

## LA PERSISTENCIA DE LA LLUVIA SEGUN EL COEFICIENTE DE BESSON

En prácticamente todos los fenómenos meteorológicos se refleja un efecto de persistencia. Las observaciones meteorológicas de un día determinado no suelen ser independientes de lo ocurrido en días anteriores y, especialmente, de lo ocurrido en la víspera.

Una medida utilizada como indicativa de la mayor o menor persistencia de la lluvia en un observatorio es el coeficiente de Besson, meteorólogo francés que lo formuló en un artículo de la revista de la Academia de las Ciencias de París en 1.924. De aquel artículo y en aquel mismo año apareció en Monthly Weather Review una traducción. El meteorólogo español J. Domingo Quílez recogió la fórmula de Besson y en el año 1.928 publicó en los Anales de la Sociedad Española de Meteorología un estudio sobre su aplicación en el caso de las lluvias de Zaragoza. Pero en el difundido manual sobre métodos estadísticos en meteorología escrito por Brooks y Carruthers, en 1.953 se cometió un error en la formulación del genuino coeficiente de persistencia de Besson, error que va a ocasionar que los posteriores autores españoles que estudian la persistencia de la lluvia, P. Mateo, M.S. García y J. Garmendia, y A. Linés utilicen también una fórmula que no es la misma con la que el propio Besson calculó la persistencia para París y con la que Domingo y Quílez calculó la persistencia para Zaragoza.

Si llamamos  $p$  a la probabilidad general de lluvia, es decir, a la razón del número de días lluviosos habidos en la serie estudiada entre el número total de días de la serie y  $p'$  a la probabili-

dad condicionada de que llueva en un día habiendo llovido también el precedente, la fórmula ideada por Besson es la siguiente:

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

siendo RB el coeficiente de persistencia.

Ya que lo normal en el caso de la lluvia es que  $p$  sea siempre mayor que  $p'$  (1), el coeficiente de persistencia de Besson adopta valores que van desde 0 hasta 1. Cuando la persistencia es grande  $p'$  tiende a 1 y por lo tanto RB también tiende a 1. Cuando no existe persistencia, cuando apenas importa el tiempo meteorológico del día precedente,  $p'$  se asemeja a la probabilidad no condicionada  $p$  y el coeficiente RB tiende a 0.

Pero en el trabajo de Brooks y Carruthers se formula el coeficiente de Besson de la siguiente forma:

$$RB = \frac{1 - p}{1 - p'} - 1, \text{ lo cual es igual a}$$

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p'}$$

Se observa que el denominador no es el mismo que el del genuino coeficiente de Besson y consiguientemente también es diferente el intervalo de variación del coeficiente, que ahora se extingue desde 0 hasta infinito. Brooks y Carrut-

**CUADRO I**  
**PROBABILIDAD GENERAL DE LLUVIA, P**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	56	51	49	40	42	28	16	22	35	38	50	50	40
CORUÑA	58	55	52	47	44	33	21	31	42	43	58	58	45
GIJON	52	51	46	51	48	36	26	36	43	43	53	54	45
SANTANDER	50	51	47	52	48	42	37	45	47	43	54	56	48
BILBAO	50	56	58	61	54	39	32	41	43	43	54	55	49
SAN SEBASTIAN	52	52	50	56	57	51	46	50	51	44	54	55	51
FUENTERRABIA	51	49	50	55	51	41	38	45	46	41	58	54	48
BIARRITZ	51	51	51	58	52	42	40	47	48	46	56	55	49

**CUADRO II**  
**PROBABILIDAD CONDICIONADA DE LLUVIA, P', EN UN DIA PRECEDIDO DE UN DIA DE PRECIPITACION**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	79	81	78	70	73	59	35	46	59	69	77	75	71
CORUÑA	79	77	75	73	69	61	44	61	62	71	79	77	70
GIJON	72	71	65	68	68	58	46	49	61	65	72	73	65
SANTANDER	72	67	66	68	63	61	55	60	65	65	73	76	66
BILBAO	71	74	72	75	70	56	48	58	65	68	72	76	68
SAN SEBASTIAN	73	70	69	72	69	64	62	62	67	67	73	75	69
FUENTERRABIA	71	72	72	74	67	62	52	65	65	68	73	74	68
BIARRITZ	72	69	69	76	69	57	55	58	67	65	72	78	68

hers reseñan en su libro los coeficientes de persistencia de la lluvia en Kew (Londres) y Montsouris (París), pero el de Londres está calculado según su propia fórmula y el de París, estudiado por Besson está calculado según la fórmula original (2).

Así como Domingo y Quílez compara la persistencia de la lluvia en Zaragoza con la persistencia en París, basándose en el verdadero coeficiente de Besson, Mateo compara el valor hallado por él para Gijón con los de Londres y París, incurriendo, creemos, en una doble equivocación. El error más obvio es que utiliza para Gijón la fórmula de Brooks y Carruthers con lo que no es comparable el coeficiente hallado con el de París, calculado por Besson, según su propia fórmula. Así ocurre que calcula un coeficiente anual para Gijón de 0.63, muy superior al de París de 0.38, siendo en realidad la diferencia mucho menor. En cuanto a la comparación de los coeficientes de Gijón y de Londres, aunque hayan sido hallados con la misma fórmula, hay que tener en cuenta que los británicos han venido utilizando hasta 1.960 como definición de día de lluvia (rain-day) (3) la de aquel día en que se haya recogido al menos 0.01 pulgadas, es decir, 0.25 mm, mientras que Mateo basa su estudio en los días en que se han recogido al menos 0.1 mm. De esta forma la persistencia de Gijón, coeficiente 0,63, quedaba también exagerada respecto a la de Londres, coeficiente 0,30. Mateo, al calcular así unos coeficientes de persistencia para Gijón mucho mayores que los de Londres y París, concluyó que se hacía patente la importancia de las llamadas precipitaciones de detención o de estancamiento al norte de la Cordillera Cantábrica.

Sin embargo, posteriormente, García Mendaña y Garmendia Iraundegui hacían cálculos similares para el observatorio de Matacán en Salamanca y les resultaba, utilizando la misma fórmula de Brooks y Carruthers, que el coeficiente era aún mayor que el de Gijón, 0.81 contra 0.63. Explicaban el resultado atribuyendo la alta persistencia de las lluvias en la Meseta a la propia persistencia de las situaciones de tipo de tiempo lluvioso, mientras que consideraban con acierto que el efecto föhn produce antipersistencia en la costa de Cantabria, ya que tiende a romper las secuencias de lluvia. Tales cortes, estudiados en

el capítulo anterior, ocurren cuando delante de los frentes cálidos el flujo toma una componente del S o del SW.

\* \* \*

En el cuadro 1 se indica la probabilidad general de lluvia,  $p$ , calculada para los observatorios que se señalan. Tal probabilidad,  $p$ , es la razón entre los días de lluvia (precipitación de al menos 0.1 mm) (4) y el número total de días de la serie. (3)

En el cuadro 2 se indica la probabilidad condicionada de lluvia,  $p'$ , en cualquier día que haya sido precedido por un día de precipitación. El numerador de la razón, es decir, el número de casos favorables resulta de la sustracción del número total de días de lluvia observados menos el número total de secuencias lluviosas habidas, ya que tan sólo el primer día de cada secuencia lluviosa no cumple el haber sido precedido por un día lluvioso. El denominador de la razón, es decir, el número de casos posibles es igual al número total de días lluviosos observados.

Aplicando la fórmula:

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

Obtenemos el cuadro 3 en donde se indican los coeficientes de persistencia de Besson para cada observatorio.

Tal cuadro nos suscita las siguientes consideraciones:

a) En Vigo y La Coruña el efecto de persistencia es notablemente mayor que en el resto, debido sin duda al mayor predominio de la influencia de las familias de borrascas y frentes del oeste, situaciones de tiempo que son en sí persistentes.

b) En todos los observatorios los menores coeficientes corresponden al verano. Ello se debe no sólo a la mayor frecuencia de secuencias cortas, y por lo tanto a la corta diferencia entre  $p'$  y  $p$ , sino también al menor número de días de lluvia con lo que la probabilidad general  $p$  es pequeña y el denominador  $1-p$  de  $RB$  se aproxima a 1, disminuyendo la razón.

**CUADRO III**  
**COEFICIENTES DE PERSISTENCIA DE BESSON, RB**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	0.52	0.61	0.57	0.50	0.53	0.43	0.23	0.31	0.37	0.50	0.54	0.50	0.52
CORUÑA	0.50	0.49	0.48	0.49	0.45	0.42	0.29	0.43	0.34	0.49	0.50	0.45	0.45
GIJON	0.42	0.41	0.35	0.35	0.38	0.34	0.27	0.20	0.32	0.39	0.40	0.41	0.36
SANTANDER	0.44	0.53	0.36	0.33	0.29	0.33	0.29	0.27	0.34	0.39	0.41	0.45	0.35
BILBAO	0.42	0.41	0.33	0.36	0.35	0.28	0.24	0.29	0.39	0.44	0.39	0.47	0.37
SAN SEBASTIAN	0.44	0.38	0.38	0.36	0.28	0.27	0.30	0.24	0.33	0.41	0.41	0.44	0.37
FUENTERRABIA	0.41	0.45	0.44	0.42	0.33	0.36	0.23	0.36	0.35	0.46	0.36	0.43	0.38
BIARRITZ	0.43	0.37	0.37	0.43	0.35	0.26	0.25	0.21	0.37	0.40	0.36	0.51	0.37

c) Existe en Galicia un contraste fuerte entre Junio y Julio. La persistencia disminuye acusadamente. El motivo es la franca instalación sobre Galicia del anticiclón de Azores en el mes de Julio, con disminución neta de los posibles frentes del Oeste o de gotas frías que aún pueden manifestarse en Junio.

d) En la costa oriental, a partir del paso de Abril a Mayo, el descenso de la persistencia es notorio. Así en San Sebastián aunque p sea mayor en Mayo que en Abril, RB es bastante menor. Los posibles flujos fríos del NW, N y NE que circulan hacia el Mediterráneo en Abril a través de Europa Occidental se vuelven menos duros y persistentes en Mayo, y el vértice oriental del Golfo se ve menos afectado.

e) Existe en todos los observatorios un claro aumento de los índices de persistencia al pasar de Septiembre a Octubre, es decir, cuando nuestra costa entra más de lleno en el campo de acción del frente polar.

Es sin embargo significativo que en la costa vasca el efecto de persistencia se mantiene o incluso disminuye al pasar de Octubre a Noviembre. La existencia en Octubre de una frecuencia alta de secuencias lluviosas de larga duración explica los altos coeficientes de este mes, que alcanza en Fuenterrabía, por ejemplo, el máximo del año.

## REFERENCIAS

(1) Aunque para series muy cortas esto puede no cumplirse.

Así por ejemplo si en una sucesión de 10 días llueve un día sí y otro no, en este caso  $p' = 0$  y  $p = 0.5$ .

(2) En la página 310 escriben: "If  $p$  is the general probability of an event (...) and  $p'$  is the probability that the event will occur after an occurrence on the occasion next preceding then the persistence as defined by Besson is:

$$RB = \frac{1 - p}{1 - p'} - 1$$

This expression is zero when there is no persis-

tence, i.e. if  $p' = p$ , and would become infinite if occurrence of the event were always followed by another occurrence, i.e. if  $p' = 1$ . For rain days at Paris, 1.873-1.922, Besson found that RB varied from 0.30 in January to 0.49 in May".

Lo cual es cierto: Besson calculó un coeficiente de 0.30 en Enero y de 0.49 en Mayo pero utilizando otra fórmula, la suya original es decir,

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

Que esto fue así se puede probar fácilmente ya que Besson incluye la tabla de las probabilidades generales y condicionadas en las que basó sus cálculos:

"Sur la probabilité de la pluie"..... Table III

	Enero	Mayo	Año
P	0.582	0.499	0.525
$p'$	0.708	0.742	0.704
RB	0.30	0.49	0.38

Utilizando la fórmula de Brooks and Carruthers salen unos coeficientes muy superiores: Enero: 0.43; Mayo: 0.94; Año: 0.60.

(3) "British Rainfall Volumes", British Rainfall Organization.

(4) García Mandaña y Garmendía Iraundegui tienen también en cuenta a los de precipitación inapreciable.

## BIBLIOGRAFIA

BESSON, L. (1924): "Sur la probabilité de la pluie", Comptes rendus de L'Academie des Sciences de Paris.

BESSON, L. (1924): "On the probability of rain", Monthly Weather, nº 52.

BROOKS, C. y CARRUTHERS, N. (1953): Handbook of statistical methods in meteorology, London.

DOMINGO Y QUILEZ, J. (1928) "Coeficientes

de persistencia", *Anales de la Sociedad Española de Meteorología*, Vol. II, nº 4.

GARCIA MENDAÑA, M.S. y GARMENDIA IRAUNDEGUI, J. (1969): "Persistencia de los días con y sin precipitación en Salamanca" *Revista de Geogísica*, nº 28.

LINES ESCARDO, A. (1970): *The Climate of the Iberian Peninsula* World Survey of Climatology, vol. 5.

MATEO, P. (1965): "Persistencia de los días con y sin precipitación en Gijón" *Memorias del Servicio Meteorológico Nacional*.