

# EVALUACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS EN EL ATLÁNTICO NORTE Y EUROPA SEGÚN LOS MODELOS CLIMÁTICOS DEL CMIP3

Susana Nieto <sup>(1)</sup>, Concepción Rodríguez-Puebla <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Matemática Aplicada, Universidad de Salamanca, [sni@usal.es](mailto:sni@usal.es)

<sup>(2)</sup> Departamento de Física de la Atmósfera, Universidad de Salamanca, [concha@usal.es](mailto:concha@usal.es)

## RESUMEN

El objeto de este estudio es analizar de qué manera los actuales modelos climáticos globales representan la variabilidad climática en la zona del Atlántico Norte y Europa. Para ello, se ha estudiado el comportamiento de diversas variables a gran escala proporcionadas por diferentes modelos del IPCC, en particular variables que están relacionadas con la climatología de la Península Ibérica.

Los modelos utilizados son los proporcionados por el WCRP (*World Climate Research Programme*) en su proyecto de comparación de modelos acoplados CMIP3 (*Coupled Model Intercomparison Project phase 3*). Dado el gran número de modelos climáticos proporcionados por el PCDMI (*Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison*) en su página web <http://www-pcmdi.llnl.gov/>, se ha procedido a una selección de dichos modelos, analizando aquellos que mejor representan el comportamiento observado. Dicho comportamiento observado en el Atlántico Norte es caracterizado a partir de los datos del reanálisis del NNR (*NCEP/NCAR Reanalysis 1, National Center for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research*) en su página web <http://www.cdc.noaa.gov/> (Kalnay et al. 1996)

Las variables utilizadas son la presión a nivel del mar y la corriente en chorro, ambas relacionadas con variables climáticas de interés en la Península Ibérica, como es el caso de la precipitación (Nieto and Rodríguez-Puebla, 2006). El análisis se ha realizado para los datos anuales desde 1950 hasta el año 2000 y se han utilizado como métodos de estudio el Análisis de Componente Principales o Análisis EOF (Jolliffe 2002; von Storch 1995 y Preisendorfer and Mobley 1988) y la correlación espacial entre los patrones espaciales.

En la Figura 1 se muestra el EOF1 de presión a nivel del mar anual obtenido con el Análisis de Componentes Principales a partir de los datos de reanálisis. Este primer modo de variabilidad está relacionado con la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, Barston and Livezey 1987, Hurrell 1995, Hurrell and van Loon, 1997), y tiene un porcentaje de variabilidad asociada del 47.1%.

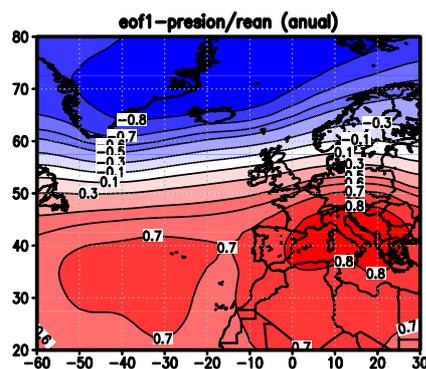


Fig. 1.- EOF1 de presión a nivel del mar anual para los datos del NNR.

Con el objeto de seleccionar los modelos que mejor representan este patrón, se ha realizado un “regrid” de los datos de los modelos, lo que permite realizar una correlación espacial entre este EOF1 y el correspondiente EOF1 de los datos de presión a nivel del mar anual de los modelos. Esta correlación espacial, junto con el porcentaje de variabilidad asociada del EOF1, se muestra en la tabla 1, en la que están reflejados los modelos que muestran mejores resultados de ajuste con los datos de reanálisis. Estos modelos son el noruego BCCR, el americano CCSM3, los británicos HADCM3 y HADGEM1, el francés IPSL y los japoneses MIROC y MRI. Información detallada sobre estos modelos puede encontrarse en la página web <http://www-pcmdi.llnl.gov/projects/modeldoc/cmip/index.html>

MODELO	CORRELACIÓN ESPACIAL	VARIABILIDAD EXPLICADA
BCCR	-0.96797	54.7%
CCSM3	0.96372	43.9%
HADCM3	0.96800	44.3%
HADGEM1	-0.97958	46.2%
IPSL	0.96272	44.2%
MIROC	0.97452	47.4%
MRI	-0.96797	53.5%

Tabla 1.- Correlación espacial entre el EOF1 de presión a nivel del mar de los modelos y el EOF1 de presión a nivel del mar del NNR y variabilidad asociada a dicho EOF1.

Una vez seleccionados estos siete modelos, en la Figura 2 se muestra como ejemplo el EOF1 correspondiente a los modelos con mayor correlación espacial con los datos del NNR, que son el modelo británico HADGEM1 y el modelo japonés MIROC. Analizando los mapas correspondientes no sólo a estos sino a todos los modelos, podemos ver como en todos los casos la NAO está correctamente bien representada para estos modelos climáticos.

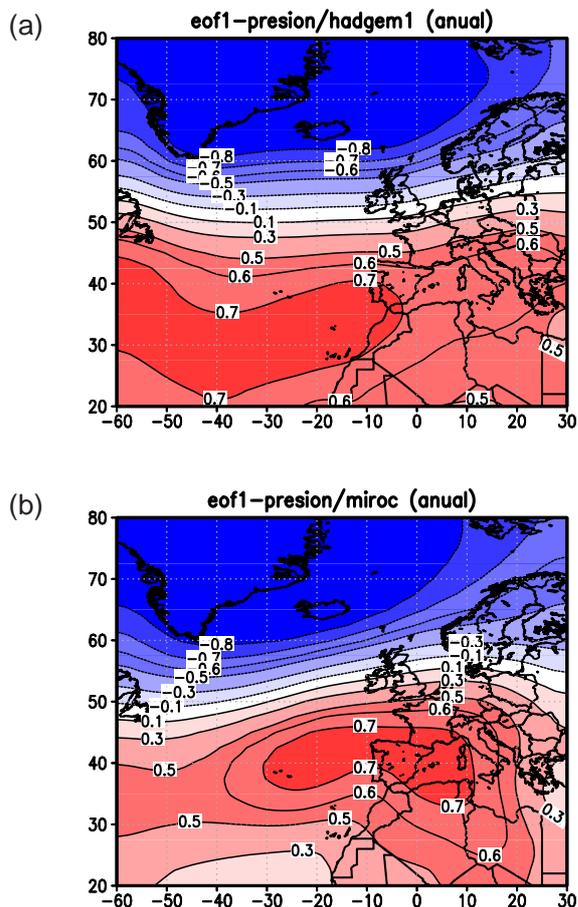


Fig. 2.- EOF1 de presión a nivel del mar anual para los modelos: (a) HADGEM1 y (b) MIROC.

Un posible planteamiento para la descripción del comportamiento de la presión a nivel del mar, es la construcción de un multimodelo que contenga la información relativa a los modelos climáticos que presenten la mejor adecuación al comportamiento observado. La selección de estos modelos puede atender no sólo a una buena correlación espacial, sino a otros criterios como la existencia de un error pequeño, la similitud entre las variabilidades de las series (su dispersión), etc.

En nuestro caso, se ha generado un multimodelo tomando como criterio no sólo la correlación espacial sino el RMS (el error cuadrático medio), así como la existencia de datos para el futuro, con el objeto de hacer proyecciones del comportamiento de las variables climáticas según los diferentes escenarios.

Así, en la figura 3 se presenta el EOF1 de presión a nivel del mar correspondiente al multimodelo generado, cuya variabilidad asociada es de 44.8%: podemos ver cómo se reproduce el comportamiento observado dado por los datos del reanálisis. La correlación espacial entre ambos es de 0.98, lo cual mejora los resultados individuales de los modelos climáticos de la tabla 1.

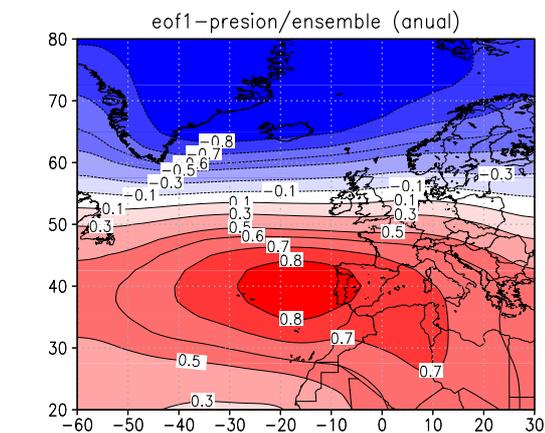


Fig. 3.- EOF1 de presión a nivel del mar anual para los datos del multimodelo.

Este mismo estudio que se ha realizado para la presión a nivel del mar puede ser realizado para diferentes variables climáticas proporcionadas por los modelos climáticos globales, como es el caso de la corriente en chorro (JET). Esta variable dinámica se caracteriza a partir de la componente zonal del viento al nivel de 200hPa, y se han estudiado tanto los datos procedentes del reanálisis del NCEP/NCAR como los datos proporcionados por los diversos modelos climáticos del CMIP3.

En la Figura 4, se presenta el EOF1 de JET para los datos proporcionados por el reanálisis: la variabilidad asociada con este modo principal es del 32.7%. Podemos observar también que el patrón espacial resultante en este caso es fuertemente zonal.

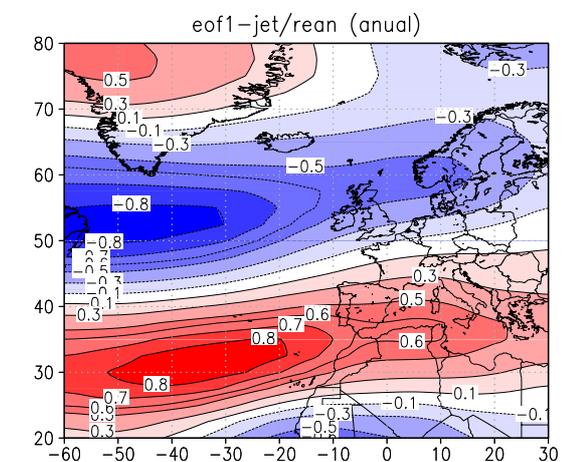


Fig. 4.- EOF1 de JET anual para los datos del NNR.

Podemos estudiar cuáles de los modelos climáticos presentan una mayor adecuación a este patrón, estudiando la correlación espacial entre los campos correspondientes (después de realizar un regrid para poder hacer la comparación punto a punto). Los datos de la correlación espacial, así como la variabilidad explicada por el modo correspondiente de cada modelo, se presenta en la tabla 2:

MODELO	CORRELACIÓN ESPACIAL	VARIABILIDAD EXPLICADA
CM3	-0.85553	32.3%
GCM3	0.83884	29.8%
GFDLCM21	-0.89392	29.9%
HADGEM1	0.84980	30.5%
IPSL	-0.80417	36.1%
MIROC	-0.89293	35.5%
PCM	-0.86642	39.9%

Tabla 2.- Correlación espacial entre el EOF correspondiente de JET de los modelos y el EOF1 de JET del NNR y variabilidad asociada a dicho EOF

En la figura 5 se presentan los patrones de JET correspondientes a los dos modelos que presentan una mayor correlación espacial con los datos observados, como son el modelo GFDLCM21 y el modelo MIROC

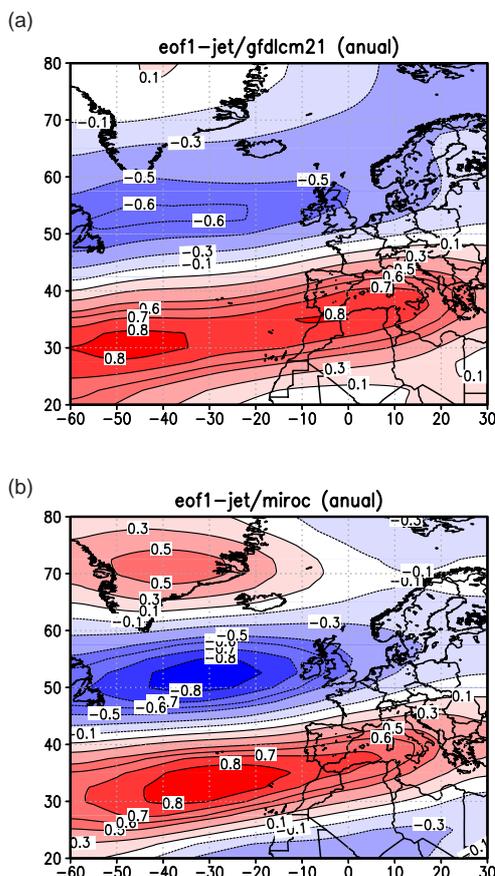


Fig. 5.- EOF1 de JET anual para los modelos: (a) GFDLCM21 y (b) MIROC.

También en este caso cabría la generación de un multitemporal para describir de forma adecuada las características de los datos de JET observados, tal y como son descritos por el reanálisis.

Por otra parte, el análisis de las series temporales o PCs (*Principal Components*) asociadas a estos patrones espaciales o EOFs también permite obtener información sobre la tendencia de las series, sus características temporales y espectrales, etc.

#### Agradecimientos:

Agradecemos a los grupos modelizadores, al PCDMI (*Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison*) y al WGPCM (*WCRP's Working Group on Coupled Modelling*) por su papel en la disponibilidad de los datos de los modelos del CMIP3, así como al NCEP/NCAR por los datos del reanálisis. Este trabajo ha sido posible gracias a diversos proyectos tanto nacionales como autonómicos, actualmente los proyectos del MEC CGL2005-06600-CO3-01/CLI y de la Junta de Castilla y León SA039/A05. Queremos agradecer también la labor de los desarrolladores de software específico, como Pyclimate y herramientas como GrADS, GNUplot, CDAT, etc.

#### Referencias:

Barstow A.G., and R.E. Livezey, 1987. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review* **115**, 1083-1126.

Hurrell J.W., 1995: Decadal trends in North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, **264**, 676-679

Hurrell J.W. and H. van Loon, 1997: Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. *Climatic Change* **36**, 301-326.

Jolliffe I.T., 2002: *Principal Component Analysis*. Springer.

Kalnay E. et al., 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 437-470.

Nieto S. and C. Rodríguez-Puebla, 2006. Comparison of precipitation from observed data and general circulation models over the Iberian peninsula. *Journal of Climate*, **19**, 4254-4275

Preisendorfer R.W. and C.B. Mobley, 1988: *Principal Component Analysis in Meteorology and Oceanography*. Elsevier Science Publishers.

von Storch H., 1995: *Spatial patterns: EOFs and CCA*. in: von Storch H. and A. Navarra (eds.). *Analysis of climate variability*, Springer-Verlag.