1, X_2, X_3 \dots X_n$)

$$(17) \text{ Coeficiente de variabilidad: } C. V = \frac{\sigma_x}{m} \times 100, \text{ donde}$$

σ_x = desviación típica

m = media

general, las estaciones solsticiales registran los índices más altos, y las estaciones equinocciales presentan valores notablemente más débiles.

Los índices más bajos corresponden a marzo y abril. A continuación, partiendo del índice 67 en abril, el perfil anual describe un importante incremento hasta alcanzar el valor 100 en julio. Entre este mes y agosto se aprecia una brusca ruptura descendente que engloba el otoño, para ascender de nuevo en noviembre y mantenerse elevado durante el invierno.

Este régimen supone un importante matiz en la distribución anual de las lluvias. El contraste entre los valores de los meses de primavera y otoño —superiores en estos últimos— resulta de la diferencia de frecuencia de los mecanismos violentos; la importante actividad «llevantera» que caracteriza algunos años al otoño origina totales pluviométricos que se apartan considerablemente de los valores «normales». Por el contrario, se ha de tener presente que los parámetros de amplitud de los meses de primavera representan la mitad e incluso menos de los que caracterizan a los del otoño. De lo dicho se deduce que, desde el punto de vista pluviométrico, la primavera es más homogénea que el otoño.

Entre los meses del invierno y verano, todos ellos con valores superiores a los restantes meses del año, se establecen contrastes tan claros como los establecidos entre las estaciones equinocciales. Aunque los meses centrales de ambas estaciones —enero y julio— presentan el mismo índice (100), los valores correspondientes a los períodos exteriores son más uniformes durante el verano. En junio, que registra el índice más bajo de los meses solsticiales, la relativa uniformidad de la serie resulta de la constancia con que actúan los factores inhibidores, los cuales determinan la indigencia pluviométrica que caracteriza al mes. En cuanto a agosto, se tiene una clara percepción de que se trata de un mes lluvioso, lo que ya da idea de una notable uniformidad. En contraste con esta estación, los meses del invierno encierran cambios notables; unos años el tiempo es apacible y seco; otros, por el contrario, se caracterizan por una importante actividad tormentosa, sin que sean extraños los temporales de levante, sobre todo al final de la estación.

Partiendo de la base de que la irregularidad a todas las escalas climáticas es una de las características fundamentales del clima de Barcelona, se puede decir que las estaciones equinocciales no sólo son las más lluviosas, sino también las más uniformes; sin embargo, la relación entre ellas es, en sentido inverso, al valor de los promedios. Por el contrario, las estaciones solsticiales son más secas y registran una mayor variabilidad, pero el sentido de ésta es razón inversa de las medias. Evidentemente, estos caracteres resultan del comportamiento de la circulación atmosférica regional.

Moda. En la distribución de frecuencias que hemos establecido se observa que la mayoría de los meses tienen la moda en las primeras clases; siete meses —los del invierno y verano, y noviembre— tienen la moda en la clase inferior, es decir, en la de 0 a 20 mm; los meses de la primavera y septiembre la registran en la clase de 20 a 40 mm, y sólo el mes de promedio más alto —octubre— tiene la moda en la clase de 40 a 60 mm (cuadro 1).

De esta clasificación de los meses destaca claramente la anomalía de noviembre, que, a pesar de ser el tercer mes por su promedio, tiene la moda en la clase primera. Se puede decir que, tanto en este caso como en los restantes, no son extraños meses secos, y si en algunos de ellos los promedios son relativamente elevados, resultan más de valores muy altos ocasionales que de una cierta uniformidad en torno a la media; de hecho, en todas las series de cada uno de los meses se distinguen totales de la primera clase. Pero estas características se tratarán más detalladamente en el apartado dedicado al «régimen modal».

Mediana. En todos los meses es inferior al valor de la media. Esto es evidente, puesto que mientras las precipitaciones de totales menores que la mediana tienen como límite cero, los valores que superan la mediana no tienen límite superior.

Los valores de las medianas obtenidos para la estación de Barcelona están en relación directa con los valores de las medias. Los meses más lluviosos —septiembre y octubre— son los que registran los parámetros más altos. Por el contrario, los meses más secos —enero y julio— se caracterizan por los valores más bajos. La explicación es sencilla: mientras que los meses clasificados como «lluviosos» se caracterizan por tener unos límites amplios y no es extraño que reciban precipitaciones abundantes, los valores que se registran en los meses «secos» se encuentran entre límites más próximos y son raros los temporales capaces de originar fuertes lluvias.

Distancia semi-intercuartílica. La medida de la dispersión de los valores registrados en cada uno de los meses de la serie se matiza y completa con la aplicación de esta técnica que consiste en establecer la diferencia de cuartiles dividida por dos. Entre los cuartiles primero y tercero se encuentran el 50 % de los valores registrados; por tanto, la separación o proximidad de ambos reflejan respectivamente la dispersión o concentración de los totales de la serie. En la estación de Barcelona el distanciamiento es mínimo en julio (distancia semi-intercuartílica 15,1) y máximo en octubre (41,7). La relación directa con el valor de los promedios mensuales que se deduce de los parámetros anteriores queda reforzada con la coincidencia de tendencia en los restantes meses (cuadro 1). Por consiguiente, los resultados obtenidos con la aplicación de la distancia semi-intercuartílica corroboran las conclusiones obtenidas con la desviación típica.

En resumen, la aplicación de estas técnicas estadísticas refuerza la idea de partida sobre la escasa representatividad de los valores medios, que era una de las objeciones apuntadas. Los promedios mensuales resultan de series muy heterogéneas, pero es precisamente con el análisis de las características estadísticas como se puede precisar la concentración o dispersión de los valores que contribuyen a la formación de la media, al tiempo que se matiza la importancia que tiene cada grupo de registros. Con el fin de perfilar todavía más el significado real del régimen pluviométrico, insistiremos posteriormente en el análisis estadístico de la serie. Sin embargo, nos queda el planteamiento de dos de las objeciones apuntadas al comienzo del apartado: de una parte, las dificultades que

supone el que los promedios mensuales correspondan a períodos de diferente duración; de otra parte, el problema que plantea el hecho de que los promedios mensuales no sean comparables con otros correspondientes a áreas diferentes desde el punto de vista climatológico. Ambos aspectos son tenidos en cuenta en el coeficiente relativo de Angot, que se analiza en el apartado siguiente.

Coeficiente relativo de Angot

Como indicamos anteriormente, las cifras que señalan la cantidad media de agua caída en cada mes no son fácilmente comparables más que cuando se trata de estaciones cuya suma anual difiere poco. Si se quiere conocer fácilmente las relaciones entre los regímenes de dos estaciones cualesquiera, es necesario aplicar la noción del «coeficiente pluviométrico» (18). Esta relación resulta de dividir el número que expresa la lluvia media observada en un mes dado por la que se observaría si la suma anual estuviese igualmente repartida a lo largo del año. Para tener en cuenta la desigualdad de los meses —una de las objeciones apuntadas—, la suma anual se divide por 365 y se multiplica por el número de días del mes considerado; el resultado sirve de divisor a la media mensual observada (19). Los coeficientes pluviométricos pueden emplearse para establecer curvas que muestren el régimen con mayor claridad. Ahora bien, este procedimiento, como observa E. de Martonne, «puede considerarse más meteorológico que geográfico; el coeficiente pluviométrico es una abstracción; no indica de un modo seguro los períodos secos, que son el elemento geográfico más importante del clima» (20). En efecto, los coeficientes de este tipo no pueden revelar las consecuencias físicas o fisiológicas que normalmente originan las precipitaciones de un valor determinado. Una estación cuya suma anual es muy pequeña podrá registrar un período seco, que desaparecerá en otra estación cuya suma sea más abundante, siendo iguales los coeficientes pluviométricos obtenidos; así, un mes que recibe 60 mm de precipitación será considerado como relativamente seco si el total de las lluvias es de 2.000 mm, y, al contrario, como un mes húmedo si el total no alcanza los 400 mm.

Sin embargo, a pesar de los problemas que plantea, como sucede con todos los índices empíricos, es evidente que constituye un útil de notable interés. Se trata de un índice que expresa el carácter más o menos lluvioso del mes considerado en el conjunto del año, salvando al mismo tiempo la dificultad que supone las diferencias de duración de los períodos a considerar.

(18) ANGOT, A.: *Régime des pluies de l'Europe occidentale*. «An. Bur. central Mét.», París, 1897, vol. I, pp. B 155-192.

$$(19) \text{ Coeficiente relativo de Angot} = \frac{p \cdot 365}{P \cdot d}, \text{ donde}$$

p = precipitación media mensual
 P = precipitación media anual
 d = días del mes considerado.

(20) MARTONNE, E. DE: *Tratado de Geografía Física*, vol. I (Nociones Generales. Clima-Hidrografía), Barcelona, 1963, p. 211.

Una vez aplicado el «coeficiente pluviométrico» a los promedios de la estación de Barcelona, se han obtenidos los siguientes valores:

Invierno	Diciembre: 0,84	Primavera	Marzo: 0,95
	Enero: 0,69		Abril: 0,98
	Febrero: 0,95		Mayo: 0,92
Verano	Junio: 0,81	Otoño	Septiembre: 1,58
	Julio: 0,60		Octubre: 1,71
	Agosto: 0,85		Noviembre: 1,11

De este régimen relativo destaca sobre todo el diferente significado que representa el mes de febrero en el conjunto del año. Mientras que en el régimen medio se encuentra en segundo lugar —después de julio— por su indigencia pluviométrica, en el régimen relativo supera claramente a los restantes meses del invierno, los de verano y mayo, igualando a un mes aparentemente mejor regado como marzo (21). También sobresale el valor de abril —máximo de primavera—, que sigue a los meses de otoño por la cifra de su índice, como sucede en el régimen medio. Finalmente, confirma el máximo otoñal, incluso el orden de los meses, y el mínimo absoluto de julio.

Se puede decir que el coeficiente relativo de Angot matiza considerablemente la distribución de las precipitaciones.

REGIMEN MODAL

Cuando se trata de valorar las lluvias según las ventajas que se espera obtener o los perjuicios que pueden ocasionar, la media pierde toda significación; si la curva del régimen se extiende, como es normal, del lado de las lluvias crecientes, éstas pesarán más que las lluvias pequeñas y la media dará una idea exagerada de la pluviosidad de la estación. Una expresión más adecuada sería entonces la que corresponde a la ordenada máxima, es decir, la norma o moda.

Por tanto, pensamos que es interesante analizar mes por mes las frecuencias con que se registran los totales mensuales de precipitación con el fin de conocer cuál de ellos se repite más, y, en consecuencia, constituye la precipitación más probable. Con este fin se han agrupado los valores de precipitación en clases de 20 mm de intervalo, y se han elaborado las figuras 2 a 13, en las que aparecen marcadas en negro las clases que contienen la media.

Diciembre. Tiene la moda en la primera clase, es decir, la de 0-20 mm, mientras que la media se desplaza a la segunda clase. Esta característica refleja el aspecto seco que con frecuencia singulariza al mes; de la serie estudiada en 35 casos (33 % de los meses) se han registrado totales inferiores a 20 mm.

(21) Hemos de tener presente que febrero es el mes más afectado por las diferencias de duración; cuenta con un 10 % menos de tiempo que los meses anterior y posterior.

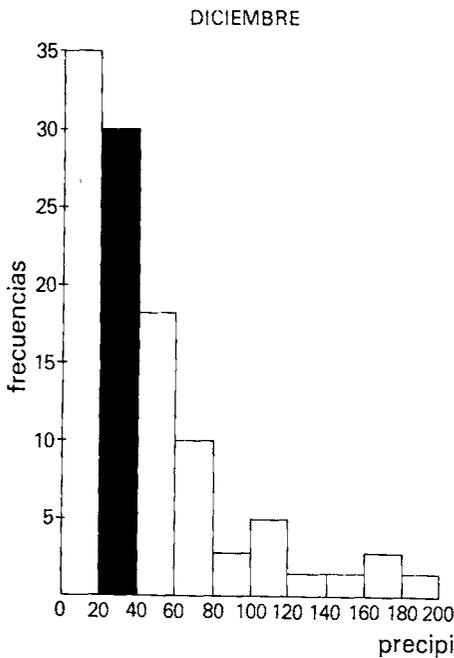


Figura 2.

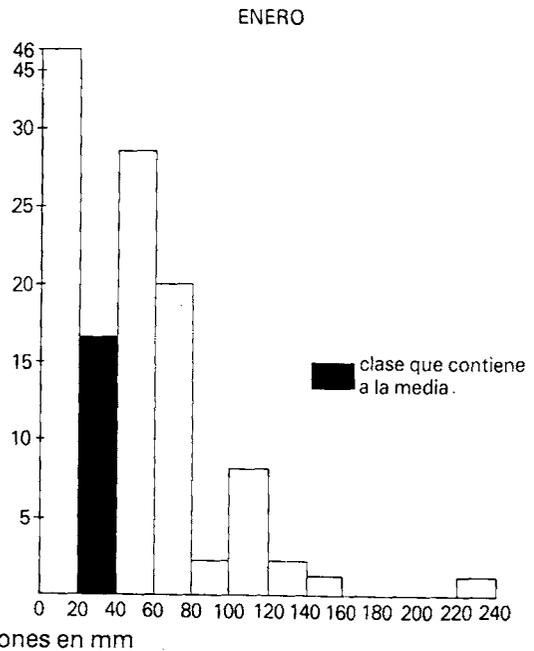


Figura 3.

La clase que contiene a la media se ha repetido 30 veces (28,5 % del total). Es decir, 65 de los 105 años analizados registraron precipitaciones inferiores a 40 mm, lo que supone algo más del 60 % de los meses (fig. 2).

Finalmente, totales superiores a 40 mm se recogieron en 40 ocasiones, que representa cerca del 40 %. Ahora bien, este grupo de valores oscila entre límites muy amplios, hasta 200 mm, aunque son muy raros a partir de 80 mm (11 %).

A pesar de estos últimos valores que, aunque no se puede decir que son extraños, tampoco son muy significativos ni se registran con determinada periodicidad, hemos de considerar el mes como relativamente seco. En este sentido se ha de tener presente que es el segundo mes por el valor de la presión, a pesar de que los tiempos anticiclónicos sólo dominan durante el 56 % de los días; esto se explica por la notable potencia media que alcanzan los anticiclones y el mayor desarrollo de los sectores fríos de las corrientes perturbadas. Por el contrario, los tiempos ciclónicos más frecuentes son los del NO, y bajo estas situaciones el área queda normalmente sometido a la influencia del sector meridional, el más templado y dinámicamente más débil (22).

Enero. También tiene la moda en la primera clase; en 46 ocasiones (43,8%) las precipitaciones no alcanzaron los 20 mm, valor que supera claramente el ob-

(22) ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica* (resumen tesis doctoral), Barcelona, 1974, p. 22.

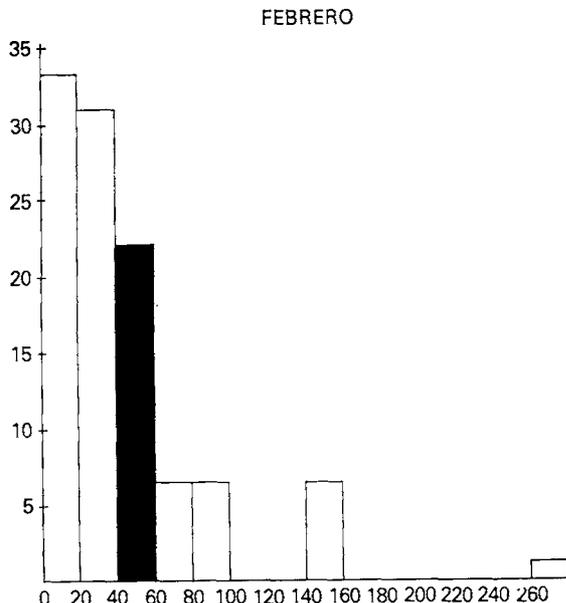


Figura 4.

nido para diciembre. Por otra parte, se aprecia el hecho paradójico de que la clase que contiene la media sólo se repitió en 16 casos (15 %), quedando superada con notable diferencia por los intervalos 40-60 (26,6 %) y 60-80 mm (19 %). Este hecho constituye un claro ejemplo de la dudosa representaticidad de la media (fig. 3).

En enero se acentúa la indigencia pluviométrica como resultado de la intensificación del proceso invernal iniciado en diciembre. Los tiempos anticiclónicos dominan durante cerca del 65 % de los días, de los que aproximadamente un tercio pertenecen al subtipo continental. De otra parte, los tiempos ciclónicos más frecuentes son los del O, que alcanzan el área de estudio en avanzado estado de degenerescencia.

Febrero. Como en los meses anteriores del invierno, tiene la clase modal en el intervalo de 0-20 mm (31,4 % de los casos). La clase que contiene a la media —la de 40 a 60 mm— comprende el 20 % de los casos; entre ésta y la anterior se encuentra el intervalo de 20 a 40 con una frecuencia que se aproxima al 30 %. Por tanto, la media aparece claramente por encima de las precipitaciones más frecuentes (fig. 4).

Los registros superiores a 60 mm sólo se han alcanzado en 19 ocasiones; pero, además, este grupo se extiende entre límites muy amplios: doce veces hasta el nivel de 100 mm y las restantes siete curiosamente agrupadas en la clase 140-160 mm, excepto uno de los valores, que superó los 260 mm, quedando vacías las restantes clases. Estos totales importantes que se apartan de los más frecuentes están normalmente en relación con los temporales de «llevant», que, como

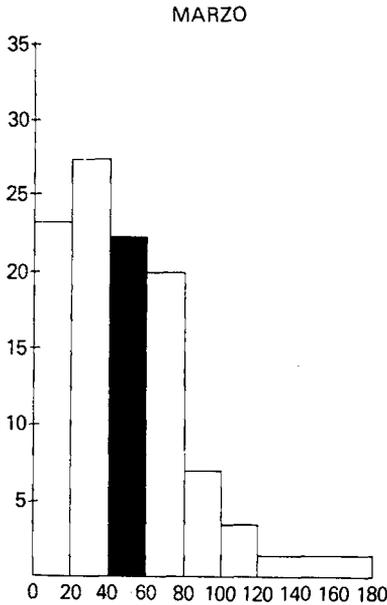


Figura 5.

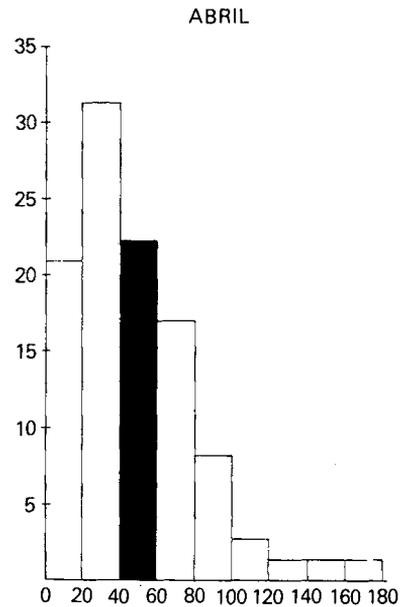


Figura 6.

indicamos en los apartados anteriores, alcanzan en febrero un notable dinamismo y frecuencia. Al mismo tiempo justifican el valor elevado de la desviación tipo (40,4), que supera a la obtenida para los meses siguientes hasta septiembre.

Este incremento de las precipitaciones se explica, de una parte, por una atenuación del rigor del pleno invierno, y, de otra, por la aparición de tipos de tiempo característicos de la primavera. El mes de febrero, con relación a los restantes del invierno, se caracteriza por una notable variabilidad de los tipos de tiempo; esto queda bien reflejado en los cambios bastante bruscos que pueden registrar las precipitaciones.

Marzo. Se caracteriza por una notable agrupación de los valores en las cuatro primeras clases, que, en conjunto, representan el 87,6 % de los casos. La clase modal se encuentra en el segundo intervalo (25,7 % de los años) y la media en el tercero (20,6 %). De otra parte, mientras que los totales superiores a 100 mm sólo se han registrado en seis ocasiones (5,7 %), los inferiores a 20 mm suponen casi el 22 % de los años de la serie (fig. 5).

Se puede considerar a marzo como el mes más uniforme desde el punto de vista pluviométrico. En efecto, es uno de los períodos más calmados del año, lo que se explica por el debilitamiento que sufren los westerlies como resultado de la aproximación térmica entre continentes y océanos.

Abril. Tiene la clase modal en el intervalo de 20 a 40 mm, que comprende casi el 30 % de los totales. La media aparece en la clase siguiente, que, además,

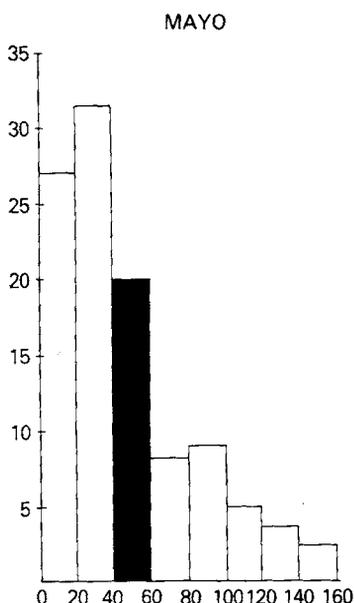


Figura 7.

es la segunda en orden de frecuencias, pero con un valor casi idéntico al de la primera clase (20,9 y 20,0 % respectivamente). Sólo en seis años se han superado los 100 mm, por lo que, como en el caso anterior, se ha de destacar una notable uniformidad de los valores de la serie. En efecto, el 70 % de los años están agrupados en las tres primeras clases, de las que sólo la segunda —clase modal— se destaca sobre las restantes (fig. 6).

Mayo. Como los meses anteriores de la primavera, tiene la clase modal en el intervalo de 20 a 40 mm, incluso con el mismo valor de frecuencia que abril (29,5 %). La clase de la media —40-60 mm— alcanza un desarrollo ligeramente menor al de abril, aumentando notablemente la frecuencia de totales inferiores a 20 mm (25,6 %), lo que constituye un rasgo que refleja la proximidad del verano (fig. 7).

Como mes mucho más contrastado que los restantes de la primavera, se caracteriza por una menor concentración de los valores. Así, en mayo se destaca un máximo modal secundario en la clase de 80 a 100 mm (8,5 %), que supera ligeramente al intervalo anterior (7,6 %). Finalmente, en diez años se registraron totales superiores a 100 mm, aunque en ningún caso se rebasaron los 160 mm.

Con respecto a los meses anteriores se aprecia una ligera disminución de los valores «normales» en beneficio de las clases extremas. Este aspecto resulta, de una parte, del incremento de los períodos de calma al aumentar la frecuencia de los tiempos anticiclónicos junto con la disminución de la frecuencia de los tiempos ciclónicos del W, que alcanzan uno de los índices más bajos del año, lo que

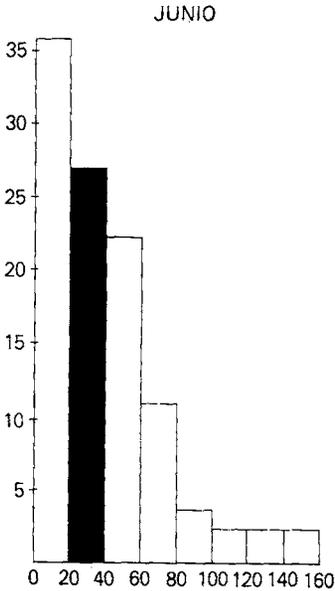


Figura 8.

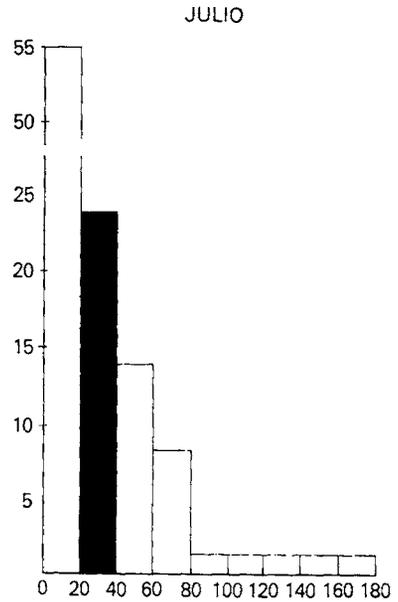


Figura 9.

refleja el debilitamiento de la circulación zonal; de otra parte, este ritmo, que podríamos considerar como normal, se ve interrumpido por cortos períodos de tipo tormentoso, en relación con la actividad combinada de sistemas frontales e inestabilidad convectiva, provocada por el caldeoamiento del substrato. Como resultado de esta posible alternancia de situaciones atmosféricas, el mes adquiere el carácter contrastado que le singulariza.

Junio. Como rasgo claro del comienzo del verano, aparece de nuevo la clase modal en el primer intervalo; algo más del tercio de los totales mensuales analizados recibieron menos de 20 mm. El carácter de indigencia pluviométrica se acentúa si se tiene en cuenta que a la clase anterior le sigue en importancia el segundo intervalo, en el que se encuentra la media. Entre ambas clases —es decir, los valores inferiores a 40 mm— comprenden casi el 60 % de los totales registrados. Y, si se considera el nivel de 60 mm, los totales mensuales comprendidos suponen el 90 % de los analizados. Por tanto, se observa una fuerte concentración en las clases inferiores, más acentuada todavía que la observada para los meses del invierno. En junio sólo nueve años —el 8,6 %— se observaron valores superiores a 80 mm (fig. 8).

Esta indigencia pluviométrica resulta del aumento de los tiempos anticiclónicos (63,3 % frente a 55,7 % en mayo), reflejando el desplazamiento hacia el norte de las altas presiones subtropicales. Las lluvias más importantes suelen registrarse a comienzos de la segunda quincena, en relación, de una parte, con el umbral térmico que favorece los movimientos convectivos, y, de otra parte, con las corrientes perturbadas del NO y E.

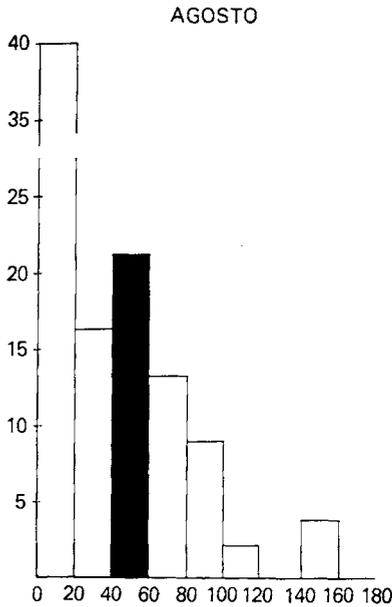


Figura 10.

Julio. En este mes se acentúan los caracteres descritos para junio. La primera clase comprende el 52,4 % de los parámetros, y, junto con la segunda, en la que se encuentra la media, representan algo más del 75 %. El resto de valores superan los 40 mm, pero de ellos sólo en 5 ocasiones (4,7 %) se registraron más de 80 mm (fig. 9).

Julio es, sin duda, el más homogéneo del año. Registra el máximo de frecuencia de días anticiclónicos (84,3 %); de ahí la acusada sequía que le singulariza. De los 105 años analizados, en 14 ocasiones (13,3 %) no hubo precipitaciones, y en 15 años los totales fueron inferiores a 10 mm. Teniendo en cuenta estos rasgos generales, es difícil establecer singularidades. Prácticamente, al menos en la mayoría de los años, todo el mes es una singularidad, que consiste en tiempo anticiclónico, interrumpido por cortos periodos de inestabilidad convectiva local, y acusada sequía.

Agosto. En este mes continúa apareciendo la clase modal en el primer intervalo, aunque con respecto a julio ha descendido el valor de frecuencia (38,0 % frente a 52,4 % en julio). También es un claro rasgo del incremento notable de las precipitaciones el desplazamiento de la media a la tercera clase, que alcanza el máximo escudario (20,0 %). Entre estos dos intervalos, el de 20 a 40 mm, queda reducido a un 15,2 %. Por tanto, mientras que en julio los valores inferiores a 40 mm suponen el 75% de los registros, en agosto se reducen al 53 % (fig. 10).

Pero si importantes son las discrepancias anteriormente apuntadas respecto

a los otros meses del verano, todavía son mayores por las diferencias observadas en los intervalos superiores. Mientras que en aquéllos los totales mensuales superiores a 60 mm son raros, en agosto adquieren un relativo desarrollo (27,5 % de los años); es más, en 6 de los casos se superaron los 100 mm; y, de estos últimos, 4 aparecen agrupados en la clase de 140-160. Por tanto, se aprecian notables diferencias en la distribución de frecuencias entre agosto y los restantes meses del verano. En agosto se reducen considerablemente los valores bajos y es muy raro que no se registren precipitaciones (de los 105 años analizados, sólo en 1898 no cayó ni una gota de agua); aumenta considerablemente la media y los valores semejantes a ésta; finalmente, no son extraños algunos aguaceros que anuncian la proximidad de las lluvias más abundantes de otoño.

Esta distribución singular de las precipitaciones con respecto al resto de la estación resulta de la originalidad que muestra la dinámica atmosférica regional. En este sentido, agosto es el mes del verano que presenta los mayores contrastes. Es estable (todavía los tiempos anticiclónicos caracterizan el 72 % de los días), pero las corrientes perturbadas son mucho más frecuentes que en julio y semejantes en número a las de junio, aunque más vigorosas. Desde el punto de vista dinámico, en agosto se distinguen dos singularidades que quedan claramente reflejadas en el ritmo y naturaleza de las precipitaciones; durante la primera quincena se debilita la corriente zonal, las lluvias son más raras y, cuando se registran, generalmente son de origen convectivo; en la segunda quincena se reactiva la circulación zonal, por lo que las precipitaciones son más frecuentes, duraderas y abundantes.

Septiembre. Se caracteriza por una repartición de frecuencias completamente distinta a las ya descritas. La primera clase, que tiene un notable desarrollo en todos los meses anteriores, queda muy reducida (7,6 % de los casos). Y, aunque la máxima frecuencia se registra en la segunda clase —entre 20 y 40 mm—, no tiene la importancia alcanzada en los meses del invierno, del verano e incluso de la primavera; con el mes que más se aproxima —marzo—, la diferencia continúa siendo notable (25,7 % en marzo y 20,9 % en septiembre). Por tanto, los totales inferiores a 40 mm son poco frecuentes (28,5 %).

Por otra parte, la clase que contiene la media —intervalo de 60 a 80 mm— tampoco se destaca apenas (16,2 %), permaneciendo claramente por debajo de la clase modal, e incluso se ve rebasada por la clase de 40 a 60 mm (18,0 %). Esta distribución, evidentemente, está en relación con la presencia de un grupo de totales mensuales importantes que han desplazado considerablemente a la media respecto a los valores más frecuentes. En efecto, en 24 de los registros (22,8 % de los de la serie) las precipitaciones superan los 100 mm, cifra que no se había alcanzado en los meses anteriores. Pero, además de este grupo, se ha de destacar el hecho de que 4 de los totales rebasan los 200 mm, cantidad que aproximadamente supone triplicar el valor de la media y unas 6 veces el valor de los registros más frecuentes (fig. 11).

Ahora bien, aunque septiembre recibe por término medio una cantidad de agua considerablemente superior a la de agosto (76,9 y 42,7 mm respectivamente), no es debido a una modificación importante de la circulación regional. Te-

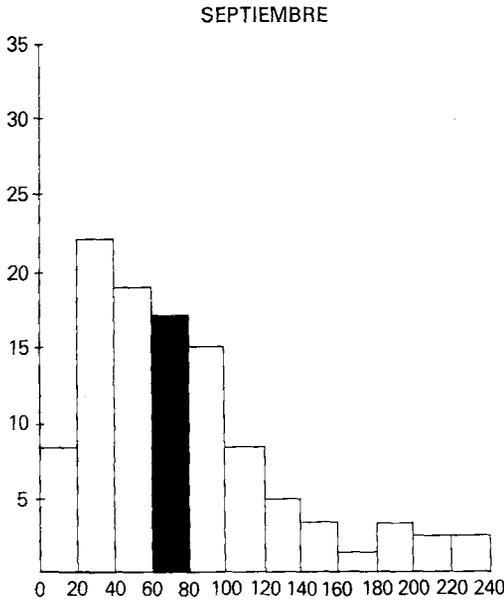


Figura 11.

niendo en cuenta las frecuencias de los tipos de tiempo, se observa que el mes de septiembre conserva los caracteres esenciales del verano; la frecuencia de días anticiclónicos sólo es superada por julio y es semejante a junio y agosto. El único aspecto que anuncia la entrada del otoño y el comienzo del invierno en las regiones septentrionales de Europa es el incremento de las corrientes perturbadas meridianas y submeridianas del Norte. Por tanto, del análisis de la circulación atmosférica general no se obtiene un incremento de días perturbados que justifiquen el importante aumento de la precipitación media; este proceso es una consecuencia de la agravación dinámica que experimentan los tiempos perturbados, sobre todo a partir del comienzo de la segunda quincena. En este período, como ya indicamos anteriormente, no son extraños los temporales de levante, en algunos casos de carácter muy violento («llevantadas»), que pueden originar precipitaciones de 100 mm e incluso más en sólo 24 horas (23).

Octubre. Registra dos máximos de frecuencias: la modal se ha desplazado a la tercera clase, aunque, como sucede en septiembre, no alcanza un valor destacado (20,9 %); el máximo secundario se registra en la clase de 100 a 120 mm (11,4 %), es decir, duplica el valor de la clase modal. Entre estos dos intervalos

(23) Generalmente el carácter violento que alcanzan las grandes «llevantadas» resulta de la coincidencia de un temporal de levante y una gota fría; así ocurrió en los temporales catastróficos de los días 25 de 1962 y 20 de 1971. Aunque afortunadamente esta yuxtaposición de fenómenos no es frecuente, sí lo son uno u otro, y en ambos casos determinan tiempos muy inestables y lluviosos.

aparecen dos clases —60-80 y 80-100— que constituyen una notable entalladura en el ritmo anual, con 6,6% y 7,6 % respectivamente de frecuencia. Teniendo en cuenta que la media aparece en la clase 80-100, y considerando los valores de frecuencia de este intervalo y del que contiene la moda, resulta evidente pensar que, como sucede en septiembre, se ha producido un desplazamiento de la media como resultado de la influencia de totales muy elevados. En efecto, el 36,0 % de los años superan los 100 mm, y el 7,6 % los 200 mm. Esto queda reforzado si se tiene en cuenta que la frecuencia de totales inferiores a 20 mm es ligeramente mayor que la obtenida para septiembre (fig. 12).

De la distribución anterior se deduce que la media de la serie resulta de una extraordinaria variedad de valores, lo que explica que se alcance la cifra más alta de desviación tipo (60,6).

A pesar de que octubre normalmente registra el máximo de precipitaciones, puede ser considerado como un mes estable. En esta época todavía es muy claro el predominio de tiempos anticiclónicos (70 % frente a 76 % de los días en septiembre); aunque es inferior al valor de cualquier mes del verano, supera notablemente a los obtenidos para los meses de primavera, lo que constituye un rasgo característico de la inercia dinámica. Los totales elevados que normalmente se registran durante este mes, y por tanto la media de la serie, resultan de períodos cortos de tiempo perturbado. Las precipitaciones, con frecuencia de fuerte intensidad, se registran en un número de días no muy superior al de los restantes meses de la estación; pero los fuertes aguaceros, como los de 1965, no son raros y elevan bruscamente los valores mensuales. Estos se registran particularmente durante la primera y última decena del mes, y dependen sobre todo de las corrientes perturbadas del SO y de las de componente E (24).

Noviembre. La distribución de valores durante este mes contrasta claramente con la establecida para los anteriores. Como rasgo que anuncia la próxima llegada del invierno, aparece de nuevo la clase modal en el primer intervalo. Los totales inferiores a 20 mm suponen el 25,6 % del conjunto de la serie; este valor es ligeramente mayor que los obtenidos para marzo y abril, y coincide con el de mayo. A este intervalo le sigue en importancia por la frecuencia el de 20-40 mm, que comprende el 22,8 % de los totales; por tanto, las cantidades de precipitación inferiores a 40 mm representan casi la mitad de las registradas en la serie que analizamos.

A pesar de la importancia que alcanzan los totales agrupados en las clases primera y segunda, la media —comprendida en el tercer intervalo— aparece suavizada por el peso que todavía mantienen los registros de lluvias abundantes. En efecto, la clase que contiene la media sólo representa el 18,0 % de las frecuencias, mientras que los totales superiores a 60 mm representan el 34,3 %; y, de este último grupo, el 12,4 % de los casos corresponde a los totales que rebasan los 100 mm (fig. 13).

(24) ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica* (resumen tesis doctoral), Barcelona, 1974, p. 29.

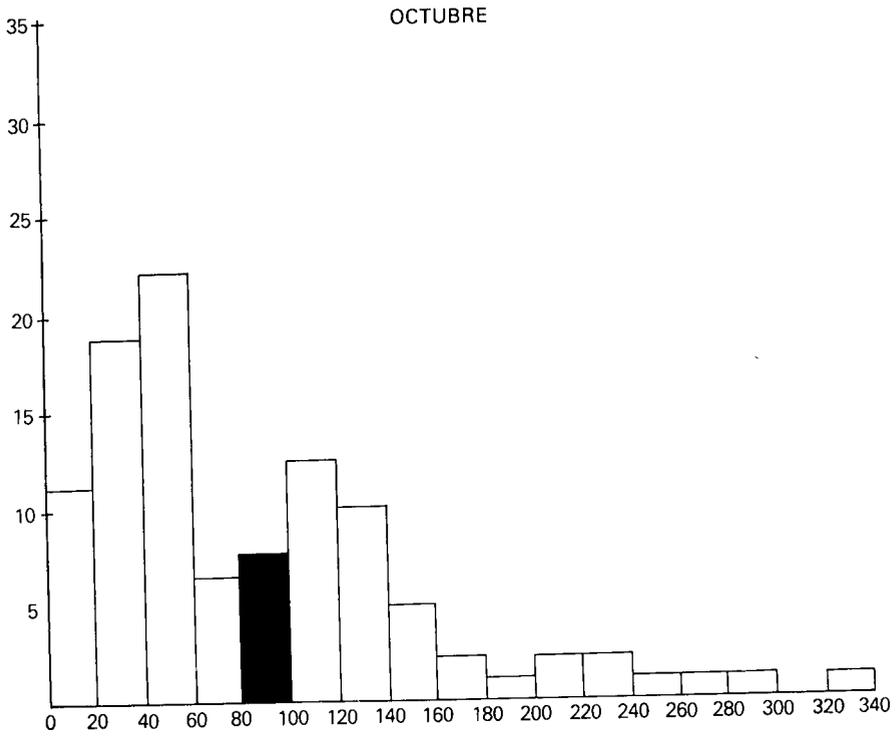


Figura 12.

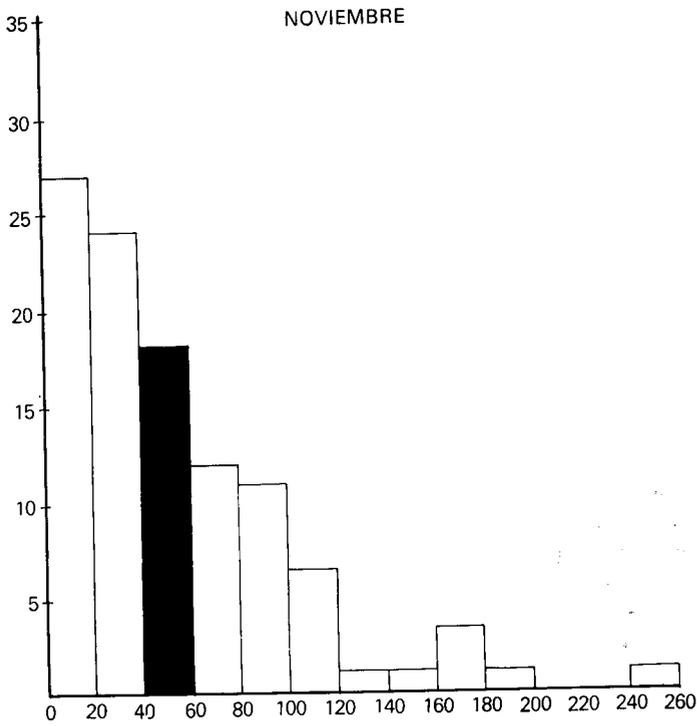


Figura 13.

Desde el punto de vista pluviométrico, noviembre es un mes de transición entre el otoño y el invierno típicos. Presenta un promedio notablemente más elevado respecto a diciembre, aparte de que la frecuencia de cantidades mayores de agua es mucho más importante; y lo contrario se puede decir con relación a octubre, es decir, disminuyen el promedio y la frecuencia de valores altos. En términos relativos, se puede decir que noviembre se aproxima más a diciembre que a octubre.

Durante este mes se acentúa la inestabilidad, que en octubre sólo permanece durante cortos períodos. Este proceso resulta del aumento del gradiente térmico entre océano y continente y, sobre todo, del incremento de gradiente térmico meridiano. Por ello, tanto la circulación zonal como la meridiana adquieren una mayor importancia, siendo frecuentes las alternancias e incluso las interreferencias de estos procesos. La intensificación de la circulación zonal queda reflejada en el importante aumento de los tiempos ciclónicos del W, que alcanzan la máxima frecuencia del año. La intensificación de la circulación meridiana queda reflejada en el aumento de los tiempos ciclónicos de componente N. Teniendo en cuenta estas trayectorias que siguen con mayor frecuencia las corrientes perturbadas y la escasa importancia que tienen los procesos de agravación del Mediterráneo, se comprende que noviembre, a pesar de ser un mes más perturbado que los restantes del otoño, recibe precipitaciones menores.

Una vez analizada la distribución de frecuencias de los valores mensuales, creemos que sería muy interesante la consideración en los estudios pluviométricos de un régimen anual al que llamaríamos «régimen modal», construido con las doce módulos mensuales (cuadro 2, pág. 88). Presenta la ventaja de que es el que mayores posibilidades tiene de registrarse; excepto para septiembre y octubre, que representa solamente un 20 % de los totales registrados, en los restantes meses alcanza una notable significación (julio, 52,4%); enero, 43,0 %; agosto, 38,0 %; febrero, 31,4 %...). En todo caso, tiene un mayor interés que las medias cuyos valores no se repiten y los que más se parecen tienen siempre un valor de frecuencia menor que aquéllos; por otra parte, como hemos visto, las medias resultan notablemente aumentadas por la influencia de valores excepcionales o poco frecuentes. En contra de este régimen puede decirse que no ofrece unos parámetros concretos; ahora bien, esto pierde validez si se tiene en cuenta que los promedios resultan de valores muy dispares y, por consiguiente, el grado de abstracción a que se llega es mayor que el obtenido con la módulo. También se puede cuestionar la amplitud de los intervalos; evidentemente, en una distribución por grupos de 20 en 20 mm se pierde mucha información, pero también es cierto que se obtiene una imagen más asequible. Posiblemente sería interesante matizar los resultados, sobre todo los correspondientes a los grupos extremos; en este sentido, aunque hemos elaborado una distribución en intervalos de 10 mm, sólo la hemos utilizado en casos muy concretos, con el fin de complicar lo menos posible la lectura del texto. Aunque la descripción expuesta resulta esquemática, manifiesta la necesidad de complementación de las dos técnicas empleadas en climatología, analítica y sinóptica; la primera plantea unos problemas y la segunda ofrece unas explicaciones.

REGIMEN PROBABLE (Fig. 14)

Otro valor característico del régimen pluviométrico es el que resulta de la elaboración de la mediana, que divide los datos de la serie en dos grupos iguales y representa la «lluvia probable», que sería tan frecuentemente excedida como no alcanzada. Los valores obtenidos para la estación de Barcelona aparecen en el cuadro 2, pág. 88. Si se comparan estas cifras con las correspondientes a los regímenes medio y moral, se observa que son más bajas que aquéllas y superiores a las últimas. Las discrepancias con las medias aritméticas oscilan en general entre un 15 y 25 % de incremento, que fácilmente se justifica con las lluvias excepcionales; así, en marzo, que como ya indicamos anteriormente es el mes más heterogéneo, el valor de la media sólo se ve incrementado en un 9 % sobre el de la mediana, mientras que en el caso de octubre, con temporales relativamente frecuentes y vigorosos, el aumento de la media sobre el valor de la mediana supone el 27,7 %.

En cuanto a la relación mediana-moda se observa que, normalmente, el valor de la primera aparece en la clase que sigue en sentido ascendente al intervalo que encierra la módula; se ha de tener presente que las posibilidades de dispersión de los valores por arriba pueden ser muy grandes, mientras que por abajo el límite es cero; luego, en un régimen irregular como el que caracteriza a Barcelona, es obvio que el punto central de la serie se desplace sobre los valores más frecuentes.

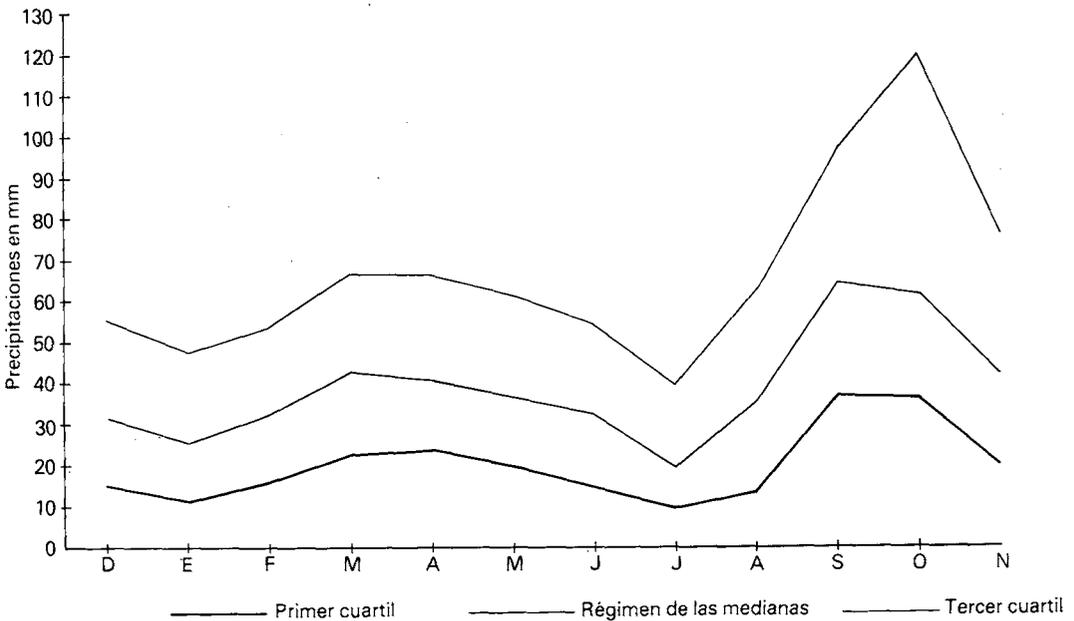


Figura 14. — Régimen probable.

Una imagen más aproximada de la distribución de las precipitaciones —que, además, matiza los resultados obtenidos hasta ahora— se puede conseguir con la aplicación de otras técnicas estadísticas, como el cálculo de decilas y quintilas.

En el método basado en la distribución de los valores en decilas se han considerado solamente la primera y novena; por tanto, entre ambas quedan comprendidos el 80 % de los totales registrados, quedando aislados el 10 % de los totales más bajos e igual porcentaje de los más elevados. Los valores obtenidos para Barcelona están recogidos en el cuadro 2, en el que queda claramente destacado el carácter extremado de la distribución de las precipitaciones. El valor de la primera decila oscila entre 2,7 en julio y 16,6 en septiembre; por consiguiente, en las series analizadas de cada uno de los meses aparece un grupo de valores muy profundos; el hecho de que el 10 % de los totales registrados en octubre sean inferiores a 15,0 mm cuestiona el carácter lluvioso del mes, mientras que la catalogación de julio como mes muy seco queda reforzada si se tiene en cuenta el valor de la primera decila. Tampoco son muy elevados los valores obtenidos para la novena decila; sólo en los meses del otoño y en mayo, cuando no son extraños los procesos de agravación dinámica en el Mediterráneo, se alcanzan cifras superiores a 110 mm. Evidentemente, la amplitud entre las decilas primera y novena está en relación directa con la posibilidad de recibir lluvias abundantes; así, es máxima en septiembre y octubre, y mínima en junio y julio.

El régimen de quintilas ha sido más utilizado que el anterior (25). Las quintilas corresponden a la agrupación de las decilas de dos en dos; es decir, señalan los puntos que limitan el 20, 40, 60 y 80 % de los totales de la serie. En Barcelona los perfiles de los cuatro regímenes constituyen líneas aproximadamente paralelas (fig. 14 y cuadro 2); en general, sólo entre las quintilas superiores aumenta ligeramente la separación, lo que evidentemente resulta de la mayor dispersión de las precipitaciones. Julio presenta los valores mínimos en todas las quintilas. Por el contrario, octubre registra los máximos en las quintilas superiores, mientras que en las dos inferiores es superado por septiembre, que presenta sus frecuencias más agrupadas. En cuanto al máximo secundario es curioso observar que aparece en meses diferentes según la quintila que se considere; corresponde a abril en la primera, a marzo en la segunda y tercera, desplazándose a mayo en la cuarta, lo que refuerza el sentido del elevado valor de la desviación típica obtenido para este último mes. Finalmente, el mínimo secundario se registra en todas las quintilas en el mes de enero.

Estas técnicas —mediana, decilas, cuartilas, quintilas— no sólo contribuyen a matizar el sentido de las medias y de la distribución de las precipitaciones, sino que también permiten establecer un régimen de probabilidades, aspecto fundamental en Climatología aplicada y, por supuesto, de estimable valor para muchos trabajos en Geografía.

(25) La Organización Meteorológica Mundial (Conferencia de Washington, 1947) recomendó que los Servicios Meteorológicos Nacionales elaboraran la repartición por quintilas de los totales mensuales de precipitación. Sólo tenemos noticias de que se haya efectuado en Francia, donde se ha aplicado a 10 estaciones (Notice D-770 de la Météorologie Nationale)

DISCONTINUIDAD PLUVIOMETRICA ANUAL

Otra característica que interesa conocer es el grado de uniformidad del régimen pluviométrico; es decir, conviene averiguar si se registra o no ruptura en el ritmo anual al pasar de un mes a otro. Con este fin hemos aplicado el método de P. R. Crowe, según el cual se considera «discontinuidad importante» cuando, al comparar dos meses contiguos, el cuartil inferior de uno de ellos es mayor que el cuartil superior del otro; y se produce «discontinuidad menor» cuando la mediana y el primer cuartil de un mes quedan respectivamente sobre el tercer cuartil y la mediana del otro (26).

En el régimen pluviométrico de Barcelona sólo se destaca una «discontinuidad menor», que corresponde a la transición del verano al otoño; la mediana de agosto (35,6 mm) es inferior al primer cuartil de septiembre (36,7 mm), y el tercer cuartil de agosto (62,8 mm) queda por debajo de la mediana de septiembre (64,1 mm). En el resto del régimen anual las diferencias no son tan claras para que merezcan el calificativo de «ruptura pluviométrica» (cuadro 2, pág. 88).

Esta relativa regularidad anual de los promedios mensuales corrobora la existencia de una degradación hacia el norte de los caracteres típicos del clima mediterráneo, que presenta como una de las singularidades más claras la formación de varias discontinuidades pluviométricas.

VARIACIONES DEL REGIMEN ANUAL

El régimen medio anual que hemos analizado resulta de una serie de 105 años de observaciones; y, como hemos destacado en el curso del trabajo, oculta o suaviza importantes irregularidades. Por tanto, parece interesante conocer si los promedios obtenidos representan una cierta regularidad con respecto a los diferentes períodos en que se puede subdividir la serie; es decir, ¿ha habido cambios importantes en la distribución de las precipitaciones durante el curso de la serie analizada? Si tenemos presente que en nuestro trabajo anterior se apreciaba un ligero incremento de los totales anuales, la respuesta ha de ser afirmativa (27); por otra parte, si se tiene en cuenta que todos los meses registran una fuerte amplitud, aumentan las posibilidades de que se hayan producido modificaciones en la distribución. Ahora bien, estas variaciones han de alcanzar un sentido diferente según las agrupaciones de años que se realicen; y como éstas siempre son arbitrarias, nos basaremos en la comparación de los regímenes correspondientes a los tres «períodos internacionales» que comprenden la serie (1871-1900, 1901-1930 y 1931-1960) (fig. 15). Estos períodos tienen una duración suficiente para una estación de las características geográficas de Barcelona; además, al ajustarse a la división recomendada por la OMM, ofrecen la ventaja de poderse comparar con los resultados obtenidos para otras áreas.

(26) MILLER, A. A.: *La Piel de la Tierra*, Ed. Alhambra, Madrid, 1970, p. 193.

(27) ALBENTOSA, L. M.: *La aplicación del método estadístico en Climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970)*, «Revista de Geografía», Barcelona, vol. IX, n.º 1, enero-junio 1975.

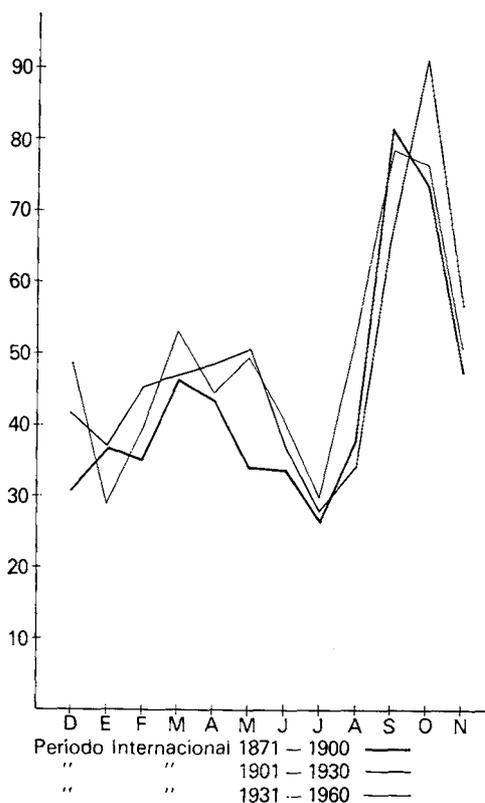


Figura 15. — Régimen anual medio de los períodos internacionales.

Los valores medios mensuales calculados para cada uno de los períodos aparecen recogidos en el cuadro 3, con los que se ha elaborado la figura 15. De la observación de ambos documentos se deduce que, en líneas generales, los tres regímenes siguen tendencias semejantes y que las variaciones que se aprecian tienen un valor relativo. Evidentemente, como ya destacamos en nuestro trabajo anterior, en el curso de la serie se observa un incremento de las precipitaciones que, aunque no es muy importante, ha de repercutir en la distribución anual. Este aumento puede considerarse como general; es más, en algunos meses se alcanzan diferencias notables, sobre todo entre los promedios correspondientes al primer y segundo períodos; entre los valores de estos regímenes sólo han disminuido el de agosto y, sobre todo, el de septiembre, que pasó de 81,4 a 66,4 mm respectivamente.

Entre el segundo y tercer períodos se observa una inversión en las tendencias; disminuyen los promedios correspondientes a los meses de invierno y aumentan los del verano, de forma que la media de julio llega a superar a la de enero. Por tanto, si se considera únicamente el régimen del último «período internacional», el mínimo absoluto del año se registra en enero y no en julio como resulta de la elaboración del total de la serie. Esto supone una anomalía

CUADRO 3
*Régimen pluviométrico medio anual de cada uno de los tres períodos internacionales
 comprendidos en la serie*

Período	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1871-1900	36,6	34,8	46,0	43,7	34,4	33,5	26,4	37,8	81,4	73,3	47,4	30,7
1901-1930	37,1	45,0	46,2	48,5	50,4	37,6	27,8	33,8	66,4	91,1	57,2	47,2
1931-1960	29,0	39,4	53,1	45,1	49,6	40,3	30,0	52,9	78,4	76,7	50,6	46,0

importante respecto a los caracteres típicos de los climas mediterráneos; en efecto, no sólo no presenta el máximo en invierno, sino que, además, el mes central de la estación registra el mínimo absoluto del año.

En general se aprecia una ligera tendencia hacia la regularización del régimen anual, lo que se manifiesta con una suave regularización de los contrastes mensuales y estacionales. En el cuadro siguiente presentamos en cifras relativas la participación de cada una de las estaciones en los promedios anuales de los períodos que analizamos:

<i>Período</i>	<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
1871-1900	19,4 %	23,6 %	18,6 %	38,4 %
1901-1930	22,0 %	24,7 %	16,9 %	36,4 %
1931-1960	19,4 %	25,0 %	20,8 %	34,8 %

La única estación que ha descendido en cifras relativas ha sido el otoño, que lo ha hecho en beneficio del verano, lo que supone una aproximación de los promedios extremos deducidos de la serie. Las otras dos estaciones han experimentado pequeñas oscilaciones, y prácticamente presentan en el último período valores semejantes a los alcanzados en el primero. Ahora bien, si de las cifras relativas pasamos a las absolutas, se observa que los promedios obtenidos para otoño han permanecido prácticamente iguales, o mejor, se han incrementado ligeramente (202,1 mm y 205,7 mm para el primer y tercer períodos respectivamente; de otra parte, los promedios de verano han aumentado de uno a otro, de manera particular en el último. Por tanto, el incremento de precipitaciones ha beneficiado sobre todo al verano; esta estación absorbe casi el 40 % del aumento de las lluvias registrado entre los períodos extremos.

Esto nos lleva a pensar que, de continuar esta tendencia, que estadísticamente es imposible confirmar, estaría en relación con el posible cambio climático que planteamos en nuestro trabajo anterior. Y, en caso afirmativo, se puede decir que la distribución de las lluvias en Barcelona tiende a apartarse todavía más de los caracteres que singularizan a la región mediterránea.

Finalmente hemos de destacar que en los tres períodos se han obtenido unos valores de dispersión pluviométrica superiores a los de la serie; también son más

claras las rupturas en el régimen medio. Todo ello no hace más que confirmar que los promedios ocultan o enmascaran unas realidades, los fuertes y continuos contrastes.

CONCLUSIONES

Aunque con frecuencia se ha utilizado el régimen medio anual para conocer la distribución de las precipitaciones y como característica fundamental para definir y clasificar los climas, es evidente que se revela como un instrumento simplista de dudosa significación. Esta técnica puede tener interés en aquellas regiones donde los totales mensuales presentan una distribución normal en torno al promedio y, por tanto, con pequeños valores de amplitud. Pero nuestros climas precisamente se caracterizan por una importante dispersión de las cantidades que intervienen en las medias y, en consecuencia, por una elevada amplitud. Los parámetros que resultan de la elaboración de las series son valores calculados a partir de cifras muy dispares; una de las características más claras de las apuntadas en el análisis de la serie es precisamente el elevado valor que alcanza la desviación tipo en todos los meses. Esto nos ha de llevar a pensar que las conclusiones que se pueden deducir de los promedios mensuales son abstracciones y que, como tales, se apartan de la realidad. Es cierto que la Climatología como ciencia retrospectiva se mueve en el campo de la abstracción; pero, también lo es que el valor de los resultados es tanto mayor cuanto menor es la dispersión de las cifras a considerar, y la heterogeneidad de éstas en el caso que nos ocupa es evidente.

En estaciones de las características geográficas y climáticas de Barcelona, más que el valor de los promedios interesa conocer la frecuencia con que se repiten las cantidades de agua caída agrupadas en intervalos. El régimen modal, el ritmo que sigue la mediana, o la agrupación de los totales en deciles, cuartiles, quintiles o centiles, nos ofrecen una imagen más aproximada a la realidad de la distribución de las precipitaciones. Además, con estas técnicas estadísticas se consigue un régimen probable que, si resulta, como en nuestro caso, de una serie larga, encierra un importante interés en Climatología aplicada.

Finalmente, desde el punto de vista metodológico, hemos de insistir en la necesidad de que los estudios de Climatología analítica se complementen con una explicación de carácter sinóptico; sólo de esta manera se pueden alcanzar un conocimiento y explicación de los fenómenos del tiempo.

En cuanto a la distribución anual de las precipitaciones en Barcelona, se distinguen las siguientes características:

1. En primer lugar habría que insistir en la importante irregularidad que presenta la serie, que queda reflejada en la fuerte amplitud, elevados valores de desviación tipo y coeficientes de variabilidad. Las series más irregulares son las que corresponden a los meses más lluviosos o, mejor, a los que pueden registrar grandes temporales, como septiembre y octubre.

2. Los máximos mensuales pluviométricos absolutos, expresados por la amplitud, alcanzan cifras más elevadas en la mitad invernal que en la estival,

y en el mismo sentido se agrupan los valores de desviación tipo. Estos caracteres constituyen rasgos claros de la influencia mediterránea.

3. Se destaca un claro predominio de las precipitaciones equinociales: máximo principal en otoño y secundario en primavera. Esta diferencia está en relación con la mayor frecuencia de lluvias abundantes en otoño, originadas normalmente por los grandes temporales de levante. Ahora bien, esta misma estación se caracteriza también por una frecuencia ligeramente mayor de totales bajos, como queda claramente reflejado por los valores de la primera decila. Por ello la desviación típica alcanza índices más altos en otoño que en primavera.

4. Por el contrario, las estaciones solsticiales se caracterizan por una notable indigencia pluviométrica. Los déficits de agua —prescindiendo de su eficacia— son semejantes, lo que constituye una importante discrepancia con relación al régimen mediterráneo típico. Por ello, aprovechando la clasificación de Ch. P. Péguy, consideramos que Barcelona encaja en el tipo de régimen que este autor llama «mediterráneo atenuado».

5. Esta discrepancia en la distribución anual de las precipitaciones respecto a las áreas típicas mediterráneas se acentúa si se considera únicamente el período 1931-1960. Los promedios de esta serie señalan una inversión de los mínimos estacionales y mensuales. En efecto, en este período el mínimo estacional se registra en invierno, y el promedio de enero es inferior al de julio. De confirmarse esta tendencia, en los próximos años se podría pensar en la posibilidad de un cambio climático que se orientaría hacia una regularización del régimen anual.

Esta posible evolución de la distribución de las precipitaciones en el curso del año tiene más un sentido relativo que absoluto. Los promedios estacionales han experimentado sólo pequeñas variaciones, excepto en el caso del verano, que ha absorbido el 40 % del incremento pluviométrico registrado entre las medias correspondientes al primer y tercer períodos. Por tanto, las modificaciones más notables consisten fundamentalmente en una ligera suavización del rigor estival. Esta observación aparece confirmada por la disminución de la frecuencia de valores muy profundos. Por otra parte, tanto en el régimen del último período considerado como en el conjunto de la serie no se observa una discontinuidad o ruptura pluviométrica importante; sólo cabe destacar la producida a la entrada del otoño, que hemos calificado de «discontinuidad menor».

(RÉSUMÉ)

Les objectifs fondamentaux de la dissertation consistent dans la planification résultant des déficiences, en particulier, de la méthode analytique de Climatologie; celles qui se rapportent à l'étude du régime pluviométrique et à l'application de certaines techniques statistiques qu'améliorent considérablement les résultats obtenus par la procédure traditionnelle. Cette étude es basé tout au long de 105 ans, dans les années comprises entre 1866 à 1970, correspondant à la station de Barcelone.

Les déficiences plus importantes survenues comme conséquence des études des régimes pluviométriques sont les suivants: 1.º) La distribution réelle des précipitations est masquée par l'inégalité de la durée des mois. 2.º) La moyenne, est le résultat des valeurs hautement

contrecarrées. 3.º) Les totaux annuels, en raison des anomalies pluvieuses, ne sont pas toujours le résultat d'un accroissement uniforme des estimations partielles mensuelles; non plus, il est sûr que cela résulte d'une crue considérable des quantités accumulées pendant les mois considérés comme pluvieux. En conséquence, la moyenne mensuelle provient d'une suite très irrégulière. 4.º) Finalement, les différences remarquables existantes entre les totaux pluviométriques des diverses régions du monde, empêchent de faire la comparaison en utilisant la même échelle. L'estimation de ces déficiences signalées, sont constatées dans l'analyse aux caractères statistiques de la série étudiée (media, amplieur idéale, coefficient de variabilité, mode, moyenne, distance semi-interquadrilique).

La moyenne mensuelle résulte d'une suite très hétérogène. Par conséquent, avec l'analyse aux caractères statistiques, on peut préciser la concentration ou dispersion des valeurs et qui contribuent à la formation de la moyenne, tandis que l'importance est nuancée par chacun des groupes enregistrés. Dans ce but, nous avons élaboré le régime modal et le régime de probabilité; ce sont des aspects fondamentaux en Climatologie appliquée, et bien entendu, d'une valeur considérable pour beaucoup d'études de Géographie.

Finalement, du point de vue méthodologique, il est évident la nécessité que les études de Climatologie analytique soient complétées d'une explication à caractère synoptique; ce que nous avons essayé d'exécuter, malgré sa forme schématique. Seule de cette façon on peut réussir à une connaissance et explication des phénomènes du temps.

(ABSTRACT)

Main objectives of this work are: to state the deficiencies existing in the analytical method of Climatology, concretely those referring to the study of the pluviometric régime, and the application of some statistical techniques which improve considerable the results obtained through the traditional procedure. This work is based on a series of 105 years (1866-1970), corresponding to the Barcelona station.

The most important deficiencies observed in the studies of the pluviometric régimes are the following: 1) The real distribution of precipitations is masked by the unequal duration of the months. 2) The averages come from strongly contrasted values. 3) The yearly totals which are abnormally rainy, are not always resulting from an uniform increase of the partial monthly values, neither is it sure that they arise from an important increase of the quantities received during the rainy-considered months. Therefore, the monthly averages come out from very irregular series. 4) Finally, the remarkable differences which can be disclosed among the pluviometric totals of the different regions of the world, prevent comparing them using the same scale. The estimation of the above mentioned deficiencies is stated through the analysis of the statistical characteristics of the series which is being analyzed (statistical mean, amplitude, typical deviation, variability factor, mode, median, semi-interquartilar distance).

The monthly averages come out from very heterogeneous series. For this reason, through the importance of each group of records. To this purpose we have worked out the modal the analysis of the statistical characteristics it is possible to fix the concentration or the dispersion of the values contributing to form the mean, and at the same time it variegates and of course, worthy for many works in Geography.

Finally, from the methodological point of view, it is evident the necessity that the studies of analytical Climatology be completed with an explanation of synoptical kind. We have tried to carry this out, though in an schematic way. Only in this manner is it possible to get a knowledge and an explanation of the weather phenomena.