

Aspectos dinámicos relacionados con la ocurrencia de eventos extremos de precipitación en la cuenca del Guadalquivir y estudio de tendencias

José Manuel Jiménez Curado,
Máster en Geofísica y Meteorología, Universidad de Granada año 2012/2013.

RESUMEN

Este trabajo investiga los eventos extremos de precipitación en la cuenca del Guadalquivir a partir de los registros de precipitación diaria en 46 estaciones para el período 1971-2011 en la estación invernal (DEF). Estos eventos extremos se han definido como aquellos que superan el percentil 95 de la serie de la precipitación.

La cuenca del Guadalquivir se ha dividido en tres subzonas: la zona occidental, la central y la zona este-sureste. Esta división se ha realizado teniendo en cuenta la topografía, particularmente la ubicación y la orientación (SW-NE) de la Cordillera Bética, que actúa como una barrera natural impidiendo el paso de los frentes fríos desde el Océano Atlántico hasta el al este-sureste de Andalucía, así como la mayor o menor influencia continental

Se establecieron las tendencias mediante un método simple y directo que refleja la evolución de cada serie temporal a través la tendencia lineal, expresada por la pendiente de la recta de regresión (García, R. 2006). En la interpretación de las tendencias destaca el distinto signo de la pendiente entre las series de los diferentes observatorios. A pesar de que para la mayoría de observatorios no se alcanzan significación estadística, denotan un comportamiento no uniforme dentro del territorio de estudio.

Los principales patrones atmosféricos relacionados con la precipitación extrema han sido investigados para cada zona por separado a partir del PCA de la *hgt* a 1000 hPa de los días seleccionados en cada subzona. Mediante las anomalías observadas en esta variable, se ha llevado a cabo los “*composites*” o generación de mapas con los valores promedios de los datos del reanálisis 1 NCEP -NCAR para la ventana grafica seleccionada. Es decir, que la variable *hgt* en 1000 hPa ha servido para caracterizar la configuración sinóptica de inestabilidad a estudiar y a partir de ella analizar las configuraciones medias de los días asociados para *hgt* en 500 hPa, ω a 850 y 500 hPa y q a 1000, 850 y 700 hPa.

1. INTRODUCCIÓN

El decenio de 2001-2010 fue el más húmedo desde 1901. En el informe titulado “*El estado del clima mundial 2001-2010. Un decenio de fenómenos climáticos extremos*”, se analizaron las temperaturas y precipitaciones mundiales y regionales y fenómenos extremos. El cambio climático es uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Uno de los impactos de mayor alcance del calentamiento global se refiere al ciclo hidrológico. En este sentido, Trenberth (1999) postuló una intensificación del ciclo hidrológico debido al aumento en la

concentración de gases de efecto invernadero, y por tanto, a un aumento de la temperatura terrestre, consecuencia de la mayor absorción de radiación infrarroja por la atmósfera, que implica una mayor capacidad de retención de agua en la atmósfera, así como a un aumento de la evaporación. Ambos efectos juntos aumentarían la humedad atmosférica. Debido a la importancia de los estudios regionales de los fenómenos climáticos extremos para evaluar su potencial impacto climático, el presente estudio evalúa la variabilidad de los eventos extremos de precipitación en la cuenca del

Guadalquivir y sus correspondientes situaciones sinópticas asociadas.

La comprensión del mecanismo atmosférico que conlleva situaciones de fuertes episodios de precipitación es necesaria para evaluar el riesgo de los peligros naturales así como para el desarrollo de estrategias de mitigación y respuesta a estos acontecimientos extremos.

2. DATOS

2.1 Datos de precipitación

Los datos de precipitación utilizados en este estudio han sido suministrados por la Agencia Estatal de Meteorología, AEMet. La base de datos original comprende registros de precipitación diaria de 273 observatorios distribuidos en toda la zona de la cuenca del río Guadalquivir, cubriendo diferentes periodos de tiempo. El control de calidad realizado en las series de datos finalmente nos ha llevado a trabajar 46 series de precipitaciones diarias (17 ubicadas en la zona oeste, 22 en la central y 7 en la este-sureste)

2.2 Datos de variables atmosféricas a diferentes niveles de presión

Los datos atmosféricos promedios diarios de la altura geopotencial (*hgt*) a 1000 y 500 hPa, de la velocidad vertical (ω) a 850 y 500 hPa así como de la humedad específica (*q*) a 1000, 850 y 700 hPa, utilizados para la clasificación de los patrones sinópticos asociados a precipitaciones extremas, fueron extraídos de la base de datos del reanálisis NCEP-NCAR 1 en una región espacial que cubre la mayor parte de Europa y del Atlántico norte.

3. METODOLOGÍA

La cuenca del Guadalquivir se ha dividido en tres subzonas: la zona occidental (O), la central (C) y la zona este-sureste (ESE). Se han considerado como eventos extremos aquellos valores de precipitación que superan el percentil 95 (p95) de cada

una de las series correspondientes a las 46 estaciones.

Para clasificar los patrones sinópticos relacionados con los eventos extremos se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) en el modo T a los valores de altura geopotencial en 1000 hPa para los días extremos seleccionados para cada una de las tres subzonas obteniéndose las componentes principales con sus patrones espaciales asociados. A partir de la clasificación de estos días en patrones sinópticos se analizaron los campos medios asociados de *hgt* en 500 hPa, de ω a 850 y 500 hPa y de *q* a 1000, 850 y 700 hPa.

4. RESULTADOS

4.1 Tendencia de los eventos extremos de precipitación en invierno

La Figura 1 muestra el valor de las tendencias en la ocurrencia de los eventos extremos de precipitación en las 47 estaciones estudiadas pertenecientes a la cuenca del Guadalquivir.

La tendencia general en la zona de estudio es a la de un incremento en la aparición de eventos extremos de precipitación siendo la subzona C la que muestra una tendencia positiva más marcada. La subzona O también muestra este aumento, no obstante la tendencia positiva es menos importante. La subzona ESE tiene un comportamiento con tendencia negativa a la ocurrencia de eventos extremos en la estación invernal por término medio.

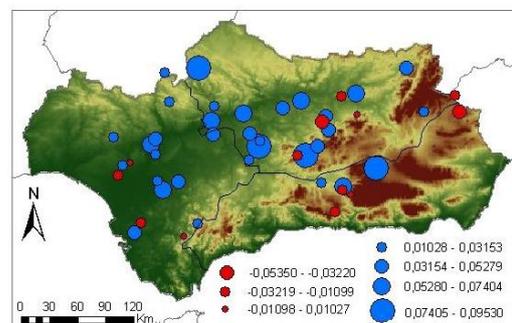


Fig.1 Tendencia a la ocurrencia de fenómenos extremos de precipitación (azul: positiva, roja: negativa)

4.2 Patrones de la circulación atmosférica asociados a episodios de precipitación extremas

Los principales patrones atmosféricos relacionados con la precipitación extrema han sido investigados para cada subzona por separado a partir del PCA de la *hgt* a 1000 hPa de los días seleccionados. Mediante las anomalías observadas en esta variable, se ha llevado a cabo los "composites" o generación de mapas con los valores promedios de los datos del reanálisis 1 NCEP -NCAR para la ventana grafica seleccionada. Es decir, que la variable *hgt* en 1000 hPa ha servido para caracterizar la configuración sinóptica de inestabilidad a estudiar y a partir de ella analizar las configuraciones medias de los días asociados de *hgt* en 500 hPa, ω a 850 y 500 hPa y *q* a 1000, 850 y 700 hPa. Para la subzona O, 2 son las PCs Principales extraídas al realizar el PCA que explican aproximadamente un 50% de la varianza total y 3 para la subzona C, explicando un 67%. Para la subzona ESE, con un menor numero de días, se han necesitado 3 PCs, que explican algo más del 68% de la varianza de las situaciones que generan los eventos extremos de precipitación.

4.2.1 Subzona O: parte occidental de la cuenca del Guadalquivir

El principal patrón sinóptico asociado a las fuertes lluvias en la subzona O se configura como una baja presión en superficie (1000 hPa) al oeste de las Islas Británicas con una gran ratio de acción teniendo reflejo en altura (500 hPa) en un centro aislado algo más al sur y que se extiende a modo de vaguada hacia el oeste de la PI. La variable ω , velocidad de ascenso, se sitúa con valores negativos claramente al suroeste peninsular y Atlántico próximo, siendo más negativa a niveles más altos por lo que la tendencia es una mayor ascendencia de la masa de aire en la inestable columna. El viento sopla desde el SW en esta configuración tanto a 1000 como a 500 hPa (también en los niveles intermedios). Esto facilita la advección de *q*, que alcanza

valores máximos a 1000 hPa (0.01 kg/kg) en el Atlántico cercano a la zona suroccidental de la PI. Además, al tener baja presión una gran extensión, su circulación es amplia y la advección de *q* comienza desde distancias lejanas (45° W). En niveles más elevados, *q* sigue mostrando los valores más elevados nuevamente en torno al sur-suroeste de la PI, así como en al Atlántico próximo y norte de África. Cabe destacar que el proceso se produce bajo un marco de anomalías positivas importantes de *q* con respecto al campo medio en invierno, sobre todo al nivel de 850 hPa y en el Atlántico próximo a la PI (Fig.2)

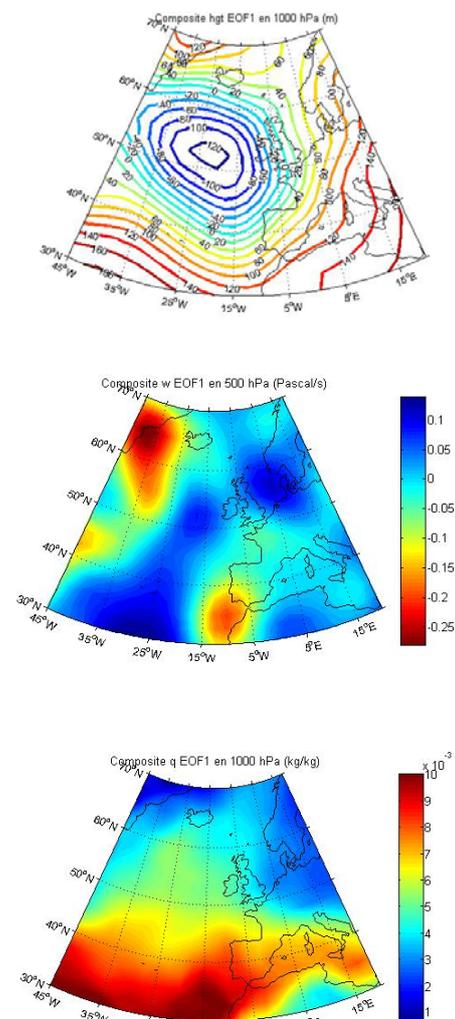


Fig. 2 Mapas más significativos para las tres variables estudiadas de la Primera Componente Principal en la subzona O

4.1.2 Subzona C: parte central de la cuenca del Guadalquivir

La primera PC de *hgt* a 1000 hPa (24,4 % de varianza explicada) representa primer patrón sinóptico caracterizado por la presencia de una baja presión profunda situada algo más al sur de Islandia (más cercana a las Islas Británicas) y extendiéndose a modo de vaguada por gran parte del oeste y centro de la PI. En altura, el centro aislado se sitúa muy al norte de la PI no obstante, la vaguada barométrica a 500 hPa afecta a gran de la PI. La variable ω , alcanza valores negativos entorno al oeste y centro peninsular siendo más importantes en altura que en niveles más bajos (mientras que a 850 hPa ω está más extendida hacia el sur, a 500 hPa ω se intensifica y se posiciona hacia latitudes más elevadas y afectando claramente a la subzona C). En cuanto al comportamiento de q , muestra valores algo elevados en superficie (0.009 kg/kg) en el Atlántico próximo, al suroeste peninsular e incluso a 850 y 700 hPa se siguen observando los valores máximos en el área de estudio, destacando a 850 hPa en el norte de Marruecos y a 700 hPa en una banda desde el Golfo de Cádiz al Mediterráneo Occidental. Teniendo en cuenta que el viento bajo esta configuración es esencialmente del W a 1000 hPa mientras que a 500 hPa toma una componente más SW, existe advección de q de los valores máximos a 1000 hPa situada en el Atlántico cercano a la zona sur-occidental de la PI. En niveles algo más elevados, donde el viento empieza a perder la componente N y hacerse más del W y, teniendo en cuenta los valores de q a 700 hPa (los más elevados de toda la rejilla), todo parece indicar que la humedad necesaria para la formación necesaria de la nubosidad puede estar siendo advectada desde niveles menos superficiales a diferencia de lo que ocurre en la subzona O (Fig.3)

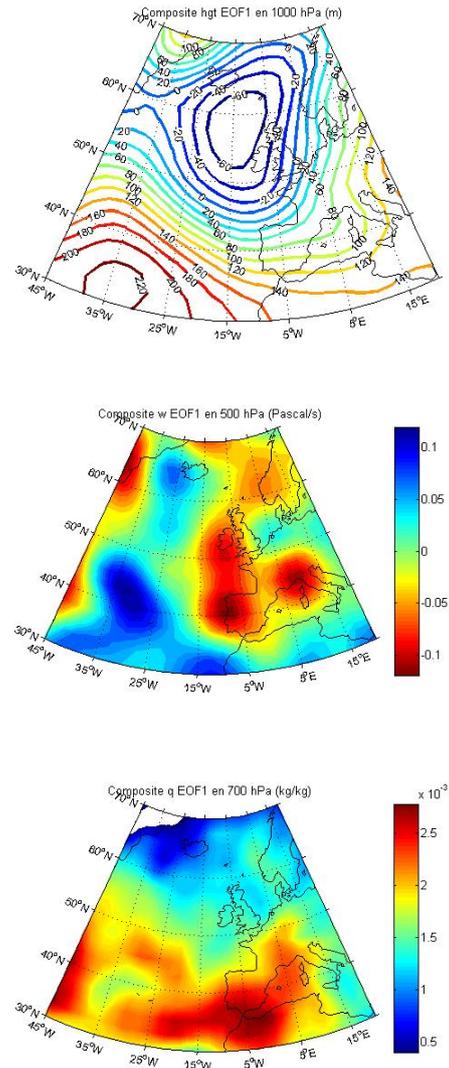


Fig. 3 Mapas más significativos para las tres variables estudiadas de la Primera Componente Principal en la subzona C

4.1.3 Subzona ESE: parte este-sureste de la cuenca del Guadalquivir

El principal patrón sinóptico asociado a las fuertes lluvias en la subzona ESE presenta en superficie una baja relativa en el sureste de la PI aislada de la circulación zonal predominante, asociada a una “circulación en rombo”. Estas configuraciones son precursoras, en otras épocas del año de la formación de DANAs (depresiones aisladas en niveles altos). En altura tenemos una vaguada inclinada a modo de dorsal pero orientada de NW a SW típica de estas situaciones, con su eje en el oeste de la PI. El valor negativo más importante de ω se encuentra a 500 hPa, siendo a 1000 hPa

ligeramente negativa y su ubicación rodea a la subzona ESE. Teniendo en cuenta que, bajo esta configuración sinóptica el viento tendría una cierta componente SE a 1000 hPa y a 500 hPa sería claramente del SW la advección de q puede darse a varios niveles, incluso en niveles bajos desde el mar Mediterráneo próximo hacia la subzona ESE.

A diferencia de los principales patrones que explican los eventos de precipitación extrema en la subzona O y C, los valores máximos o elevados de q se hayan situados en el Mediterráneo occidental en todos los niveles (Fig. 4)

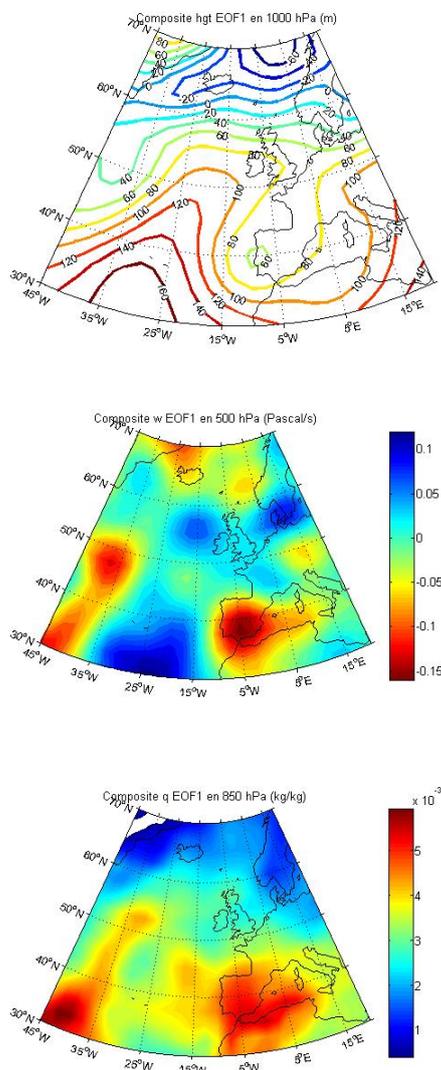


Fig. 4 Mapas más significativos para las tres variables estudiadas de la Primera Componente Principal en la subzona ESE

5. RESUMEN Y DISCUSIÓN

La región es de especial interés debido a sus características climáticas y topográficas, su vulnerabilidad ante eventos extremos de precipitación, y el notable impacto socioeconómico de estos eventos.

En cuanto a la variabilidad de los eventos extremos de precipitación, la zona de estudio ha sido dividida en tres subzonas (occidental, O, central, C, y este-sureste, ESE). Las tendencias de invierno en la frecuencia de precipitaciones extremas (por encima del p95) son predominantemente crecientes en las subzonas O y C, mientras no se aprecia una tendencia predominante en la subzona ESE, donde además el número de estaciones es muy bajo, y por tanto los resultados deben considerarse poco concluyentes.

Además, se han analizado los patrones sinópticos asociados a las fuertes lluvias para las tres subzonas. Las dos principales configuraciones sinópticas en las subzonas O y C de la cuenca del Guadalquivir, se caracterizan por (1) un centro de baja presión localizado al oeste o noroeste de la PI, proporcionando flujo húmedo (advección de q) desde el Atlántico cercano hacia el suroeste de la cuenca con importantes valores negativos de ω y (2) una intensa circulación zonal con un centro de bajas presiones al oeste de las Islas Británicas. Para la subzona ESE de la cuenca, el patrón atmosférico predominante que produce fuertes precipitaciones en invierno consiste en un centro de baja presión en superficie sobre el sur de la PI acompañado de una marcada vaguada en 500 hPa con su eje en el oeste de la PI, con un fuerte flujo del suroeste sobre el sureste de la PI y anomalías positivas de q en el Mediterráneo en los tres niveles considerados. La variable ω es significativamente negativa en niveles altos (500 hPa). Estos patrones, pueden asociarse con la posición que adoptan los grandes centros de acción de bajas y altas presiones en situaciones de NAO negativa como ya estudiaron Hidalgo-Muñoz *et al.* (2011).