

modelos", eufemismo para designar a una "unidad virtual" dado que no es ninguna sección determinada es para nuestro entendimiento interno la siguiente:

MI: Grupo de Meteo-France formado por Asunción Pastor y M<sup>a</sup> Jesús Casado, que han desarrollado y desarrollan todo lo relacionado anteriormente con Meteo-France (validaciones, instalación y experimentos futuros).

MII: Grupo del Max-Planck formado por Dolores Olmeda, Elia Díez y en el futuro inmediato por Justo Conde que hasta ahora ha desarrollado trabajos sobre EOFs sobre el Atlántico Norte previas a la obtención de los patrones de oscilación principal).

Por otra parte, en lo relacionado con la instalación de los modelos el también virtual Grupo de apoyo al CRAY del Área de Informática y Comunicaciones nos ha prestado su apoyo, en especial la persona designada para ello con mayor dedicación, Saúl Labajo. Aún a riesgo de que esto parezca la sección de agradecimientos, es de justicia decir que hemos recibido el asesoramiento sobre HIRLAM siempre que lo hemos recabado, del Servicio de Predicción Numérica y muy en especial de José Antonio García Moya.

Cuando toque contaré lo que hacemos y lo que intentamos hacer en Estudios y Vigilancia del Clima. Gracias.

## RESUMEN DE UN ESTUDIO DE VALIDACION DEL MODELO CLIMATICO COMUNITARIO FRANCES (ARPEGE)

*Maria Jesús Casado Calle y Asunción Pastor Saavedra*

*<sup>1</sup>Servicio de Análisis e Investigación del Clima*

Como es bien sabido, los modelos de circulación general se basan en las soluciones numéricas de las ecuaciones fundamentales que gobiernan los procesos dinámicos y físicos del sistema climático terrestre.

En el transcurso de las últimas décadas se ha logrado un gran éxito en la mejora de los modelos de circulación general, ya sea por el aumento de la resolución espacial, por la mejora de las técnicas de resolución numéricas o por el refinamiento de los esquemas de parametrización. En el momento actual no existe ninguna prueba concluyente que indique que el clima simulado por los modelos de circulación general vaya a mejorar de un modo significativo al aumentar la resolución, más bien se tiende a creer que los modelos son mucho más sensibles a los cambios que

tengan lugar en los esquemas de parametrización que a los ligados a la resolución horizontal.

Por ahora, los modelos de circulación general actuales se comportan razonablemente bien a escala global, sin embargo muestran muchas deficiencias a medida que se consideran escalas más pequeñas. De donde se deduce la importancia que tiene determinar hasta que punto esta clase de modelos es capaz de simular apropiadamente las escalas regionales ya que el empleo de esta información es cada vez más esencial en la evaluación de los impactos de un posible cambio climático.

Si se pretende tener confianza en las predicciones que estos modelos realizan, como primer paso, hay que evaluar su capacidad en la simulación del clima actual,

en otras palabras, **validar** el modelo. Esta tarea de diagnóstico, a la vez que proporciona la base para el perfeccionamiento y desarrollo futuro de los modelos es fundamental a la hora de determinar los errores sistemáticos.

En el marco de la colaboración entre el INM y METEO FRANCE se ha realizado este trabajo de validación de 10 años de integración del modelo climático Arpège para el área europea y el estudio de las repercusiones que trae consigo el aumento de la resolución horizontal. Los diez años corresponden al período 1979-1988.

El modelo de circulación general utilizado ha sido el "French Community Climate Model", modelo espectral que emplea truncación triangular. Se han empleado 30 niveles en la discretización vertical y las integraciones se han realizado con tres números de onda (T21,T42,T79). Las truncaciones espectrales corresponden a rejillas de 64 longitudes por 32 latitudes (T21), 128 longitudes por 64 latitudes (T42) y 240 longitudes por 120 latitudes (T79).

## METODOLOGIA Y DATOS UTILIZADOS

El estudio realizado consta de dos apartados:

**A)** Comparación de las salidas del modelo correspondientes a medias de 10 enero y 10 julio con los análisis obtenidos del Centro Europeo (ECMWF). Los campos elegidos han sido:

- Altura: geopotencial, temperatura, humedad, componentes u y v del viento. Niveles analizados: 200, 500 y 850 hPa.
- Superficie: presión al nivel del mar, precipitación (convectiva, estratiforme y nieve), radiación, nubosidad, flujo de calor sensible, evaporación y temperatura.

La metodología de trabajo se basó en realizar previamente una descripción general de cada campo para mostrar acuerdos y discrepancias entre el análisis y el modelo. También se hizo un análisis de los mapas de diferencias para examinar los sesgos del

modelo y cálculo de los errores medio y cuadrático medio.

**B)** Comparación de las salidas del modelo con los datos climáticos de temperatura y precipitación para Francia y España (T42 y T79).

La metodología en este caso se basó en realizar una conversión de los datos de estaciones climatológicas a datos de puntos de rejilla recurriendo a una de las técnicas de interpolación objetiva más potente como es el kriging, que permite determinar los mejores estimadores lineales insesgados. Se analizaron las discrepancias y similitudes entre los datos climáticos y del modelo y se aplicaron varios tests estadísticos univariados: el test U de Mann-Whitney (no paramétrico), el test F de dos colas y t de dos colas.

## CONCLUSIONES

El comportamiento del modelo se puede resumir de la siguiente manera:

Apartado A):

- En general, el modelo tiende a simular fielmente tanto los campos de altura como los de superficie. En los primeros cabe destacar la buena reproducción de los rasgos generales de la circulación así como la posición de las dorsales y vaguadas en el campo de geopotencial. Aunque la distribución de temperatura presenta una buena concordancia, a excepción del nivel de 200 hPa, el modelo tiende a ser más frío. Las distribuciones de humedad, evaporación y flujo de calor sensible mejoran considerablemente con el aumento de la resolución, siendo el modelo más húmedo en niveles altos. En lo que respecta al viento, presenta una buena distribución en invierno.

- Asimismo el modelo reproduce los campos de radiación y precipitación. En este caso se ha de destacar la buena simulación del origen de la precipitación aunque, en general, el modelo subestima la precipitación convectiva y de nieve e infraestima la estratiforme. La distribución de temperatura de superficie está bien reproducida en invierno; por contra, en verano sólo se

reproduce a altas resoluciones (T79).

Apartado B):

- En relación con la precipitación el resultado es muy sensible a la resolución del modelo y al tratamiento particular de la orografía del modelo.

El aumento de la resolución del modelo se ha traducido en una mejora de la simulación de la precipitación.

Respecto a la resolución T42 sobre España, el modelo no acierta a reproducir las características observadas, las discrepancias son más marcadas en la proximidad de la Sierra de Gredos. Sobre Francia, el modelo se comporta mejor en enero que en julio. En julio, como regla general, el modelo subestima la precipitación, mientras que en enero muestra una sobreestimación en las partes norte y central y una subestimación en el Sur.

Con respecto a la versión T79 sobre España, la precipitación simulada presenta una mejor concordancia con las observaciones, especialmente en la meseta Norte. En enero, en general, el modelo muestra una subestimación en la zona sur y una sobreestimación relacionada fundamentalmente con características topográficas. En julio, el modelo subestima en toda la zona. Sobre Francia, la simulación es mejor en enero, principalmente sobre las regiones norte y centro. El modelo muestra subestimaciones muy marcadas en la zona suroeste, tanto en enero como en julio, y sobreestimaciones en las áreas centrales y del Este.

- En relación con la temperatura, la resolución T42 presenta sobre Francia mejor concordancia en enero que en julio. Como regla general, el modelo sobreestima la temperatura en toda el área; las mayores sobreestimaciones se producen en julio. Sobre España, aunque las sobreestimaciones mayores se observan localmente en enero, en julio la sobreestimación es prácticamente generalizada (5°).

Respecto a la resolución T79, sobre Francia se observa una mejoría en la simulación del modelo en enero, mientras que en España el modelo tiende a sobreestimar la

temperatura, especialmente en la zona centro; en julio tiende a sobreestimar, las mayores discrepancias corresponden a la zona sur.

Se puede concluir que el comportamiento del modelo mejora notablemente con el aumento de la resolución. Salvo en casos muy aislados se observa una mejoría para todos los campos y todos los niveles, principalmente en aquellos en los que hay una clara dependencia de la orografía. Esto queda de manifiesto en la figura que se adjunta, en la que se observa la buena simulación de la temperatura de superficie para altas resoluciones en donde las isolíneas tienden a ser menos suavizadas y a reproducir los pequeños detalles.

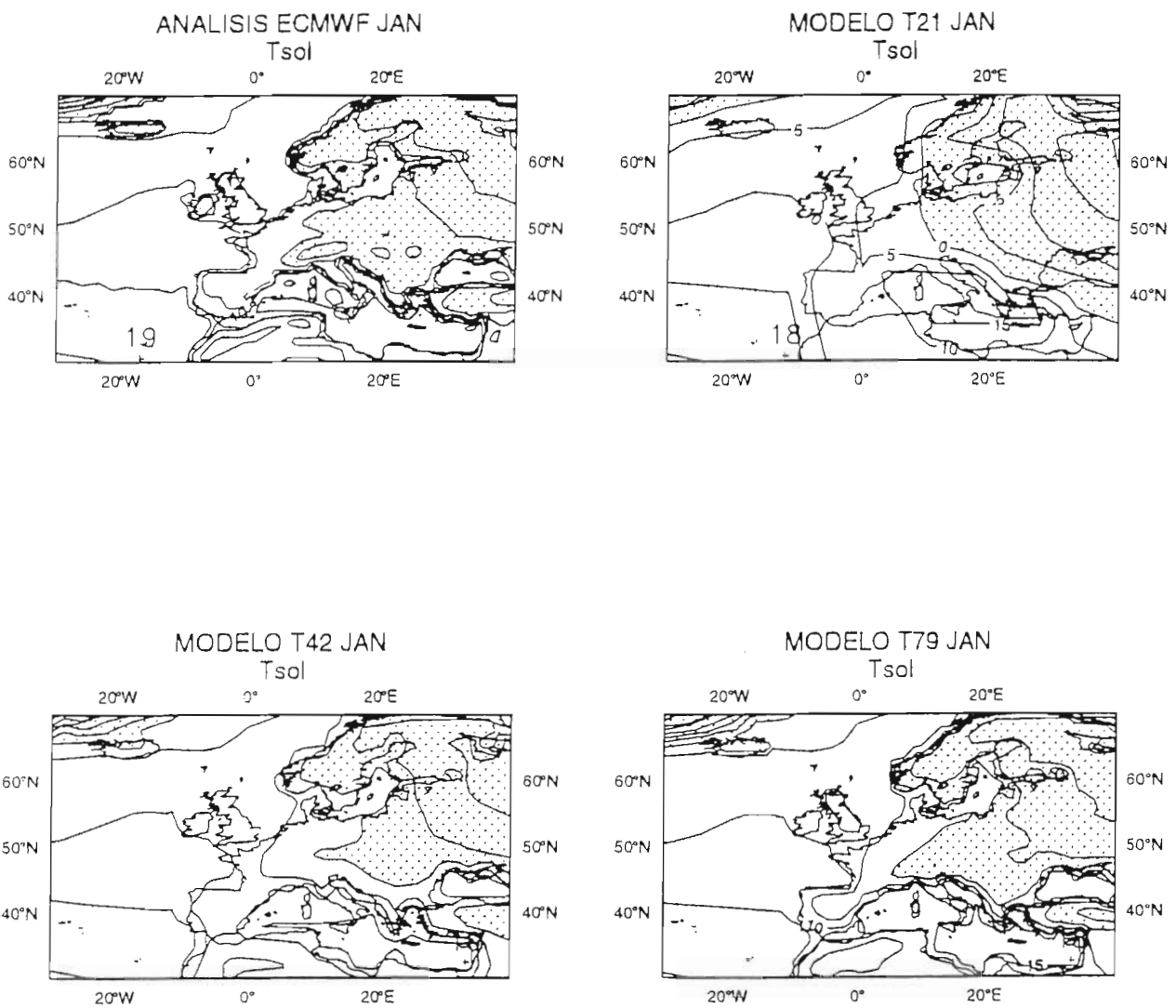


Fig. 1.- Distribución climatológica de la temperatura de superficie ( $^{\circ}\text{C}$ ) para enero. a) Análisis del ECMWF, b-d) Salidas del modelo para las distintas truncaciones T21, T42 y T79. Las isolíneas están dibujadas cada  $5^{\circ}\text{C}$  y las temperaturas negativas aparecen sombreadas.