

Resumen

Para comprender el clima del futuro debemos antes estudiar y comprender el del pasado. Esa es la misión de la ciencia paleoclimática. Utilizando modelos de simulación paleoclimática regionales nos hemos centrado en estudiar el parámetro del viento simulado en la Península Ibérica durante prácticamente todo el último milenio (1002-1989) para hallar si existe alguna relación con el forzamiento radiativo, habiendo obtenido una relación indirecta a través de la temperatura, más marcada en verano.

Igualmente, se compararon los vientos medios en el periodo de estudio con los patrones de viento real actuales, obteniendo una adecuada representación de la climatología del viento.

Se hallaron las correlaciones temporales entre el módulo y las componentes u y v del viento para dos experimentos (ERIK1 y ERIK2) durante el periodo a estudiar, empezando cada uno de ellos desde un estado del clima diferente (más frío en ERIK2).

Finalmente, para atribuir distintas causas en virtud de la relación de ambos experimentos a través del forzamiento radiativo, se halló la diferencia de medias de viento entre un periodo cálido (1100-1200) y otro frío (1700-1800), obteniendo un reforzamiento de los fenómenos de depresión térmica peninsular y depresión térmica norteafricana.

Palabras clave

Viento, clima, modelos de simulación paleoclimática, forzamiento radiativo, correlación temporal, depresión térmica.

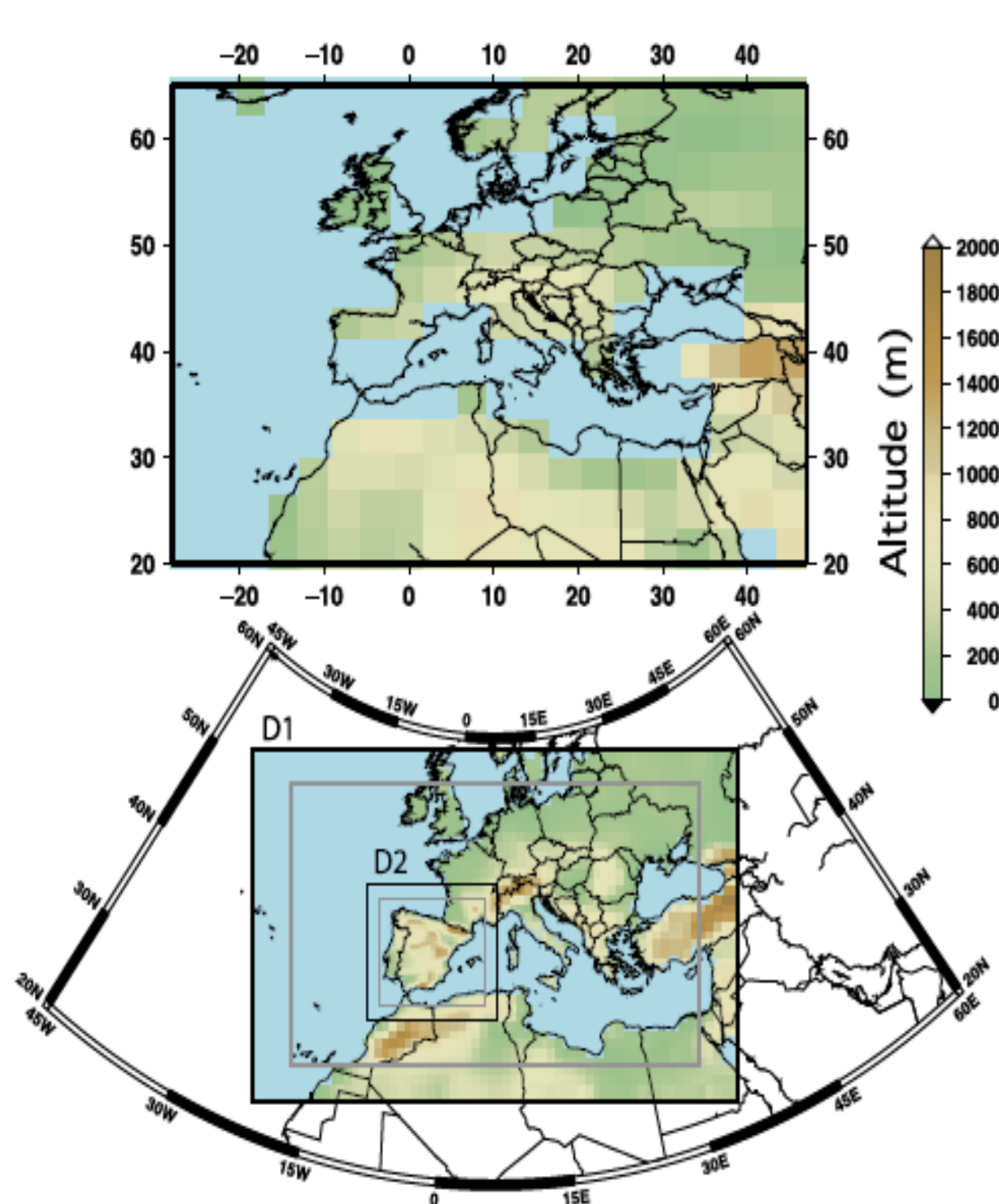
Justificación e interés del estudio

El objetivo de este trabajo es obtener la posible relación directa entre el forzamiento radiativo y el viento, o su relación indirecta a través de la temperatura.

Nos centraremos en la Península Ibérica, ya que es un área de estudio interesante debido a su heterogeneidad climática, en la cual la regionalización dinámica (*regional downscaling*) muestra un gran potencial.

Según Lorente Plazas et al. (2014), la caracterización y la comprensión de la variabilidad del viento ha despertado gran interés recientemente. Un mejor conocimiento del comportamiento del viento podría beneficiar a varios sectores, como las industrias de seguros y de energía eólica (Changnon et al., 1999; Jerez & Trigo, 2013; Jerez et al., 2013, citados por Lorente Plazas et al., 2014).

Metodología



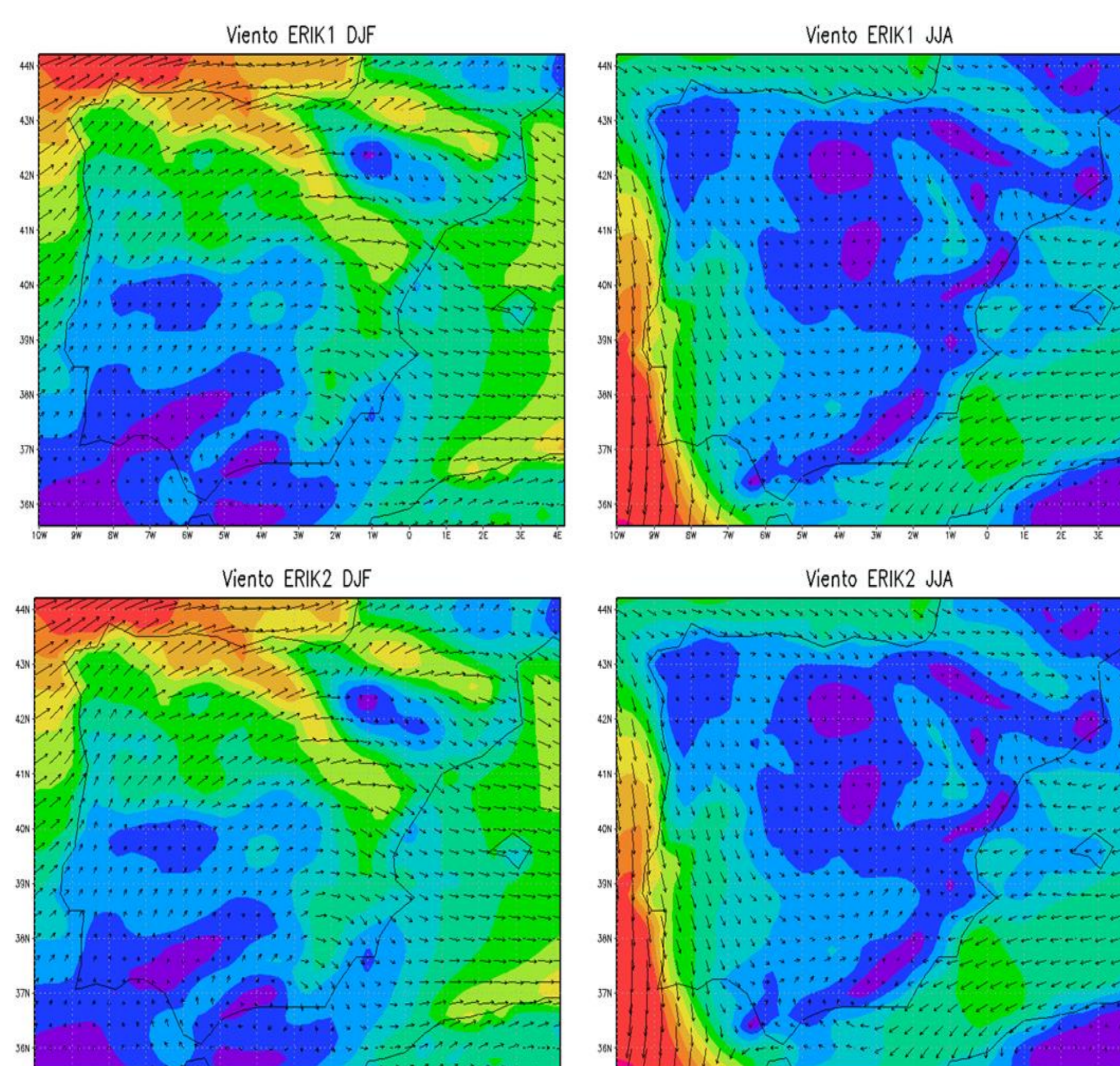
Se analizaron dos simulaciones regionales con el modelo MM5 que han sido forzadas por el modelo ECHO-G, utilizando los mismos forzamientos. El modelo ECHO-G consiste en el modelo atmosférico espectral ECHAM4 acoplado al modelo oceánico HOPE-G. El modelo ECHAM4 fue utilizado con una resolución horizontal T30 ($\sim 3,75^\circ \times 3,75^\circ$) y 19 niveles verticales. La resolución horizontal del modelo oceánico es de aproximadamente $2,8^\circ \times 2,8^\circ$, con un perfeccionamiento de la cuadrícula en las regiones tropicales y 20 niveles verticales.

Mediante la correlación temporal asociada a la variable del viento en los dos experimentos, podemos cuantificar la proporción que ocupa la variabilidad interna en las simulaciones. Al llevar a cabo dos simulaciones idénticas, que sólo difieran en las condiciones iniciales tendremos dos variables de viento. Si el forzamiento juega un papel importante en la evolución del viento la correlación será cercana a uno, pero la cuestión aquí es que el ruido aleatorio impide que la correlación entre estas variables sea perfecta. Por otro lado, si la evolución de las variables depende fuertemente de la variabilidad interna la evolución de la variable no se correlacionará entre los diferentes experimentos.

Referencias

- Changnon, S. A., Fosse, E. R., Lecomte, E. L., 1999. Interactions between the atmospheric sciences and insurers in the United States. *Climate Change*, 42, 51–67.
- Jerez, S., Trigo, R.M., 2013. Time-scale and extent at which large-scale circulation modes determine the wind and solar potential in the Iberian Peninsula. *Environmental Research Letters*, 8(4), 044035.
- Jerez S., Trigo, R.M., Vicente Serrano, S.M., Pozo Vázquez, D., Lorente Plazas, R., Lorenzo Lacruz, J., Santos Alamillos, F., Montávez, J.P., 2013. The impact of the North Atlantic Oscillation on the renewable energy resources in south-western Europe. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 52, 2204–2225.
- Lorente Plazas, R., Montávez, J. P., Jiménez, P. A., Jerez, S., Gómez Navarro J. J., García Valero, J. A., Jiménez Guerrero, P., 2014. Characterization of surface winds over the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.4034.

Evaluación cualitativa de los modelos



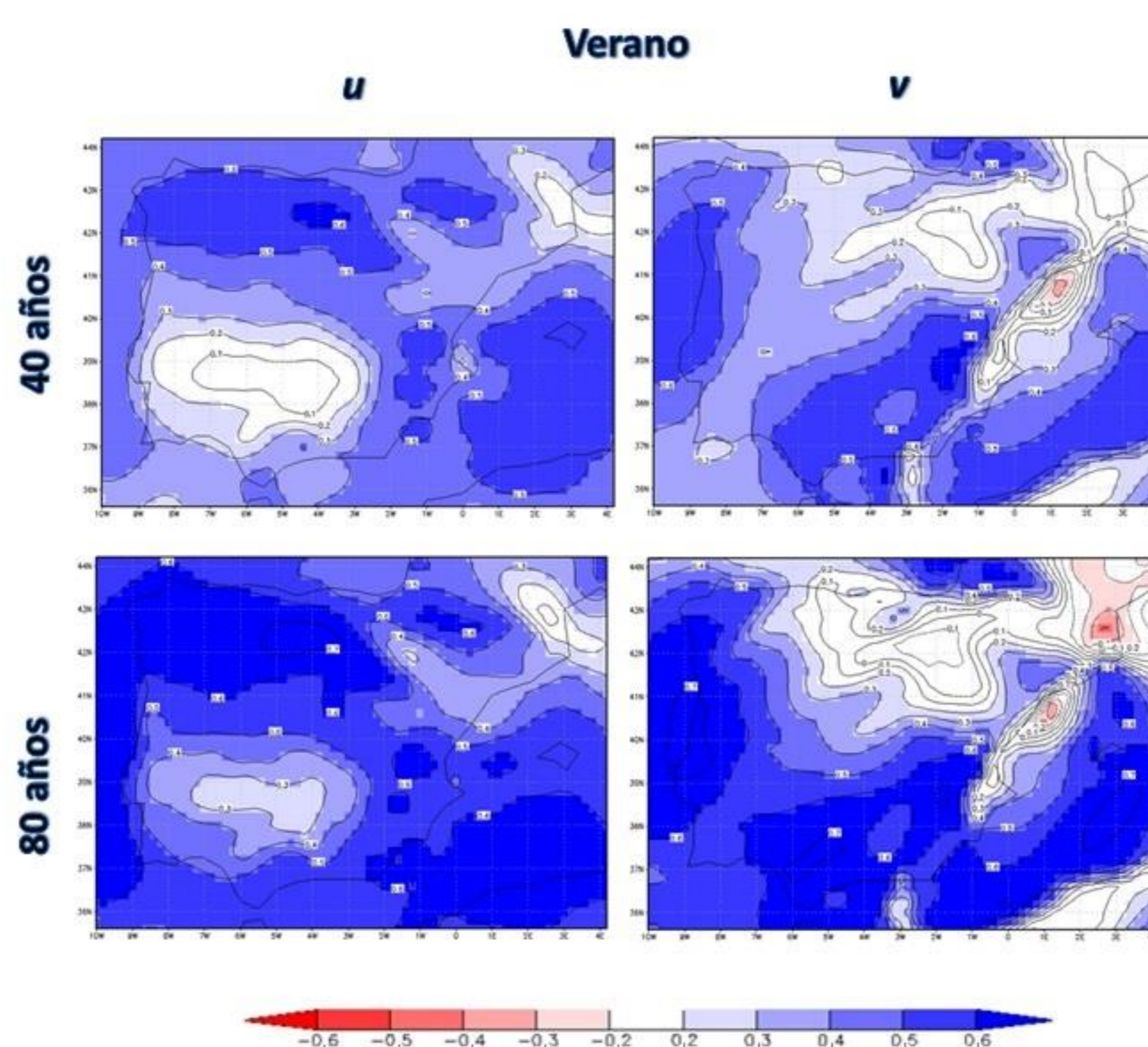
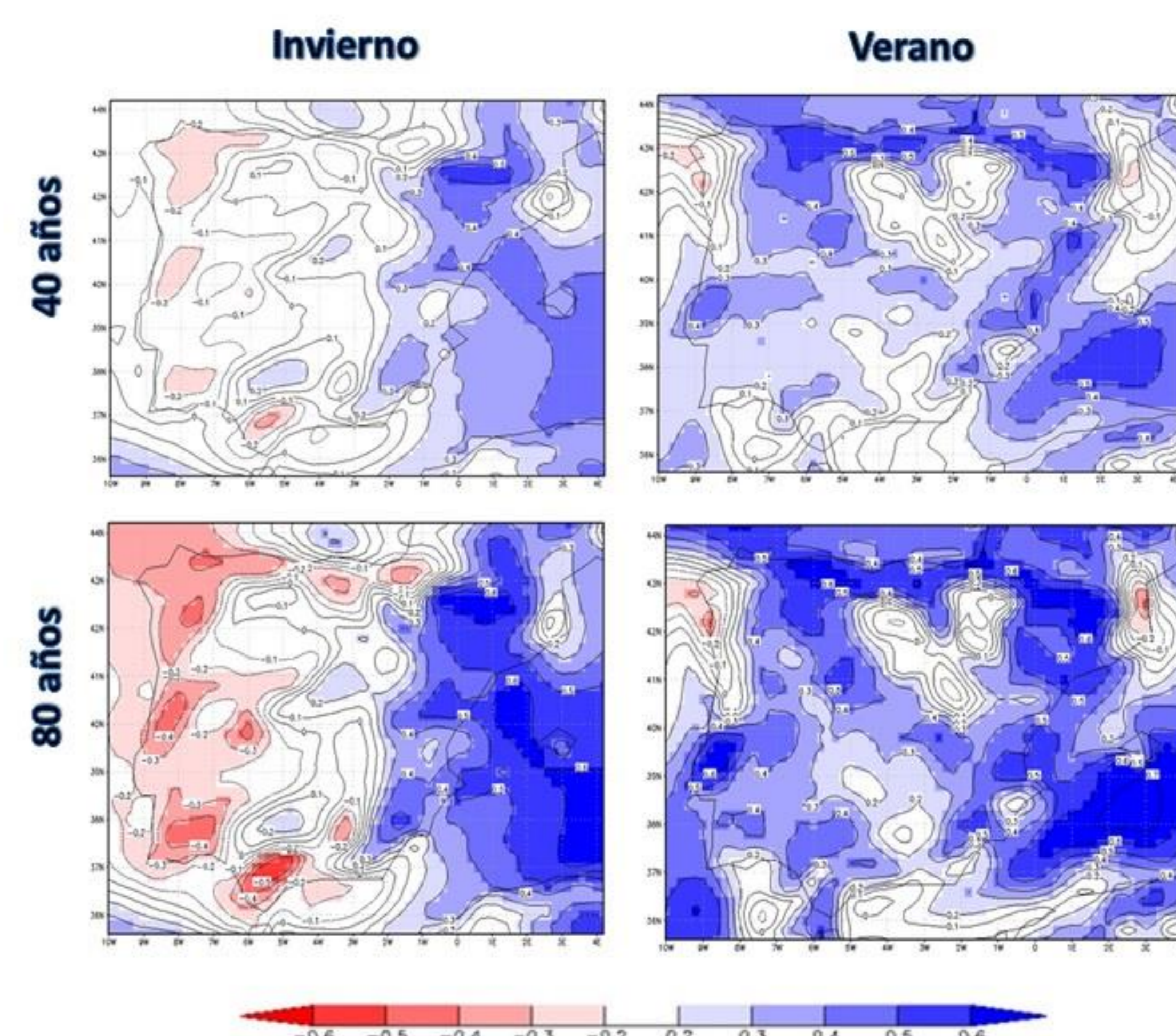
Resultados

En primer lugar se halló la capacidad de nuestro modelo para representar el campo real de vientos. Para ello se calcularon los vientos medios en ambos experimentos durante el periodo de estudio. Observamos que los patrones espaciales son prácticamente iguales, por lo que las climatologías generadas son independientes de las condiciones iniciales. Seguidamente se compararon cualitativamente con los mapas de las rosas de viento y el ciclo anual, comprobando que las direcciones fundamentales son las mismas, así como las zonas de mayor viento en cada estación, respectivamente. Por lo tanto, los experimentos representan razonablemente de manera cualitativa la climatología del viento, tanto su distribución espacial como temporal.

Comparación de la evolución temporal en las simulaciones

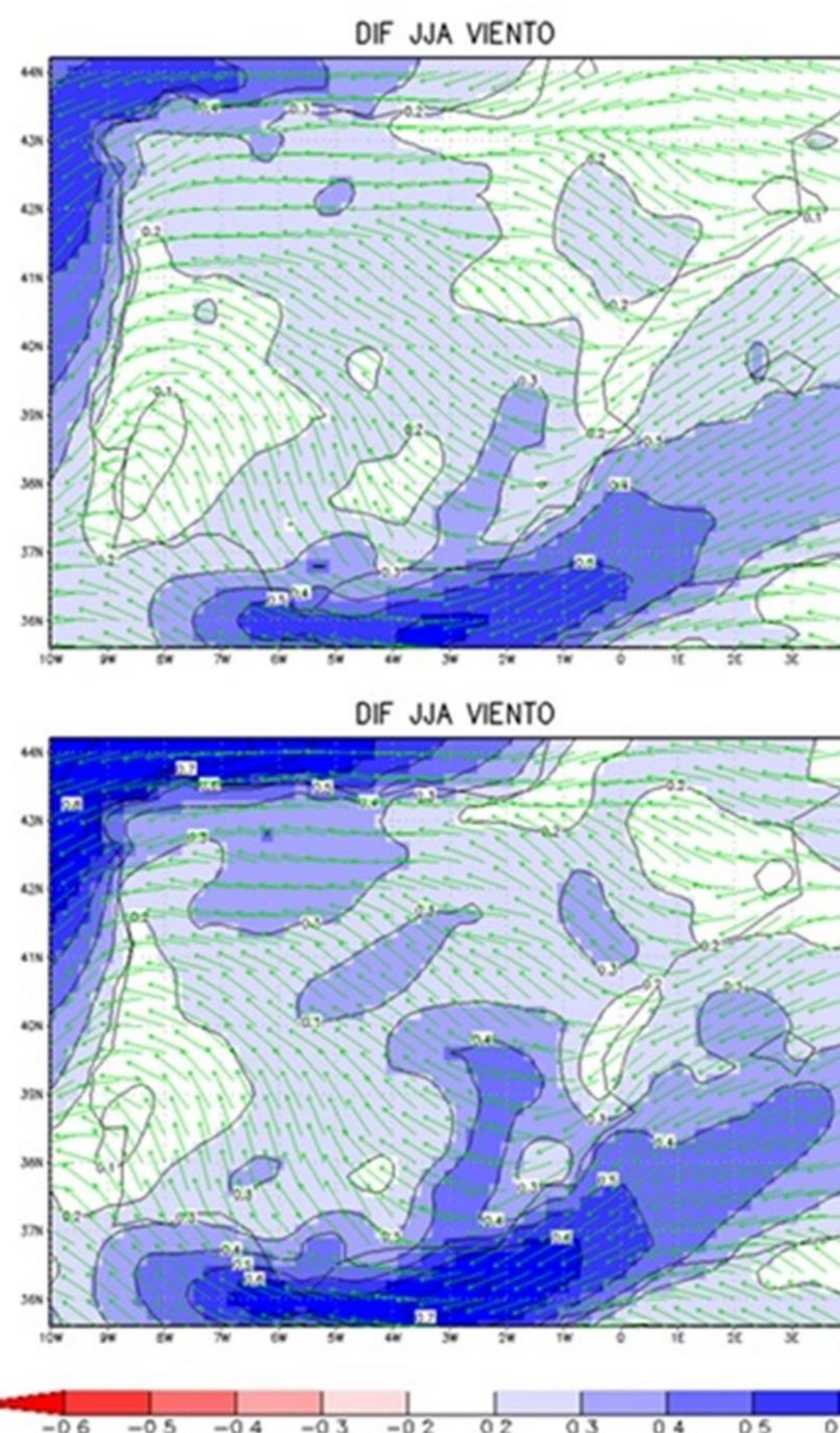
Se calcularon las correlaciones temporales punto a punto suavizando las series con distintos términos en la media móvil, mostrándose 40 y 80 años en la imagen derecha.

Observamos que en invierno sólo hay correlaciones significativas cerca del Mar Mediterráneo, siendo en el resto de la Península Ibérica prácticamente nulas. Por su parte, en verano sí observamos correlaciones importantes que apenas se ven modificadas por el cambio de ventana temporal, sobre todo en el norte peninsular, costa mediterránea y costa atlántica.



Para detallar la mayor correlación en la estación de verano, a la izquierda, se muestran las correlaciones para cada una de las componentes del viento por separado, utilizando 40 y 80 años como tamaño de ventana. Para la componente u vemos que las mayores correlaciones se encuentran en el norte peninsular y el Mar Mediterráneo, mientras que la componente v presenta las mayores correlaciones temporales en la costa atlántica, sur peninsular y gran parte del Mar Mediterráneo, ampliándose en ambas al cambiar a la ventana temporal de 80 años.

Atribución de causas



Finalmente, se obtuvieron las diferencias de las medias de viento de un periodo con alta velocidad de viento (1100-1200) que coincide con un periodo más cálido, que se enmarca dentro del llamado Periodo Cálido Medieval ($\sim 1000-1250$), y uno con menor viento (1700-1800) coincidiendo con un periodo más frío, dentro de la Pequeña Edad de Hielo, que comprende aproximadamente del 1420 al 1830, todo ello para la estación de verano. Observamos que disminuye la componente zonal del viento y aumenta el módulo. Comparando estos resultados con un tipo de circulación y viento en verano, podemos ver un claro reforzamiento de las situaciones de depresión térmica peninsular y norteafricana.

Conclusiones

- Hay una relación entre el viento y el forzamiento radiativo en la baja frecuencia.
- El aumento de temperatura provoca el reforzamiento de los fenómenos de depresión térmica peninsular y norteafricana.
- La reproducción de las climatologías es independiente de la elección del experimento.