

**PRECIPITACIÓN INTENSA EN LA REGIÓN DE MURCIA.
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y RELACIÓN CON LA CIRCULACIÓN
SINÓPTICA (1980-2000)**

Verónica MARCO ORTEGA¹, María J. ESTRELA NAVARRO¹, Juan Javier MIRÓ
PÉREZ²

¹ *Departamento de Geografía, Universitat de València, Spain*

² *Departamento de Física de la Tierra y Termodinámica, Universitat de València,
Spain*

**veronica.marco.ortega@gmail.com, maria.jose.estrela@uv.es,
javier.miro-perez@uv.es**

RESUMEN

La región de Murcia se enmarca en un clima mediterráneo con un régimen de precipitaciones muy variable e irregular. De hecho, la precipitación varía sustancialmente de un año a otro, y períodos de sequía severa a menudo terminan en episodios de lluvia torrencial que, en solo 24 horas, pueden producir cantidades de precipitación que exceden la precipitación anual promedio. El objetivo de este trabajo es analizar la distribución espacial de la precipitación intensa asociada a las advecciones de levante en la región de Murcia y su relación con la circulación sinóptica. Se han trabajado los eventos del período 1980-2000 con más de 100 mm en 24 horas. Los resultados indican la existencia de cinco patrones generales de distribución vinculados a determinadas configuraciones sinópticas. El Litoral Este y la zona Norte del territorio murciano se revelan como las áreas con mayor frecuencia de eventos de precipitaciones intensas en el período analizado.

Palabras clave: precipitaciones intensas, distribución espacial, circulación sinóptica, Región de Murcia.

ABSTRACT

The region of Murcia is located in a Mediterranean climate with a very variable and irregular rainfall regime. In fact, precipitation varies substantially from one year to another, and severe drought periods often end in episodes of torrential rain that can produce rainfall amounts exceeding the average annual rainfall in just 24 hours. The aim of this research is to analyze the spatial distribution of intense rainfall associated with the East advections in the region of Murcia and its relationship with the synoptic circulation. The events with more than 100 mm in 24 hours within the period 1980-2000 have been consulted. The results indicate the existence of five general patterns of distribution with a close relationship with certain synoptic situations. The East Coast and the north area of the territory of Murcia are revealed as the areas in which there is a greater frequency of intense rainfall events during the analyzed period.

Key words: intense precipitation, spatial distribution, synoptic circulation, Region of Murcia.

1. INTRODUCCIÓN

La región de Murcia (Fig. 1), localizada al sureste de la Península Ibérica, presenta una gran variabilidad paisajística y topográfica, modulada por un relieve accidentado con altitudes que superan los 1000 m (Romero y Alonso, 2007). Las sierras, generalmente de disposición OSO-ENE, contrastan con corredores intramontanos, llanuras y altiplanos, a lo que se suma un clima de carácter semiárido muy matizado y condicionado por el relieve. Aunque la región se ve transitada por distintas advecciones de carácter polar y tropical, son las masas de aire cálido tropical, modificadas en su recorrido por el mar Mediterráneo, las que dominan (Conesa y Alonso, 2006; Romero y Alonso, 2007). De hecho, las altas presiones subtropicales son las predominantes, dando lugar a las intensas sequías que registra la región.

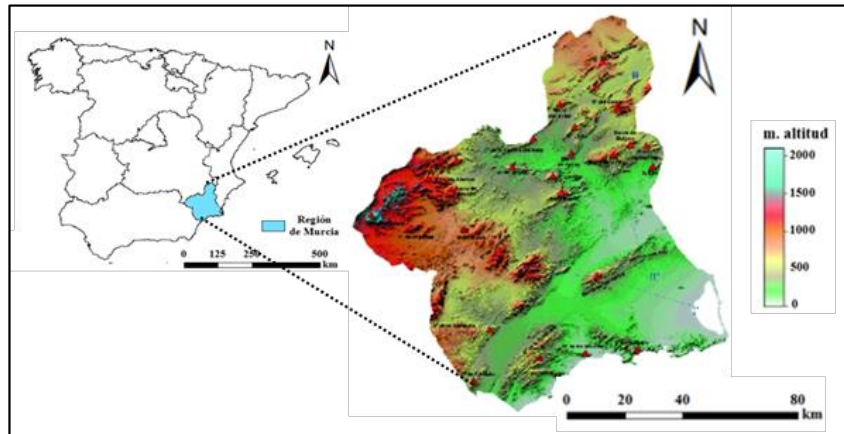


Fig. 1: Relieve y localización de la Región de Murcia dentro del territorio de España

La presencia de precipitaciones en la región depende más de las masas polares que de las tropicales. Pero son las situaciones sinópticas asociadas a los flujos del Este las que generan la mayor parte de la precipitación, suponiendo más de la mitad de la precipitación total hacia el Sureste y Sur de la región (Fig. 2). Especialmente es la formación de vórtices desprendidos de la corriente en chorro y procesos de intercambio de energía en el Mediterráneo Occidental lo que genera lluvias torrenciales. Mientras que los flujos del Oeste apenas generan precipitaciones (Conesa y Alonso, 2006; Miró et al. 2009, 2018).

Los sectores más lluviosos son la comarca del Noroeste y las sierras interiores, como Sierra Espuña. Mientras que los más secos son el litoral más meridional, Fosa del Guadalentín y puntos a sotavento del Noreste (Fig. 2), naturalmente resguardados de la mayor parte de flujos, tanto de Poniente como de Levante (Romero y Alonso, 2007). Las precipitaciones intensas en la región son más frecuentes en otoño, coincidiendo con la irrupción y posterior bloqueo de masas de aire frío en los niveles altos de la

atmósfera. Largos períodos de sequía son a menudo interrumpidos por lluvias torrenciales que originan grandes avenidas e inundaciones (Gil, 1999). Además, las precipitaciones son muy irregulares en el espacio y en el tiempo, concentrándose en pocos días, y siendo muy frecuentes registros de más de 100 mm en 24 horas en zonas donde la precipitación anual ronda los 350 mm/año (Rivera, 1990; Erena y Rincón, 1996).

La mayoría de estudios de carácter pluviométrico sobre la región se han centrado en aspectos principalmente hidrológicos, y del riesgo e impacto sobre la población y el territorio de inundaciones, avenidas y erosión (Rivera, 1990; López, 1971; López y Romero, 1992). Hay, sin embargo, algunos estudios que han caracterizado tipos sinópticos generales para la precipitación en el dominio de la Confederación Hidrográfica del Segura, que coinciden bien con los establecidos para el Este peninsular (Estrela et al. 2002; Miró et al. 2018), mientras que a menudo se analiza simplemente la configuración sinóptica concreta de episodios relevantes específicos. Todos ellos coinciden en señalar que estas precipitaciones se asocian a flujos de Levante que atraviesan un mar Mediterráneo muy cálido después de un largo verano, sirviendo de gatillo, aunque no siempre (Estrela et al. 2002), la presencia de un embolsamiento de aire frío o sector de difluencia en altitud. Los relieves montañosos del interior murciano son además un elemento clave para el disparo en la vertical de estos flujos (López, 1971; Conesa y Álvarez, 2002).

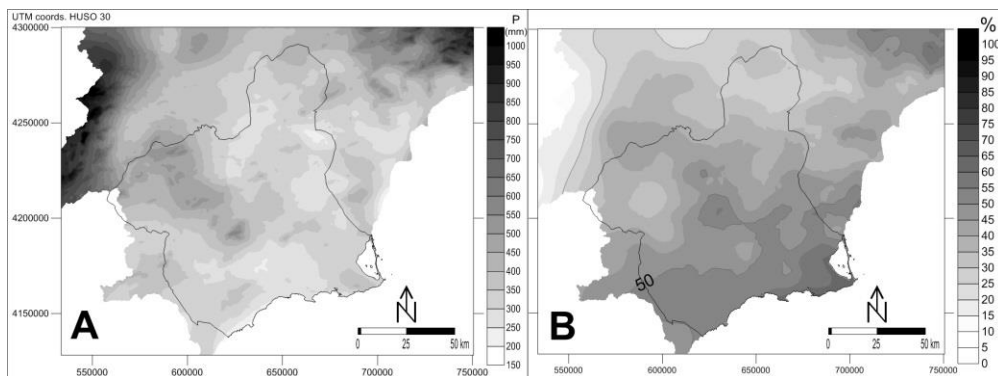


Fig. 2: Precipitación total anual (A) y peso en porcentaje que la precipitación por advecciones del Este tiene sobre la precipitación anual (B). Fuente: elaboración propia a partir de la CDRD-HR-EIP-1955-2016 database (Miró et al., 2018).

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio cuyo objetivo ha sido caracterizar los patrones principales de distribución espacial de los episodios de precipitaciones intensas (≥ 100 mm diarios) que se han producido en la Región de Murcia en el período comprendido entre 1980 y 2000, y relacionarlos con una configuración sinóptica específica.

2. METODOLOGÍA

Los datos pluviométricos utilizados son los registrados por la red de observatorios meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (55 observatorios en total para el período de estudio).

El criterio para considerar un evento ha sido tener una precipitación diaria ≥ 100 mm en al menos 6 observatorios. Ello ha dado lugar a identificar 16 episodios de precipitaciones intensas para el período 1980-2000 (Tabla 1). Con ello se han eliminado episodios muy puntuales posiblemente más ligados a procesos puramente convectivos.

Se ha aplicado un cálculo de componentes principales (PCA) para la obtención de clústeres que clasificaron los episodios en 5 grupos con una distribución pluviométrica similar en el espacio. Con el análisis PCA se redujo la dimensionalidad del conjunto de datos hasta tener 7 componentes principales. De ellos, los dos últimos correspondieron a un patrón territorial más difuso, por lo que consideramos que corresponden esencialmente a ruido. Los otros cinco componentes tuvieron un patrón espacial más coherente, explicando una varianza total del 87%, y son los que han dado lugar a los 5 grupos mencionados. Y su representación espacial se ha realizado mediante la cartografía del máximo diario de cada evento, utilizando el software ArcGIS 10.3 y Kriging ordinario como método de interpolación.

EVENTO	PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN	MÁXIMA PRECIPITACIÓN REGISTRADA (mm)
19-20 octubre 1982	Norte	158 mm
21-22 febrero 1985	Litoral Este	160,5 mm
7-8 marzo 1986	Interior Centro	103 mm
3-4 noviembre 1987	Litoral Este	298,5 mm
16-17 febrero 1988	Norte	100 mm
11-12 noviembre 1988	Norte	110 mm
4-5 septiembre 1989	Norte	219 mm
7-8 septiembre 1989	Litoral Sur	117,2 mm
29-30 septiembre 1989	Litoral Este	130,4 mm
15-16 octubre 1989	Litoral Sur	169 mm
14-15 noviembre 1989	Oeste	197 mm
3-4 febrero 1993	Litoral Este	171 mm
26-27 septiembre 1997	Oeste	115,5 mm
29-30 septiembre 1997	Interior Centro	143,2 mm
14-15 septiembre 1999	Oeste	112 mm
22-23 octubre 2000	Litoral Este	160 mm

Tabla 1: Eventos de precipitación intensa en la Región de Murcia (1980-2000) y patrones de distribución espacial.

Aunque los procesos que intervienen en la génesis de lluvias intensas son complejos y van más allá del aspecto sinóptico (temperatura del mar, topografía local, etc.), el análisis sinóptico permite distinguir rasgos comunes en la génesis de estas precipitaciones. De modo que se ha realizado el análisis sinóptico de cada uno de los

eventos, para establecer después los rasgos generales sinópticos comunes para cada uno de los grupos de eventos establecidos.

3. RESULTADOS. ANÁLISIS DE EVENTOS

3.1. Aspectos sinópticos generales

En primer lugar, se ha evidenciado que todos los eventos analizados se asocian a advecciones del Este en superficie, siendo las más frecuentes las direcciones E y ENE, seguidas de la SE, y con las siguientes características generales:

- Un centro de altas presiones de bloqueo sobre el continente europeo, que suele ser persistente, permitiendo advecciones E-W de larga trayectoria y recarga de humedad sobre el Mediterráneo.
- La advección es estable en gran parte de su recorrido sobre el Mediterráneo, permitiendo una recarga en humedad creciente. Hay una clara relación entre advecciones de largo recorrido y precipitaciones intensas (Estrela et al. 2002).
- La advección del Este se inestabiliza y dispara en la vertical al llegar a la región por la presencia de aire frío en niveles altos y medios asociado a vaguadas o depresiones cercanas a la Península Ibérica.

La circulación atmosférica en altura muestra siempre un índice zonal bajo, con patrones de circulación variados:

- 1) Vaguadas con eje Suroeste-Nordeste, e incluso Oeste-Este relacionadas con profundas ondulaciones en forma de omega de la circulación atmosférica. La circulación dentro de la vaguada puede evolucionar hacia una depresión aislada en los niveles altos (gota fría).
- 2) La profundización de las ondulaciones del flujo da lugar a circulaciones en forma de rombo, con una célula anticiclónica al Norte y una depresión aislada en niveles altos al Sur. Este tipo de circulación y los estados avanzados de la anterior se agrupan en las llamadas situaciones de bloqueo.
- 3) Vaguadas de eje Norte-Sur con descolgamiento de depresión aislada. Se da un rápido cambio de una circulación del Oeste a otra del Este en superficie, y de depresión aislada en niveles altos, debido a la reactivación de un frente atlántico al alcanzar el Mediterráneo.

3.2. Distribución espacial de las precipitaciones

Es patente una fuerte tendencia a focalizarse los eventos en unas áreas determinadas, destacando además la estrecha relación de los eventos con el otoño (12 eventos). Fuera del otoño sólo tenemos tres eventos en invierno y uno en primavera.

Se han distinguido cinco patrones de distribución de la precipitación intensa máxima en la Región de Murcia (Fig. 3):

- 1) Focalización en el interior y centro. Los focos de precipitación intensa se localizan en torno a la Sierra de Espuña, dentro de las alineaciones montañosas sub-béticas. Se enmarcan en este tipo dos eventos, uno de otoño y otro de primavera. La orografía de estos sectores prelitorales está relativamente bien expuesta a las advecciones del Este.

- 2) Focalización en el litoral este. Este patrón de distribución es uno de los dos con mayor frecuencia de eventos en el período de estudio (cinco eventos). Su localización espacial se relaciona con la exposición que proporcionan los relieves litorales y prelitorales más orientales del territorio murciano, cercanos al Campo de Cartagena (Sierra de la Muela, Cabo Tiñoso, y Sierra de Carrascoy). Estos relieves prelitorales, aunque muy modestos, son los mejor situados para provocar el disparo en la vertical de los flujos húmedos mediterráneos.
- 3) Focalización en el litoral sur. Sólo dos eventos se enmarcan en este grupo. Al igual que para el litoral este, en este caso el relieve tiene especial relevancia en la configuración de las precipitaciones, especialmente la Sierra de Almenara. Los eventos que focalizan en esta área suelen producir importantes aumentos del caudal del río Guadalentín que en algunos casos han ocasionado graves inundaciones y riesgos.
- 4) Focalización en el norte. Junto a la zona litoral este es la que presenta el mayor número de eventos de precipitaciones intensas (cinco eventos). En este tipo podemos diferenciar un subtipo focalizado en el noroeste de la Región (sectores de Calasparra y Cieza). Las precipitaciones están muy ligadas a los relieves montañosos de la Sierra de Carche y Sierra de la Pila.
- 5) Focalización en el oeste. En el período de análisis tres eventos pertenecen a este tipo. Son eventos que afectan a las zonas situadas más al interior, y en conjunto son los menos torrenciales en cuanto a concentración en un pico máximo puntual, mientras que en contrapartida presentan acumulados generales de precipitación más altos.

En resumen, el Norte y el Litoral Este son las dos zonas con mayor frecuencia de eventos de lluvias intensas y torrencialidad en la región, de acuerdo a los criterios aplicados. Aquí, los factores topográficos parecen tener un papel clave, al favorecer el ascenso orográfico de los flujos húmedos del Este (Fig. 1 y 2). El extremo oriental del sistema Penibético (Sierra de Carrascoy), las alineaciones montañosas de la Cordillera Subbética (Sierra de la Pila) y los rebordes montañosos del Prebético (Sierra del Carche), son los principales puntos de disparo.

1.2. Precipitaciones intensas y su relación con la circulación sinóptica

El análisis de la situación sinóptica asociada a cada evento torrencial ha de tener en cuenta tanto las condiciones de superficie como las condiciones en niveles altos. En superficie, los condicionantes suelen caracterizarse de forma más simple al presentar el típico anticiclón sobre Europa favoreciendo las trayectorias de largo recorrido, aunadas por una baja relativa sobre el Norte de África. Aunque esta situación presenta a veces variaciones consistentes en la formación de ciclogénesis sobre el Golfo de Cádiz o Mar de Argel.

Frente a esto, las condiciones en niveles altos presentan mayor variabilidad. Al igual que en los estudios realizados por Estrela et al. (2002) para la Comunidad Valenciana, se han caracterizado cuatro patrones atmosféricos: desplazamiento de estructuras de bloqueo, ondulación del flujo zonal, desplazamiento retrógrado y debilidad de la circulación (Fig. 4):

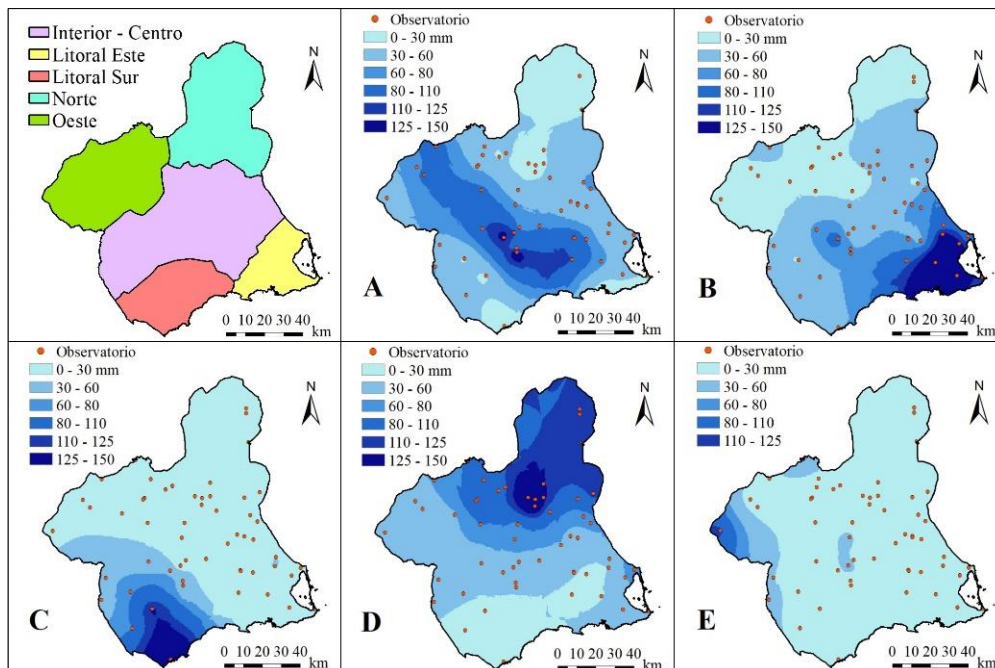


Fig. 3: Torrencialidad en la Región de Murcia. A. Focalización en la zona Interior-Centro (evento 29-30 septiembre 1997); B. Focalización en el litoral Este (evento febrero 1993); C. Focalización en el litoral Sur (evento de octubre 1989); D. Focalización en la zona Norte (evento septiembre 1989); E. Focalización en el Oeste (evento 26-27 septiembre 1997)

3.2.a. Desplazamiento de estructuras de bloqueo

Una estructura de bloqueo se forma previamente en el Atlántico oriental desplazándose ligeramente hacia el este. Las lluvias se producen a medida que se va aproximando el flanco sur de la rama ascendente de la vaguada, que puede evolucionar hacia una depresión fría aislada en niveles altos pasando a través del Estrecho de Gibraltar (caso del evento de septiembre de 1997). El resto de eventos de este tipo (marzo 1986, noviembre 1987, noviembre 1988, septiembre 1989, octubre 1989, septiembre 1999) presentan más bien una depresión al norte de las Islas Canarias y altas presiones sobre Europa occidental y Mediterráneo, pero manteniendo en superficie una advección de largo recorrido sobre el Mediterráneo. Es una de las situaciones más frecuentes en los eventos analizados. A esta situación se asocian los grupos de eventos vinculados al interior-centro, litoral sur y oeste de la región, aunque también aparece algún caso en el este y norte.

3.2.b. Ondulación del flujo zonal

El flujo zonal se ondula hasta formar una onda ciclónica profunda, pasando rápidamente de una circulación de alto índice zonal a bajo índice zonal, que favorece la invasión de masas de aire frío polar hasta Península Ibérica. Finalmente, al descender más en latitud, se estrangula hasta formar una importante gota fría hacia el

Golfo de Cádiz, Estrecho o el Mar de Alborán. De este tipo es el evento de octubre de 1982, uno de los más dramáticos por la pérdida de vidas humanas y daños materiales, que afectaron a la vertiente mediterránea de la Península Ibérica (Valencia). Y de características similares son los eventos de febrero de 1988, noviembre 1989, febrero 1993 o el de octubre del 2000. Esta configuración se relaciona con eventos torrenciales en el norte y litoral este de la región (también un caso en el interior oeste), quedando fuera el litoral sur y centro.

3.2.c. Desplazamiento retrógrado

Se trata de situaciones donde el aporte de aire frío en niveles altos se produce a través de una vaguada con eje inclinado Este-Oeste. El aporte en sentido inverso puede producirse, por un lado, por la entrada de aire frío a través del sector oriental o meridional de las dorsales de bloqueo que, al formar vaguadas de eje inclinado evolucionan a gotas frías en el Mediterráneo; o, por el contrario, ser resultado del desplazamiento en sentido inverso de vaguadas previamente formadas y asociadas a grandes irrupciones de aire frío. Únicamente un evento presenta esta configuración exacta (febrero de 1985). Aunque en estudios realizados para la vecina Comunidad Valenciana este patrón se ha mostrado como uno de los más frecuentes (Estrela et al. 2002). Esta configuración se relaciona con eventos en el litoral-este de la región.

3.2.d. Debilidad de la circulación

Se caracterizan por la debilidad de las vaguadas o depresiones en niveles altos. Se trata de eventos en los que la circulación en niveles altos no constituye el gatillo primario en la génesis de precipitaciones intensas, aunque proporciona inestabilidad relativa como factor secundario. Mientras que es la disposición de los centros de acción de superficie, proporcionando una advección mediterránea, el principal factor. Los eventos asociados a este tipo en el período estudiado se caracterizan por darse en verano o inicios del otoño (caso de los dos eventos de septiembre de 1989), y se han producido sólo en el litoral (litoral Este y Sur).

Para el período de análisis la configuración más frecuente en los eventos ha sido la de bloqueo (ocho eventos), seguida por la de ondulación del flujo zonal (cinco eventos). La época del año consideramos que tiene aquí un papel determinante en el tipo de configuraciones. Así, la circulación en niveles altos pasa de tener menor a mayor importancia como factor clave en la génesis, conforme avanza el otoño en la transición desde el final del verano hasta el invierno. De hecho, los dos eventos caracterizados por situaciones de debilidad de la circulación en altura son veraniegos (principios de septiembre). No obstante, sería necesario ampliar el período de análisis para poder tener más confianza en los resultados.

4. CONCLUSIONES

Las advecciones de levante son las principales productoras de lluvias intensas en la Región de Murcia. Las situaciones sinópticas asociadas consisten en advecciones mediterráneas conducidas por anticiclones centrados al Norte de la Península Ibérica y a circulaciones en niveles altos de gran variabilidad, ya sean vaguadas o depresiones aisladas con desplazamiento al Mediterráneo occidental.

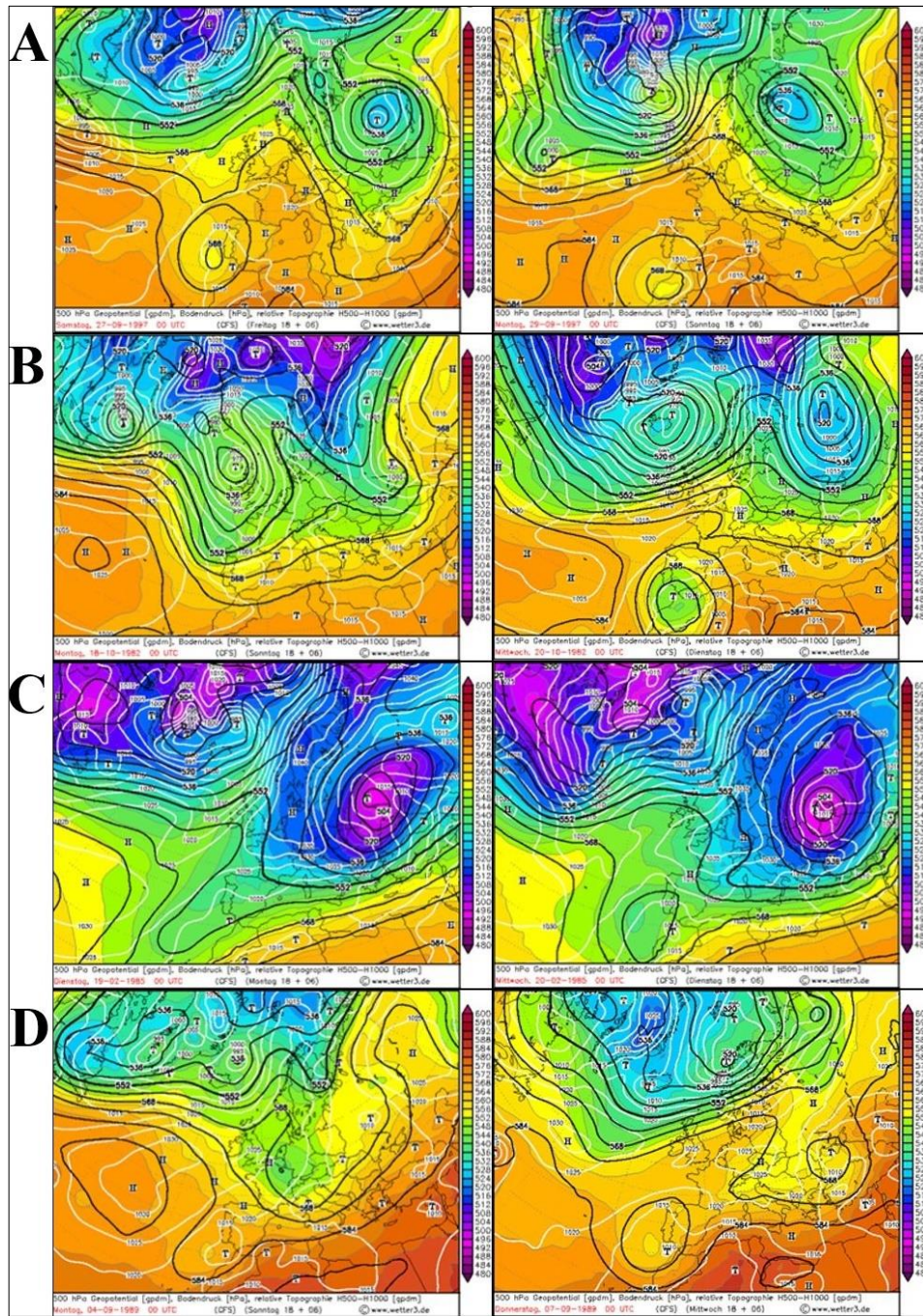


Fig. 4: Patrones atmosféricos asociados a la torrencialidad en Murcia. A. Desplazamiento de estructuras de bloqueo. B. Ondulación del flujo zonal. C. Desplazamiento retrógrado. D. Debilidad de la circulación.

El litoral Este (Comarcas del Mar Menor y Campo de Cartagena) es la zona con mayor frecuencia de eventos de lluvias intensas seguida de la zona Norte (Comarcas Altiplano y Oriental). Por el contrario, el litoral Sur (Comarcas del Bajo y Alto Guadalentín) son los que, para el período de estudio, presentan el menor número de eventos.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo se presentan gran parte de los resultados del Trabajo Final del Máster en Técnicas para la Gestión del Medio Ambiente y del Territorio, de Verónica Marco Ortega realizado en el departamento de Geografía de la Universitat de València.

REFERENCIAS

- Conesa, C.; Alonso, F. (2006): *El Medio Físico de la Región de Murcia*. Murcia, España. Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia. 278 p.
- Conesa, C.; Álvarez, Y. (2002): Energía y erosividad pluvial del otoño en la Región de Murcia. Correlación con el índice de agresividad pluvial de Fournier. *El Agua y el Clima. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A*, 3, 177-188.
- Erena, M.; Rincón, L. (1996): Distribución Espacial de las Precipitaciones en la Región de Murcia (España). Consejería de Medio Ambiente, Agua y Agricultura de Murcia, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA). *International Conference on Mediterranean Desertification; Research Results and Policy Implications*. 11 p.
- Estrela, M.J.; Millán, M.; Peñarocha, D.; Pastor, F. (2002): *De la Gota Fría al Frente de Retroceso. Las precipitaciones intensas en la Comunidad Valenciana*. Colección Interciencias. UNED Alzira-Valencia. Centro Francisco Tomás y Valiente. CEAM. 260 p.
- Gil, E. (1999): Recursos y potencialidades ambientales de la Región de Murcia. *Papeles de Geografía*, 29, 79-94.
- López, F. (1971): Las precipitaciones en Murcia de 1862 a 1971. Universidad de Murcia. *Papeles de Geografía*, 3, 171-187.
- López, F.; Romero, A. (1992): Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la región mediterránea. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 18, 7-28.
- Miró, J.J., Estrela, M.J., Pastor, F. and Millán, M. (2009): Análisis comparativo de tendencias en la precipitación, por distintos inputs, entre los dominios hidrológicos del Segura y del Júcar (1958-2008). *Investigaciones Geográficas*, 49: 129-157, doi:10.14198/INGEO2009.49.07
- Miró, J.J., Estrela, M.J., Caselles, V. and Gómez, I. (2018): Spatial and temporal rainfall changes in the Júcar and Segura basins (1955-2016): Fine-scale trends. *International Journal of Climatology*, accepted in press, doi: 10.1002/joc.5689

- Rivera, A. (1990): Las situaciones de lluvias torrenciales en el área mediterránea y el Plan PREVIMET (I). *La Meteorología en el Mundo Iberoamericano*. Madrid. Año I, Octubre-Diciembre, 2, Publicación del INM.
- Romero, A.; Alonso, F. (Coords.) (2007): *Atlas Global de la Región de Murcia*. Murcia. Ed. La Verdad-CMM S.A. 616 p. Recuperado de www.atlasdemurcia.com