

## UN MODELO DE FRONTOGÉNESIS CON MEZCLA DIAPÍCNICA

A. Rodríguez-Santana, P. Sangrà y J.L. Pelegrí

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, Apdo. 550, 35017 Las Palmas, e-mail: angel.rodriquez@fisica.ulpgc.es

Nuestro propósito es simular la mezcla inducida por cizalladura en un sistema frontal sometido a un proceso de frontogénesis e investigar la importancia de esta mezcla en la evolución de la distribución de densidades. Proponemos entonces un modelo bidimensional basado en el trabajo de Bleck et al. [1] en el marco de las coordenadas isopícnas, donde la velocidad a lo largo del frente,  $v$ , está en balance geostrofico. Además, añadimos la posibilidad de que actúe la mezcla diapícnica, la cual a su vez regulará la separación entre las isopícnas. Utilizamos para esto la ecuación de conservación de masa expresada en coordenadas isopícnas donde aparece el Jacobiano de la transformación,  $J = \partial z / \partial \rho$ , con  $z$  la profundidad de una isopícnica y  $\rho$  la densidad. Consideramos el Jacobiano y la velocidad baroclina  $v$  independientes de la coordenada a lo largo del frente.

Para determinar la intensidad de la mezcla nos remitimos al trabajo de Pelegrí y Csanady [2] donde se calcula la tendencia de la densidad,  $\omega_\rho = D\rho / Dt$ , a través del gradiente vertical de la componente vertical del flujo de densidad de Reynolds. Esta magnitud se expresa en función del coeficiente de difusión turbulenta para la densidad,  $K_v$ , y del gradiente vertical de la densidad. El coeficiente  $K_v$  es parametrizado en función del número de gradiente de Richardson,  $Ri$ , el cual es determinado a partir de  $J$  y el gradiente diapícnico de  $v$ ,  $\partial v / \partial \rho$ . Esta última magnitud es calculada a partir de la ecuación del viento térmico en coordenadas isopícnas. Se obtiene pues en este marco que  $Ri$  es inversamente proporcional a  $\partial v / \partial \rho$  y directamente proporcional a  $J$ . Un aspecto adicional en el cálculo de  $K_v$  es la utilización de una ecuación tipo Langevin para tener en cuenta el desarrollo temporal de la turbulencia.

En la figura 1 mostramos un resultado preliminar del modelo para unas determinadas condiciones iniciales tanto en la distribución de densidades como en el campo de deformación. En (a) observamos el sistema frontal inicial y en (b) la distribución de densidades potenciales cuando han pasado 10000 s con el sistema sometido a un campo de velocidades divergente que constituye una deformación pura. En (c) se ha representado el campo inicial del logaritmo de  $Ri$  en coordenadas isopícnas y observamos como su valor mínimo de  $-0.4$  pasa en (d) a valer  $-0.6$  debido al proceso de frontogénesis que disminuye  $J$  y aumenta  $\partial v / \partial \rho$ . Se aprecia entonces que los valores se aproximan a los subcríticos ( $Ri \approx 0.25$ ) para  $t = 10000$  s causando inestabilidades inducidas por cizalladura. Esta disminución en los valores de  $Ri$  hace que  $\omega_\rho$  pase de un rango de variación marcado por los valores  $-0.5 \times 10^{-7} \text{ Kg/m}^3 \text{ s}$  y  $0.5 \times 10^{-7} \text{ Kg/m}^3 \text{ s}$  para  $t = 0$  s en (e), al rango determinado entre  $-3.5 \times 10^{-7} \text{ Kg/m}^3 \text{ s}$  y  $4 \times 10^{-7} \text{ Kg/m}^3 \text{ s}$  para  $t = 10000$  s en (f). Esto reafirma la idea que la mezcla diapícnica pueda empezar a balancear el efecto de la frontogénesis en las zonas de máxima compresión.

Este tipo de modelos con campo de deformaciones más complejos pueden ayudarnos a entender la evolución de sistemas frontales como la Corriente del Golfo sometida a los efectos de meandros [3].

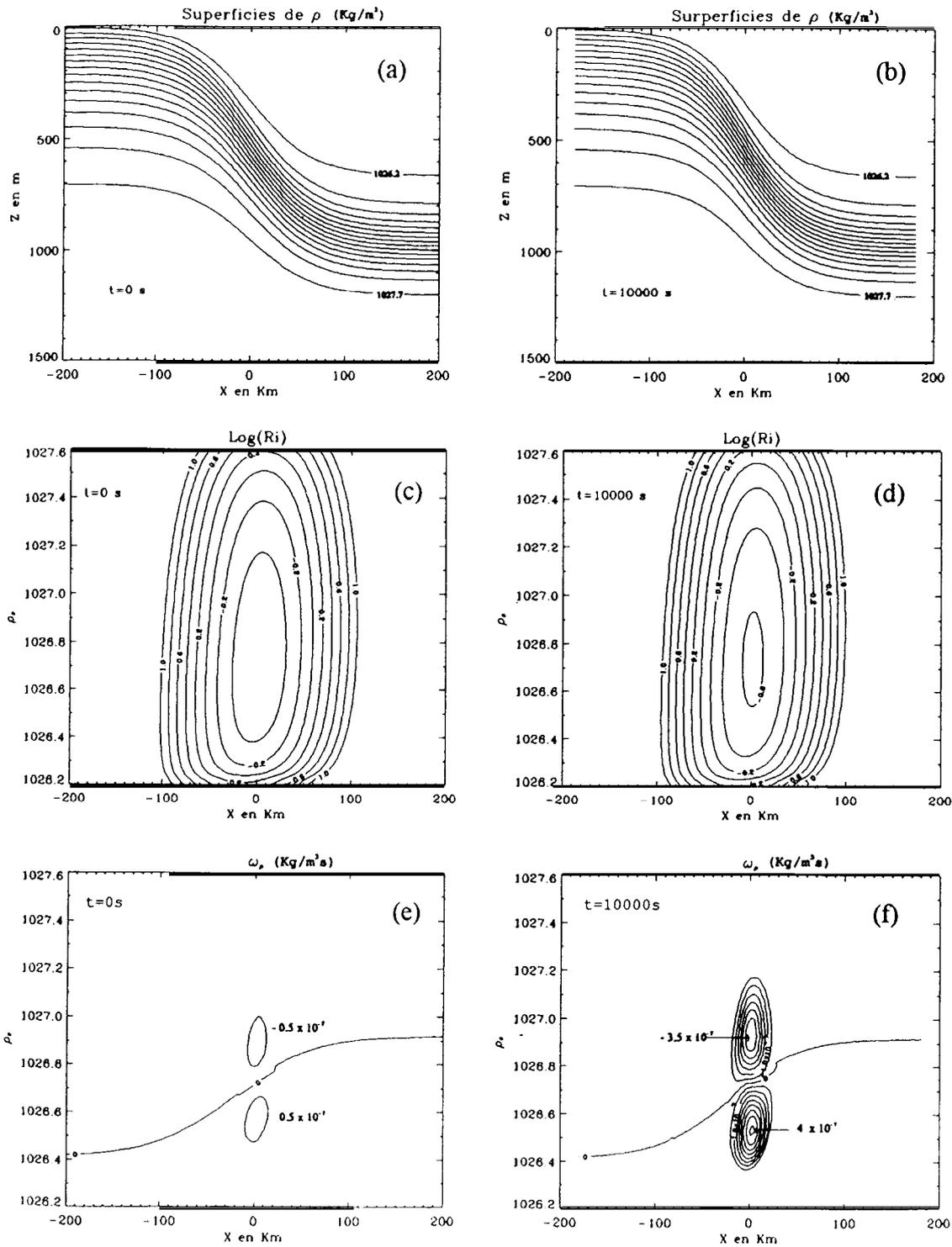


Figura 1

Referencias.

- [1] R. Bleck, R. Onken y J.D. Woods, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **114** (1988) 347-371
- [2] J.L. Pelegrí y G.T. Csanady, *J. Geophys. Res.*, **99** (1994) 18,275-18,304
- [3] A. Rodríguez-Santana, J.L. Pelegrí y P. Sangrà, *J. Geophys. Res.*, (1997) en prensa