

Número medio mensual de episodios de lluvia de barro en Murcia

Luis M^a Bañón Peregrín (lbanonp@aemet.es)

M^a del Mar Valcárcel Hernández (mvalcarcelh@aemet.es)

Delegación Territorial de AEMET en la Región de Murcia

Introducción

Esporádicamente, la lluvia que cae en la península Ibérica lleva incorporado polvo procedente de las regiones áridas del norte de África. Por este motivo, estas precipitaciones son conocidas como lluvias de barro (*red rains* en la literatura internacional). El levantamiento y mantenimiento de polvo en suspensión en el aire se define, en términos meteorológicos, como un litometeor (OMM, 1956). Se trata de un fenómeno relativamente frecuente en zonas áridas con poca vegetación, pero que, en la península ibérica, muestra una intensidad variable dependiendo de condiciones meteorológicas específicas (Martín Vide y Llasat, 1991). De Anna Ávila, 1999.

En el observatorio de Murcia no quedan registradas las lluvias de barro, por lo que para la estimación de los promedios mensuales de dichos eventos se ha acudido a medidas indirectas.

Estimación a partir de los informes de episodios naturales de partículas del CSIC, AEMET y CIEMAT.

Los informes de episodios naturales de partículas son elaborados anualmente por el CSIC, AEMET y CIEMAT para la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En ellos se analizan los episodios de elevada concentración de aerosoles minerales, procedentes de África que sobrevuelan los cielos de la península ibérica y Baleares. La Región de Murcia está incluida en la zona sureste (identificada en la Figura 1 como SE). Los informes anuales están disponibles aquí: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/gestion/anuales.aspx>



Figura. 1. Zonas para las que se distinguen episodios naturales de partículas.

Se analizaron los informes disponibles, de los años 2009 a 2014, los cuales arrojaron una media anual de 111 días al año con elevada carga de polvo en la zona SE, agrupados en una media de 26 episodios al año, con distribución media mensual mostrada en la Figura 2.



Figura. 2. Número medio mensual de días, en azul, y episodios, en naranja, con elevada carga de polvo mineral en la zona SE, obtenida de los informes de episodios naturales de partículas.

Como primera estimación del número medio de días al mes con episodios de lluvias de barro se han combinado los episodios naturales de partículas en la zona SE con los días en los que se registró precipitación en el observatorio meteorológico de Murcia. En la Figura 3 se muestran los resultados para tres umbrales distintos de precipitación: menores de 0.5 mm, menores de 1 mm, y cualquier valor de precipitación.

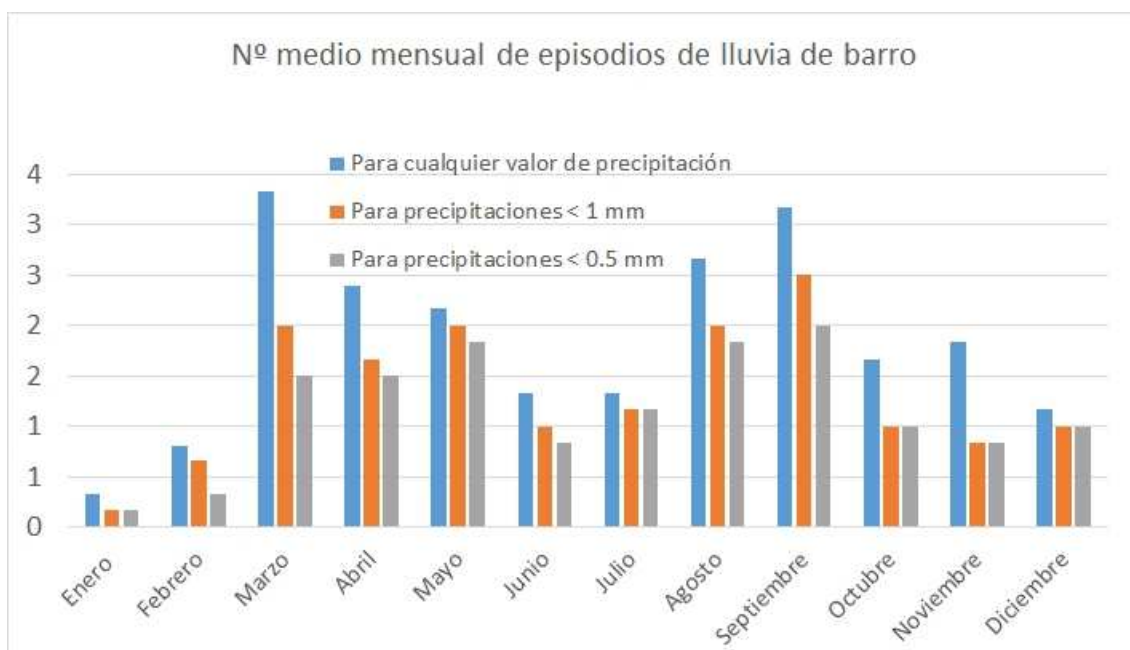


Figura 3. Número medio mensual de días en los que coinciden elevadas concentraciones de polvo en la zona SE con precipitaciones en el observatorio de Murcia: en gris, <0.5mm; en naranja, <1mm; en azul, para todos los valores de precipitación.

La suposición de que las lluvias de barro coincidan con precipitaciones menores a 0.5 mm en 24 horas responde al hecho de que las intrusiones de aire con elevada concentración de aerosoles minerales están asociadas a masas cálidas en capas bajas de la troposfera, por lo que gran parte de la precipitación se evapora antes de alcanzar el suelo (Ll.A. Fiol et al., 2005). Por eso, normalmente, las lluvias de barro coinciden con valores muy escasos de precipitación.

Por otra parte, estudios previos de eventos de lluvia de barro sobre el zonas cercanas a la Región de Murcia estiman el número medio al año de dichos eventos en 11.4 (+/- 8) días, en Palma de Mallorca (Ll. A. Fiol et al., 2005, con datos entre 1982 y 2003), y de 27 (+/-7) días, en Valencia (Quereda & Olcina, 1994, con datos entre 1988 y 1993), Figura 4. Con el umbral de precipitaciones menores de 0.5 mm, el número medio anual de días de lluvia de barro en Murcia (promedio 2009 a 2014) resulta de 14 días, valor compatible al indicado en el representativo artículo de Fiol. Para un umbral de precipitación menor a 1 mm, el número medio anual de eventos de lluvia de barro en Murcia sería de 16, y poniendo la única condición de que haya llovido cualquier cantidad en Murcia, el número medio anual de episodios de lluvia de barro sería de 21.7. Los detalles mensuales se muestran en la figura 3.

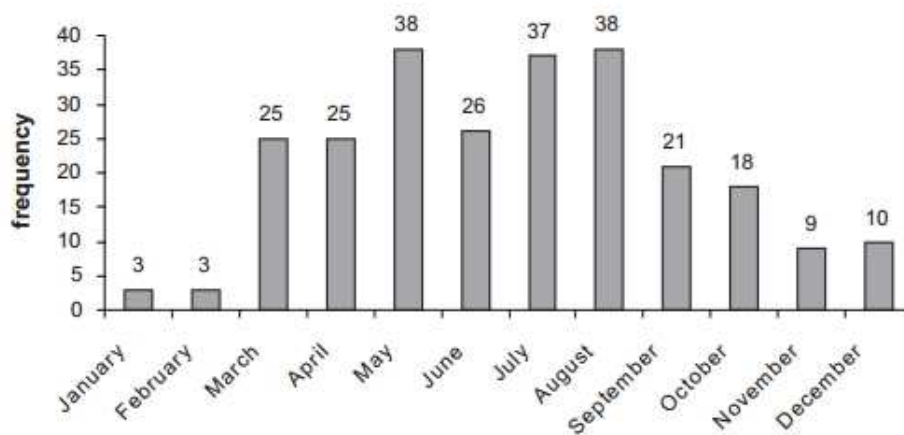


Figura 4. Distribución mensual de lluvias de barro en Palma de Mallorca (1982-2003). Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): Their occurrence and role in some recent geological processes. Ll. A. Fiol et al. 2005.

En la Figura 5 se muestran los datos de episodios y días con elevada carga de polvo sobrevolando la zona SE, según los informes entre 2009 y 2014, así como los días con precipitación en el observatorio de Murcia, los días con precipitación menor a 1 mm, y menor a 0.5 mm. También se muestran los promedios mensuales y anuales.

	2009				2010				2011				2012				2013				2014				RESUMEN										
	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm	Nº ep	Nº Dias	Pcp	<1mm	<0.5mm					
Enero	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	7	0	0	0	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	1.0	2.7	0.3	0.2	0.2
Febrero	1	2	1	1	0	2	2	1	1	1	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	4	1	1	1.0	2.7	0.8	0.7	0.3	
Marzo	3	9	1	0	0	2	10	8	5	4	3	12	6	4	3	2	5	0	0	0	3	5	4	2	1	2	6	1	1	2.5	7.8	3.3	2.0	1.5	
Abril	2	6	3	3	2	3	12	3	2	2	3	18	3	2	2	1	2	0	0	0	2	8	2	0	0	2	10	4	3	3	2.2	9.3	2.5	1.7	1.5
Mayo	4	19	4	3	2	2	4	1	1	1	3	15	7	7	7	3	14	0	0	0	1	2	0	0	0	1	15	1	1	2.3	11.5	2.2	2.0	1.8	
Junio	2	19	1	1	1	4	8	1	0	0	1	9	0	0	0	3	18	2	2	2	2	7	2	2	1	1	16	2	1	2.2	12.8	1.3	1.0	0.8	
Julio	4	21	1	1	1	3	24	3	2	2	4	13	1	1	1	6	19	1	1	1	4	23	2	2	2	2	11	0	0	3.8	18.5	1.3	1.2	1.2	
Agosto	5	20	3	2	1	5	21	3	1	1	3	26	5	5	5	3	24	1	1	1	3	20	4	3	3	2	4	0	0	3.5	19.2	2.7	2.0	1.8	
Septiembre	2	5	1	1	1	5	9	2	2	0	3	9	3	2	2	2	13	2	2	2	2	15	7	5	5	4	9	4	3	3.0	10.0	3.2	2.5	2.0	
Octubre	2	5	0	0	0	2	6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	9	1	0	0	3	12	2	2	2	3	12	5	2	2.2	7.5	1.7	1.0	1.0	
Noviembre	2	9	0	0	0	1	2	0	0	0	3	6	2	1	1	3	8	6	3	3	0	0	0	0	0	1	7	3	1	1.7	5.3	1.8	0.8	0.8	
Diciembre	0	0	0	0	0	2	12	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	1	2	4	1	1	0.8	3.3	1.2	1.0	1.0	
Suma	28	116	11	12	8	32	111	28	19	16	27	122	29	24	22	26	115	14	10	10	22	98	25	17	15	22	102	23	14	13	26.2	110.7	21.7	16.0	14.0

Figura 5. Datos: nº de episodios (Nº ep) y nº de días (Nº Días) con elevada carga de polvo sobrevolando la zona SE, según los informes entre 2009 y 2014; días con precipitación en el observatorio de Murcia (Pcp), días con precipitación menor a 1 mm (<1mm), y menor a 0.5 mm (<0.5mm); promedios mensuales y sumas.

Estimación a partir de los datos del fotómetro solar CIMEL

Como método alternativo para la estimación del número de días de lluvia de barro, se han utilizado los datos del fotómetro solar CIMEL instalado en la Delegación Territorial de la Región de Murcia.

El CIMEL es un instrumento diseñado para medir la radiancia solar directa e indirecta, tanto en el plano almucántar como en el principal. A través de dichas medidas, se pueden extraer valores del Espesor Óptico de Aerosoles (EOA). El EOA es una medida de la cantidad de luz extinguida por difusión o absorción durante su trayecto a través de la atmósfera, y representa la carga total de aerosoles en la columna de la atmósfera.

Los aerosoles extinguen la luz en un amplio rango de longitudes de onda. La longitud de onda elegida para la medida del espesor óptico de aerosoles es de 500 nm.

Por otro lado, a través de las medidas del fotómetro solar CIMEL también pueden obtenerse otras características de los aerosoles, como las distribuciones de tamaño y otras propiedades. La dependencia espectral del EOA se parametriza habitualmente mediante la ley de Ångström (Ångström, 1929), que relaciona el espesor óptico de aerosoles con la longitud de onda (en μm) a través de la siguiente expresión:

$$\tau_{a\lambda} = \beta\lambda^{-\alpha}$$

El término β es el coeficiente de turbiedad de Ångström, y α es el llamado exponente de Ångström. El primero se relaciona directamente con la cantidad de aerosoles en la columna atmosférica y representa el espesor óptico de aerosoles a 1 μm , mientras que el segundo está relacionado con el tamaño de los aerosoles presentes.

De esta forma, el exponente de Ångström (EA) describe la dependencia del espesor óptico con la longitud de onda y aporta también información acerca del tamaño de las partículas. Los valores típicos del exponente van desde: $\alpha \approx 0$, para casos dominados por partículas gruesas (polvo, partículas higroscópicas o agregadas), a $\alpha > 2$ en distribuciones donde dominan las partículas finas (Eck et al., 1999).

En la página web de AERONET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>) se accede a los datos tanto de espesor óptico de aerosoles para 500 nm, como a los del exponente de Ångström en el rango de 440 a 870 nm. Para Murcia, están disponibles los datos desde septiembre de 2012.

Para elegir los umbrales de EOA y EA que determinen un episodio de polvo mineral sobre el observatorio de Murcia, se analizaron todos los registros (desde 2009), determinándose los siguientes umbrales simultáneos:

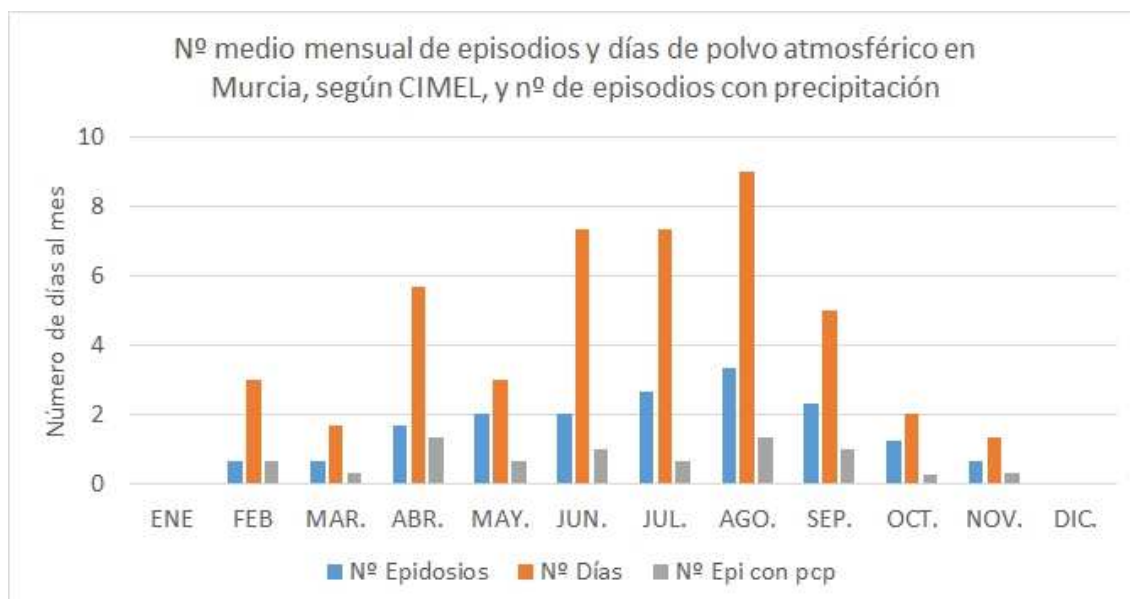
- EOA>0.3
- exponente de Ångström <0.8

Uno de los inconvenientes del uso de los datos del CIMEL es que solo capta información cuando no hay nubes entre el sol y el sensor. Resulta habitual que las situaciones de marcada circulación de sur, favorables a episodios de polvo en Murcia, sean seguidas por periodos de nubosidad dentro del *conveyor* cálido asociado a una borrasca situada al oeste de la Región de Murcia. Esos días, aun siendo elevada la carga atmosférica de polvo, la presencia de nubes medias y altas impide la toma de datos desde el CIMEL.

En la Figura 6, datos, y Figura 7, gráfica, se muestra el número de episodios y días con EOA>0.3 y exponente de Ångström <0.8 simultáneamente, así como los episodios que coincidieron con cualquier cantidad de precipitación en el observatorio de Murcia. Datos entre octubre de 2012 a octubre de 2015, y valores medios.

	2012			2013			2014			2015			MEDIA		
	Nº Episodios	Nº Días	Nº Epi con pcp	Nº Episodios	Nº Días	Nº Epi con pcp	Nº Episodios	Nº Días	Nº Epi con pcp	Nº Episodios	Nº Días	Nº Epi con pcp	Nº Episodios	Nº Días	Nº Epi con pcp
ENE				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
FEB				0	0	0	1	6	1	1	3	1	0.7	3.0	0.7
MAR.				0	0	0	1	4	1	1	1	0	0.7	1.7	0.3
ABR.				0	0	0	1	3	1	4	14	3	1.7	5.7	1.3
MAY.				2	3	0	1	2	1	3	4	1	2.0	3.0	0.7
JUN.				3	7	2	2	12	0	1	3	1	2.0	7.3	1.0
JUL.				2	4	1	2	4	0	4	14	1	2.7	7.3	0.7
AGO.				2	9	1	3	3	0	5	15	3	3.3	9.0	1.3
SEP.				3	6	1	2	3	0	2	6	2	2.3	5.0	1.0
OCT.	1	1	0	2	3	0	1	3	0	1	1	1	1.3	2.0	0.3
NOV.	1	2	0	0	0	0	1	2	1				0.7	1.3	0.3
DIC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0.0	0.0	0.0
ANUAL	2	3	0	14	32	5	15	42	5	22	61	13	17.3	45.3	7.6

Figura 6. Nº de episodios con EOA>0.3 y exponente de Ångström <0.8 simultáneamente; nº de días en esos episodios; nº de episodios en los que, además, se registró precipitación en el observatorio de Murcia. Octubre de 2012 a octubre de 2015, y valores medios y sumas.



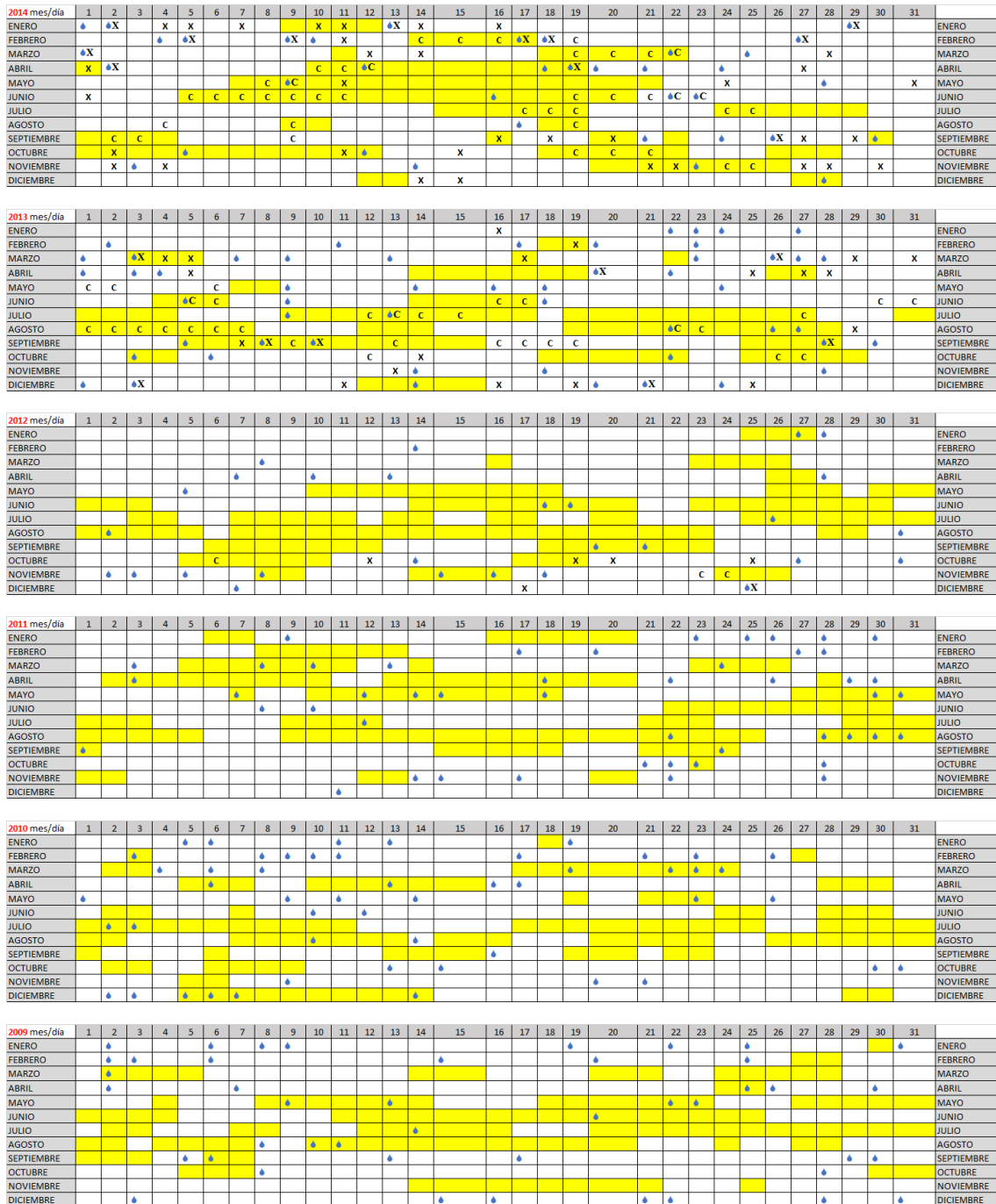


Figura 8. Combinación de datos. Gotas azules indican días con precipitación en el observatorio de Murcia. Cuadros amarillos indican episodios de elevadas concentraciones de polvo en la zona SE según el informe. X indica los días en los que el CIMEL no registró datos por presencia de nubes. C indica los días en los que los valores del CIMEL superaron los umbrales. OBS indica los días de los que se tiene algún registro de lluvia de barro.

Combinando la información de los informes, con los del CIMEL, con la precipitación observada en el observatorio de Murcia, y los registros de lluvia de barro, se estima que el número medio de día de lluvia de barro al año es de 6.3, con una distribución mensual indicada en las siguientes Figuras 9 y 10.

ENE	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANU
0.0	0.3	0.7	1.3	0.7	1.0	0.3	1.0	0.7	0.0	0.3	0.0	6.3

Figura 9. Valores medios mensuales de lluvias de barro en el observatorio de Murcia, obtenidos de la combinación de los datos de los informes, los del CIMEL, la precipitación observada y la lluvia de barro observada.

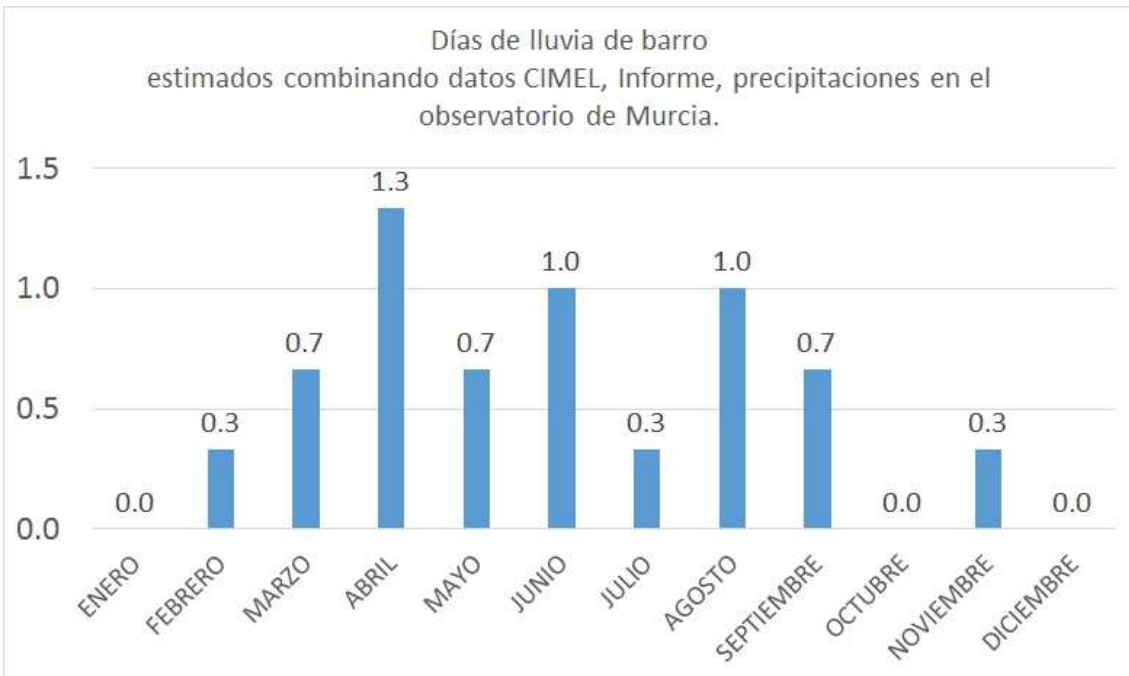


Figura 10. Valores medios mensuales de lluvias de barro en el observatorio de Murcia, obtenidos de la combinación de los datos de los informes, los del CIMEL, la precipitación observada y la lluvia de barro observada.

Agradecimientos

Enric Terradellas y Juan Ramón Moreta, que ofrecieron información valiosa en la elección de los umbrales del CIMEL.

Plácido García, que propuso y buscó indicios de lluvias de barro en las bandas del heliógrafo.

Resto de la DT, que dio su impresión sobre el número medio de días percibidos de lluvia de barro en Murcia.