

# **SOBRE LA ELECCION DE LOS CAMPOS INICIALES QUE DESCRIBEN EL SUELO EN UN MODELO SIN CICLO DIURNO**

**E. Rodríguez Camino**

## **1. INTRODUCCION**

El modelo de área limitada actualmente operativo en el I.N.M. está basado en un análisis por interpolación óptima estadística desarrollado en el S.M.H.I. y en la dinámica del modelo del área limitada del E.C.M.W.F. El análisis se realiza en 10 niveles de presión standard, no analizándose ningún campo de superficie. Para una descripción del análisis operativo en el L.A.M. (I.N.M.) véase la referencia 1, mientras que para una descripción de la parte dinámica pueden consultarse las referencias 2 y 3.

La parte dinámica del modelo precisa como condiciones iniciales no sólo la especificación de las variables básicas del modelo en los 15 niveles sigma entre los que se integran las ecuaciones, sino también el estado inicial de los siguientes campos que describen el estado del suelo:

- Temperatura del suelo.
- Temperatura del subsuelo.
- Contenido en humedad del suelo.
- Contenido en humedad del subsuelo.
- Profundidad de la capa de nieve.

Estos campos determinan el estado del suelo y por lo tanto los intercambios entre éste y la atmósfera que se encuentra sobre él. Evolucionan conjuntamente con la atmósfera, estando regida su evolución en el caso de la temperatura del suelo sobre tierra, del contenido de humedad del suelo sobre tierra (no sobre mar!) y de la profundidad de la capa de nieve por las correspondientes ecuaciones diferenciales que tienen en cuenta la interacción con la atmósfera por encima y con el subsuelo por debajo, siendo la temperatura y el contenido de humedad del subsuelo, así como la temperatura y el contenido de humedad del suelo sobre el mar, fijos durante la integración de las ecuaciones (véase los esquemas de la fig. 4). Una descripción completa de las ecuaciones que rigen la evolución del suelo del modelo puede encontrarse en la referencia 2. Otros enfoques más complejos, correspondientes a modelos que tratan el suelo de una forma más detallada, pueden encontrarse en las referencias 4 y 5.

En consecuencia, es necesario especificar el estado inicial de los 5 campos que describen el suelo. Sin embargo, estos campos tienen una variabilidad temporal muy diferente, algunos tienen un fuerte comportamiento climatológico (p. ej., temperatura del suelo sobre el mar) mientras que otros responden muy fielmente al ciclo diurno (p. ej., temperatura del suelo sobre tierra). A la vista de este comportamiento tan diferente se tendría que los campos que presentan una variación lenta no sería necesario actualizarlos con «muchas» frecuencia (aproximadamente semanas), mientras que los campos que siguen el ciclo diurno habría que analizarlos en teoría para cada integración del modelo.

La versión del L.A.M. (I.N.M.) actualmente operativa no tiene implementado el ciclo diurno al no estar parametrizada la radiación, por lo tanto las variaciones experimentadas fun-

damentalmente por la temperatura y la humedad en los niveles más bajos del modelo son debidos a cambios en la situación sinóptica y no a la influencia del ciclo diurno.

El objetivo del presente trabajo es realizar algunos experimentos con el L.A.M. (I.N.M.) para determinar:

- a) Sensibilidad de las predicciones realizadas con el modelo frente a cambios en las condiciones del suelo.
- b) Calidad de las predicciones basadas en condiciones de suelo «neutras», con ciclo diurno filtrado.
- c) Forzamiento del subsuelo cuando no está incorporada la radiación al modelo.
- d) Influencia del suelo en las variables asociadas al ciclo del agua más vapor de agua.

Los resultados se han repetido con 3 situaciones diferentes obteniéndose en todos los casos conclusiones análogas. Estos experimentos y otros que actualmente están en fase de ejecución forman parte de un conjunto de experimentos de diagnóstico que tratan de determinar la respuesta y prestaciones del L.A.M. (I.N.M.) frente a diferentes parametrizaciones, condiciones de suelo, etc.

## **2. SENSIBILIDAD FRENTE A CAMBIO DE CONDICIONES DEL SUELO**

Recordemos que la versión operativa del L.A.M. (I.N.M.) tiene parametrizada la difusión vertical turbulenta, la difusión horizontal y la precipitación a gran escala. La precipitación convectiva no está parametrizada

Se han realizado 2 integraciones para cada una de las 3 situaciones estudiadas, con condiciones extremas en cuanto a la influencia del ciclo diurno para los 5 campos que caracterizan el suelo. En uno de los experimentos se han tomado condiciones de suelo correspondientes a las 00 Z, mientras que en el otro se han tomado condiciones de suelo correspondientes a las 12 Z, ambas procedentes del E.C.M.W.F. La diferencia de ambas condiciones se nota de forma bien patente en la temperatura superficial sobre la tierra debido al importante efecto del ciclo diurno (véase fig. 1 a). Con estas condiciones tan diferentes en cuanto a temperatura superficial se han realizado 2 integraciones hasta 48 horas y se han comparado las predicciones. Debido a que los experimentos se han realizado en una versión similar a la operativa con la convección no parametrizada no se han hecho intentos de comparar las variables asociadas al ciclo agua + vapor de agua. En el resto de las variables apenas se nota influencia de las condiciones del suelo excepto en la temperatura en los niveles de presión inferiores y siempre sobre el continente africano (véase figs. 2a-2b).

Se puede concluir que para los casos estudiados se observa que el modelo muestra muy poca sensibilidad de las predicciones respecto a los campos iniciales que parametrizan el suelo.

## **3. CONDICIONES INICIALES DE SUELO CON CICLO DIURNO FILTRADO**

Como la actual versión del L.A.M. (I.N.M.) no tiene parametrizada la radiación, el modelo no está preparado para simular el ciclo diurno. En consecuencia parecería razonable introducir unas condiciones iniciales para el suelo que tuviesen de alguna forma filtrado el comportamiento oscilatorio asociado con el ciclo diurno en los campos que caracterizan el suelo. Se ha ensayado como un primer intento filtrar el ciclo diurno promediando las condiciones iniciales del suelo de 00, 06, 12 y 18 Z. De esta forma se tendrían unas condiciones iniciales aproximadamente «neutras» en cuanto a ciclo diurno que serían más adecuadas para un modelo que no tuviese parametrizada la radiación.

Se han realizado en este caso 3 experimentos con cada una de las situaciones estudiadas. Cada experimento corresponde a unas condiciones de suelo diferente tomadas siempre del E.C.M.W.F. Los 3 experimentos consideran para los 5 campos que caracterizan inicialmente el suelo las siguientes 3 posibilidades:

Suelo 12 Z

Suelo 00 Z

Suelo promedio 00, 06, 12, 18 Z.

Verificando con ayuda de los índices de verificación que se utilizan operativamente y sobre un área que engloba holgadamente a la Península Ibérica (el mismo área utilizada operativamente para verificar), se comprueba la mejora de las predicciones cuando se utiliza un suelo promedio. Debido a la poca sensibilidad del modelo frente a las condiciones del suelo, como se ha mencionado más arriba, la mejora sólo es apreciable en los dos niveles de presión inferiores y en la variable temperatura. En la figura 3 se han recogido los errores medios de la predicción para las temperaturas en una de las situaciones estudiadas con el fin de comparar las predicciones realizadas con los 3 tipos de suelo mencionados. En esencia lo que se observa es que la predicción mejora cuando el alcance de la predicción corresponde a una hora del día análoga a la de la elección de condiciones de suelo iniciales y empeora en caso contrario. Esto es debido a que el análisis verificante está a su vez como es lógico afectado por el ciclo diurno. Utilizando el suelo «filtrado» se llega a una situación de compromiso en la que se mejoran las predicciones cuyo alcance corresponde a una hora diferente a la de la elección de las condiciones iniciales para los campos del suelo.

#### **4. FORZAMIENTO DEL SUBSUELO EN LOS CAMPOS SUPERFICIALES EN EL MODELO SIN RADIACION**

La evolución de los campos que parametrizan la superficie tanto en el L.A.M. (I.N.M) como en el modelo del E.C.M.W.F. resulta de establecer un equilibrio, para el caso de la temperatura, entre la difusión turbulenta hacia la atmósfera, la conducción hacia el subsuelo y los diferentes componentes de la radiación. Si se elimina la radiación, como sucede en la versión operativa del L.A.M. (I.N.M.), se tendrá un estado transitorio para la temperatura de la capa superficial hasta que se alcance una nueva temperatura resultante del equilibrio entre la conducción hacia el subsuelo y la difusión turbulenta hacia la atmósfera. Análogamente sucede con el contenido en humedad de la capa superficial. La figura 5 muestra los campos de temperatura del subsuelo, del suelo y del nivel sigma inferior en el instante inicial. Las figuras 6 y 7 muestran el estado transitorio de adaptación de la temperatura superficial forzada por el subsuelo y por el nivel sigma inferior.

El nuevo estado de equilibrio que se alcanza para la temperatura y humedad del suelo afecta sustancialmente a algunas parametrizaciones como por ejemplo la de la convección por la subrutina KU074. En este último caso, al adaptarse la temperatura del suelo a la del subsuelo, en los casos en los que esta última es notablemente inferior podría inhibirse la subrutina de la convección.

#### **5. INFLUENCIA DEL SUELO EN LAS VARIABLES ASOCIADAS AL CICLO DE AGUA + VAPOR DE AGUA**

En el apartado 2 ya se mencionaba que el L.A.M. (I.N.M.) era poco sensible a las condiciones iniciales del suelo, excepción hecha de las variables asociadas con el ciclo del agua + vapor de agua. Para estudiar los efectos del suelo en estas variables se han realizado experimentos con la parametrización de la convección incluida. Las figuras 8 y 9 muestran los campos de precipitación (gran escala + convectiva) y humedad relativa en 700 mb que se obtienen con diferentes condiciones del suelo en el instante inicial. Para este experimento se han igualado los valores de temperatura y humedad del subsuelo con los del suelo para evitar el forzamiento de los valores de suelo a los del subsuelo. Como se observa, tanto la precipitación como la humedad relativa son muy dependientes de las condiciones del suelo y como estas condiciones en el instante inicial se toman de otro modelo (en nuestro caso del E.C.M.W.F.) sin ningún tipo de corrección, la predicción de estas variables hereda todos los problemas y defectos de los campos iniciales del suelo, aparte de los problemas inherentes a la predicción de estas variables.

#### **6. CONCLUSIONES**

— La versión operativa del L.A.M. (I.N.M.) es poco sensible en las predicciones hasta 4 8 horas frente a cambios en las condiciones del suelo.

- Mejora la calidad de las predicciones cuando se utilizan condiciones iniciales para el suelo ((neutras)) con ciclo diurno filtrado.
- La versión operativa de L.A.M. (I.N.M.) al no tener incorporada la parametrización de la radiación presenta un fuerte forzamiento del subsuelo en las variables de temperatura y contenido de humedad del suelo. Aparición de un estado transitorio de ajuste de las variables del suelo forzadas por el subsuelo y por los niveles sigma más bajos.
- Influencia notable del suelo en las variables asociadas al ciclo del agua + vapor de agua en la versión del L.A.M. (I.N.M.) con la parametrización de la convección por KUO incorporada.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) DIAZ-PABON, R.: *Modelo operativo en el I.N.M. de análisis numérico tridimensional de campos meteorológicos*. Serv. Publicaciones I.N.M., Madrid, 1989.
- (2) LOUIS, J. F., (ed.): *E.C.M.W.F., Forecast Model, Documentation Manual*. E.C.M.W.F. Research Department. 1979.
- (3) HASELER, J. y D. BURRIDGE,: *Documentation for the E.C.M.W.F. grid point model*, Internal Report núm. 9, Research Dep. E.C.M.W.F., 1979.
- (4) NOILHAN, J.; S. PLANTON, y B. JACQUEMIN,: *Une paramétrisation des processus de surface pour les modèles atmosphériques de moyenne et grande échelle*. Note de Travail de E.E.R.M. núm. 200. Direction de la Meteorologie Nationale, París, 1987.
- (5) LOUIS, J. F., (ed.): *Research Manual 2 and 3. E.C.M.W.F. Forecast model*. E.C.M.W.F. Research Department. 1985 (y actualizaciones sucesivas).

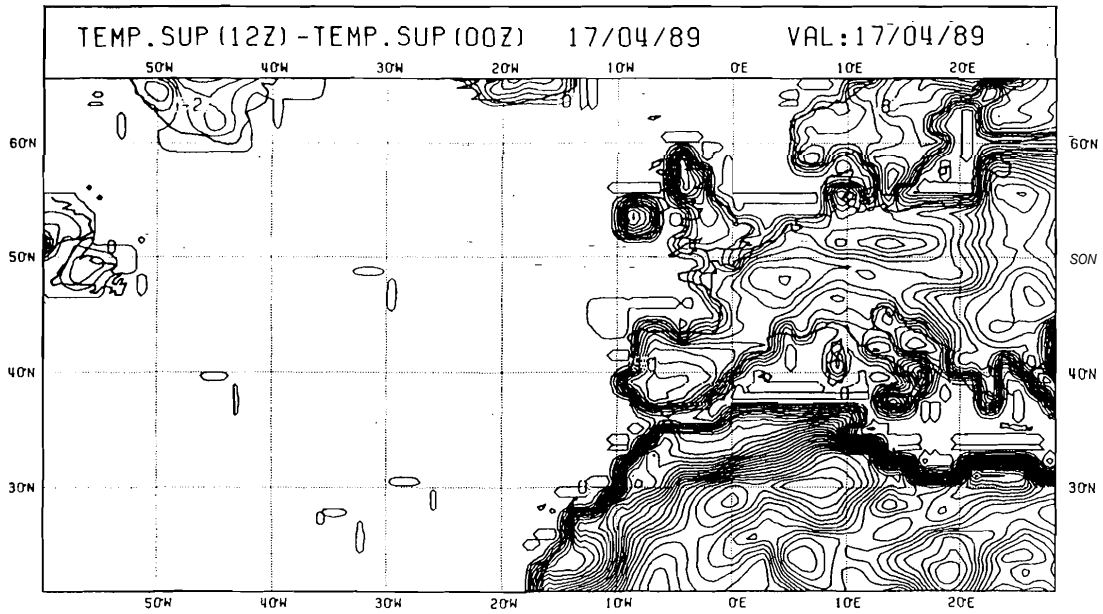


Fig. 1a

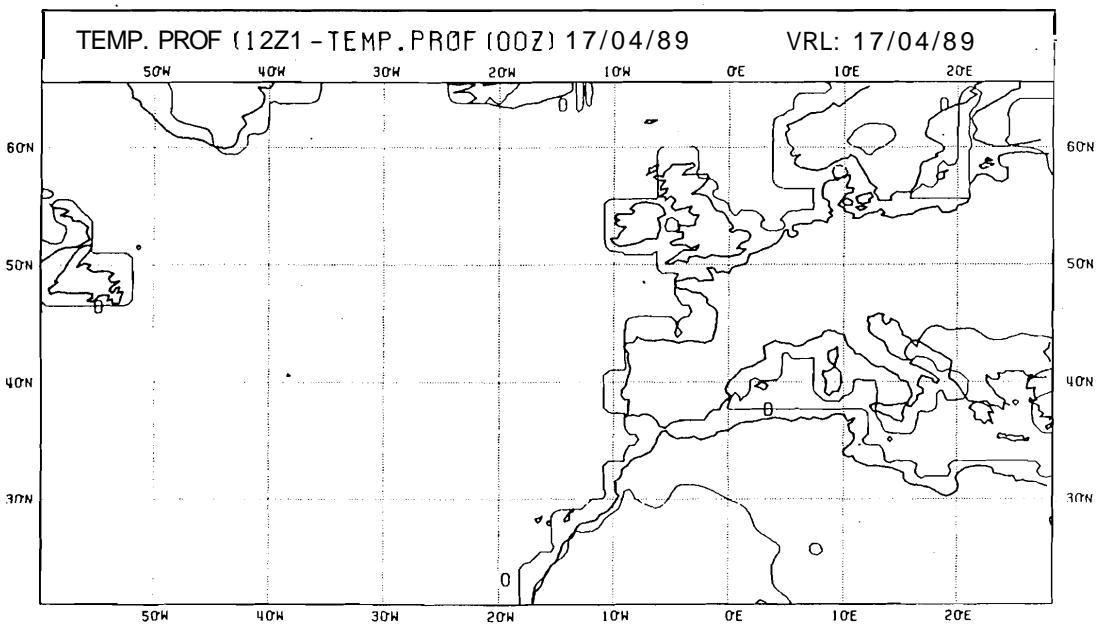


Fig. 1b

Figura 1. (a) Diferencias de temperaturas de la capa superficial del suelo entre 12 Z y 00 Z (17 de abril de 1989). Análisis del E.C.M.W.F. (b) Idem capa profunda.

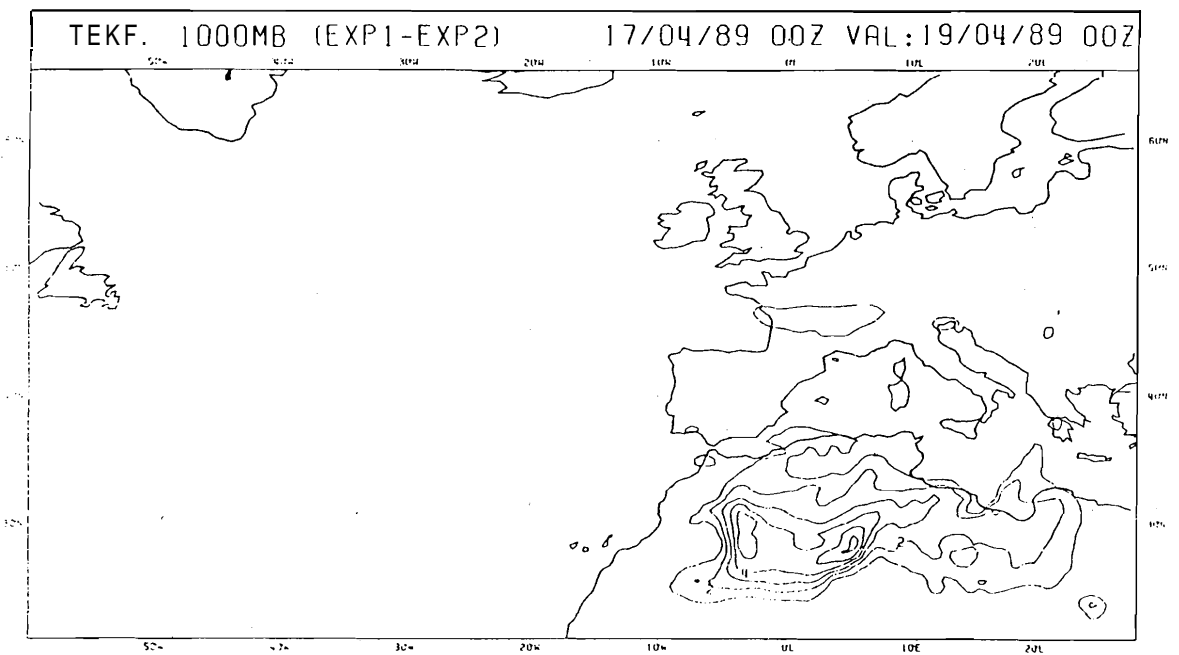
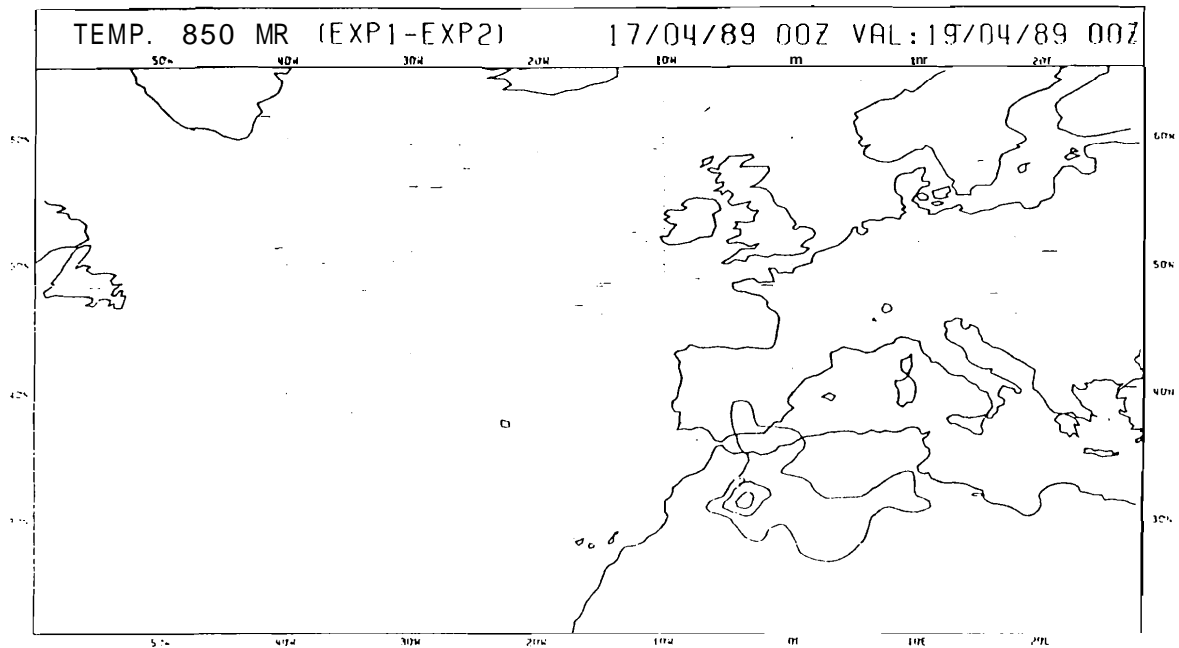


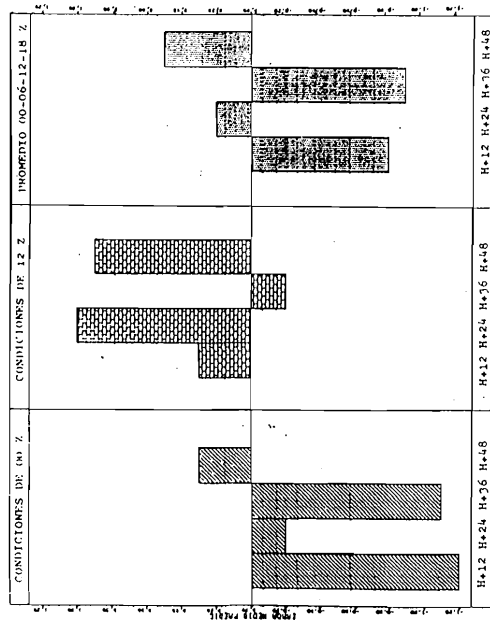
Figura 2. (a) Diferencias de temperaturas H+48 en 850 mb. después de integrar el modelo con condiciones iniciales para el suelo de 12 Z y 00 Z (14 de abril de 1989). (b) Idem den 1000 mb.

```

*****
* ERROR MEDIO DE LA PREDICCIÓN
* TEMPERATURA
* ANALISIS INICIAL AÑO=88,MES=11,DIA= 7 ,HORA= 0
*AN.INIC.
*****
* H+6 H+12 H+18 H+24 H+30 H+36 H+42 H+48
* NIVEL **
*****
* 1000 * 0.0 -1.2 0.0 -0.2 0.0 -1.1 0.0 0.3
* 850 * 0.0 -0.1 0.0 -0.1 0.0 -0.8 0.0 -1.4
* 700 * 0.0 -1.7 0.0 -1.9 0.0 -1.5 0.0 -2.3
* 500 * 0.0 1.1 0.0 0.6 0.0 0.1 0.0 -0.8
* 400 * 0.0 0.1 0.0 -0.1 0.0 -0.4 0.0 -1.0
* 300 * 0.0 0.9 0.0 0.8 0.0 0.4 0.0 0.5
* 250 * 0.0 1.5 0.0 1.0 0.0 0.8 0.0 2.2
* 200 * 0.0 1.0 0.0 1.4 0.0 1.5 0.0 3.0
* 150 * 0.0 0.5 0.0 -0.9 0.0 -0.8 0.0 1.3
* 100 * 0.0 2.3 0.0 2.8 0.0 1.5 0.0 3.6
*
*****

```

Suelo 5/11/88 00Z de ECMWF



Error medio temperatura en 1000 mb.

```

*****
* ERROR MEDIO DE LA PREDICCIÓN
* TEMPERATURA
* ANALISIS INICIAL AÑO=88,MES=11,DIA= 7 ,HORA= 0
*AN.INIC.
*****
* H+6 H+12 H+18 H+24 H+30 H+36 H+42 H+48
* NIVEL **
*****
* 1000 * 0.0 0.3 0.0 1.0 0.0 -0.2 0.0 0.9
* 850 * 0.0 0.2 0.0 0.2 0.0 -0.4 0.0 -1.2
* 700 * 0.0 -1.6 0.0 -1.8 0.0 -1.4 0.0 -2.3
* 500 * 0.0 1.1 0.0 0.6 0.0 0.1 0.0 -0.8
* 400 * 0.0 0.2 0.0 0.1 0.0 -0.4 0.0 -0.9
* 300 * 0.0 0.9 0.0 0.8 0.0 0.4 0.0 0.5
* 250 * 0.0 1.4 0.0 1.0 0.0 0.8 0.0 2.2
* 200 * 0.0 0.9 0.0 1.4 0.0 1.5 0.0 3.0
* 150 * 0.0 0.5 0.0 -0.9 0.0 -0.8 0.0 1.3
* 100 * 0.0 2.3 0.0 2.7 0.0 1.5 0.0 3.5
*
*****

```

Suelo 5/11/88 12Z de ECMWF

```

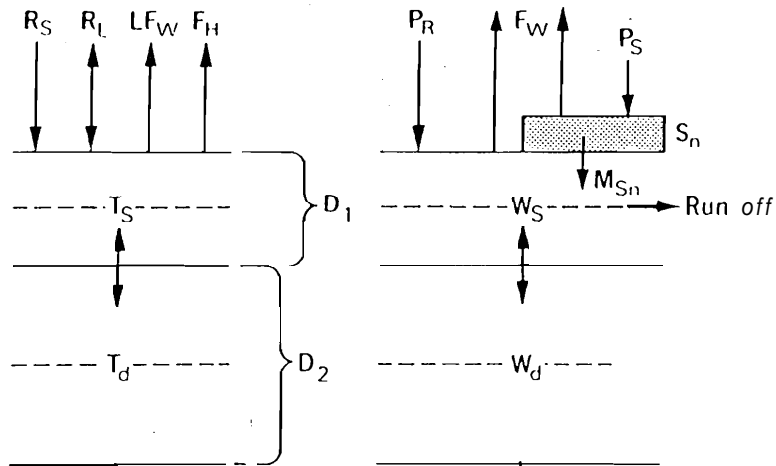
*****
* ERROR MEDIO DE LA PREDICCIÓN
* TEMPERATURA
* ANALISIS INICIAL AÑO=88,MES=11,DIA= 7 ,HORA= 0
*AN.INIC.
*****
* H+6 H+12 H+18 H+24 H+30 H+36 H+42 H+48
* NIVEL **
*****
* 1000 * 0.0 -0.8 0.0 0.2 0.0 -0.9 0.0 0.5
* 850 * 0.0 -0.1 0.0 -0.0 0.0 -0.7 0.0 -1.3
* 700 * 0.0 -1.7 0.0 -1.9 0.0 -1.5 0.0 -2.3
* 500 * 0.0 1.1 0.0 0.6 0.0 0.1 0.0 -0.8
* 400 * 0.0 0.1 0.0 -0.1 0.0 -0.4 0.0 -0.9
* 300 * 0.0 0.9 0.0 0.8 0.0 0.4 0.0 0.5
* 250 * 0.0 1.5 0.0 1.0 0.0 0.8 0.0 2.1
* 200 * 0.0 1.0 0.0 1.4 0.0 1.5 0.0 3.0
* 150 * 0.0 0.5 0.0 -0.9 0.0 -0.8 0.0 1.3
* 100 * 0.0 2.3 0.0 2.7 0.0 1.5 0.0 3.5
*
*****

```

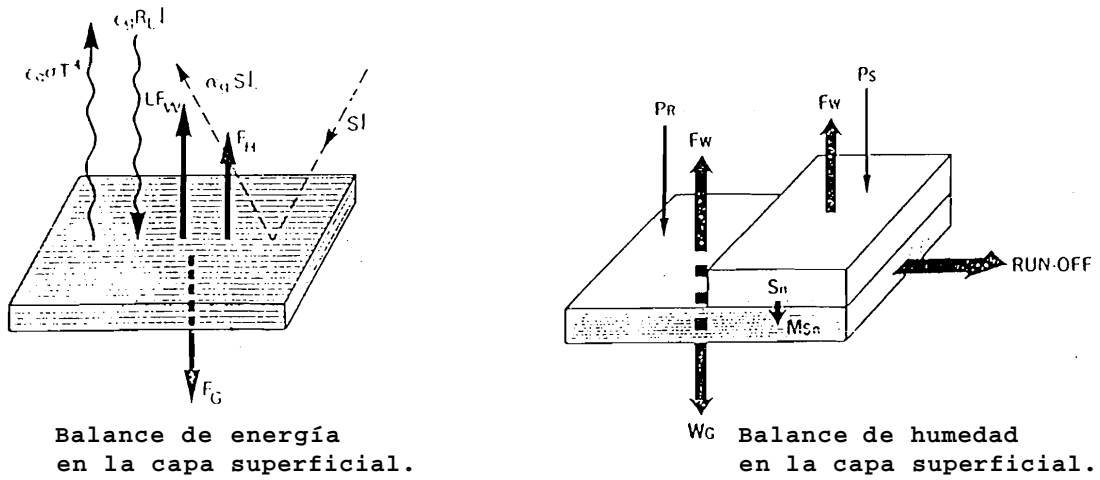
Suelo 5/11/88 media 00,06,12 y 18Z

Figura 3. Tablas de verificación para el error medio de la predicción de la temperatura con diferentes condiciones iniciales para los campos que parametrizan el suelo. Integración a partir del análisis del 5 de noviembre de 1988 a las 00 Z.

PROCESOS SUPERFICIALES EN EL LAM(INM).



Representación esquemática de los procesos que intervienen en la evolución de la temperatura y contenido en humedad del suelo.



Balance de energía en la capa superficial.

Balance de humedad en la capa superficial.

Figura 4. Representación esquemática de los procesos que intervienen en la evolución de la temperatura y contenido en humedad de suelo en el L.A.M. (I.N.M.). Balances de energía y humedad en la capa superficial del suelo.



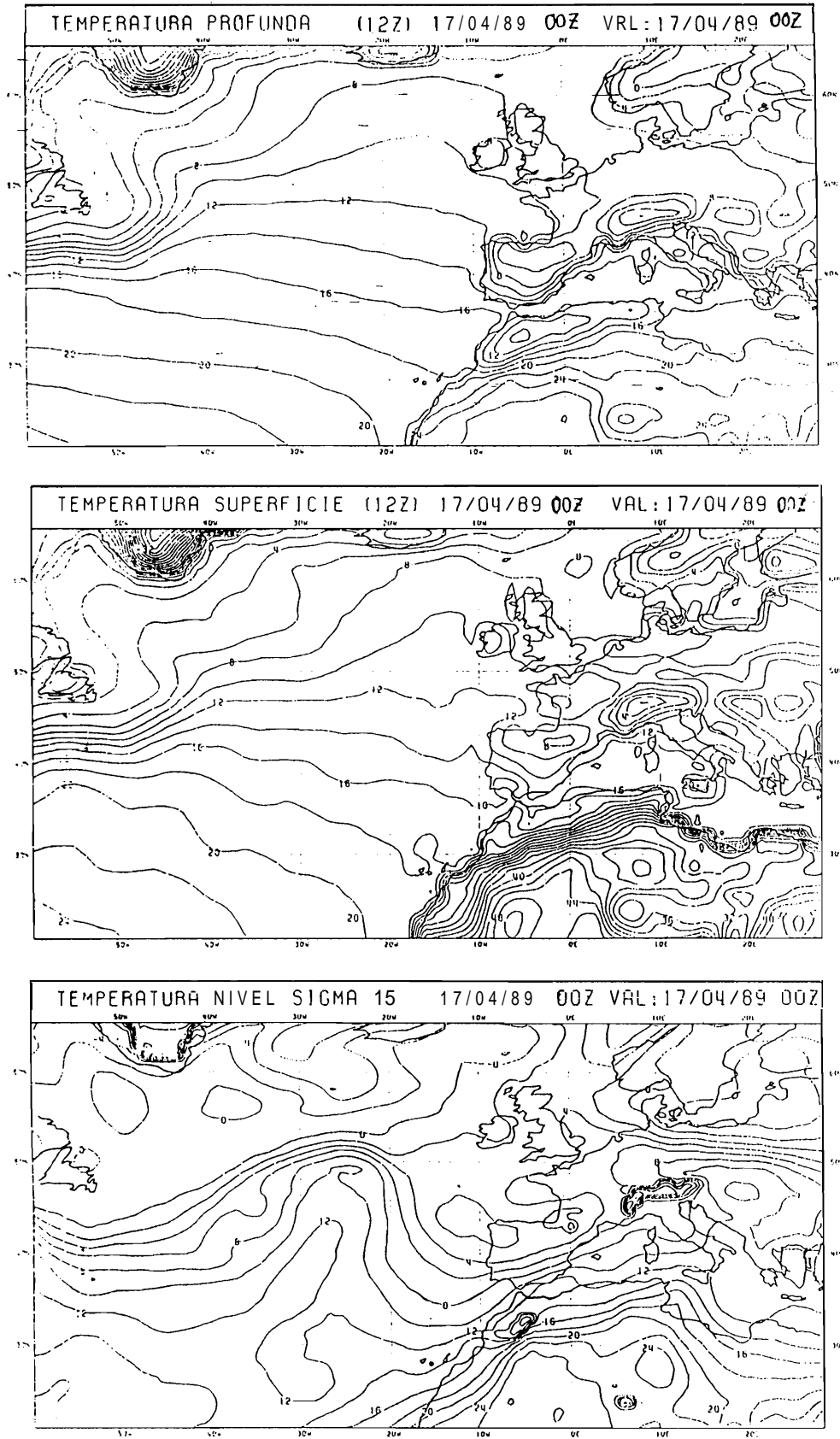


Figura 5. Condiciones iniciales de temperatura profunda de suelo (a), temperatura superficial del suelo (b) y temperatura en el nivel sigma 15 (c) para la integración a partir del análisis del 17 de abril de 1989 a las 00 Z.

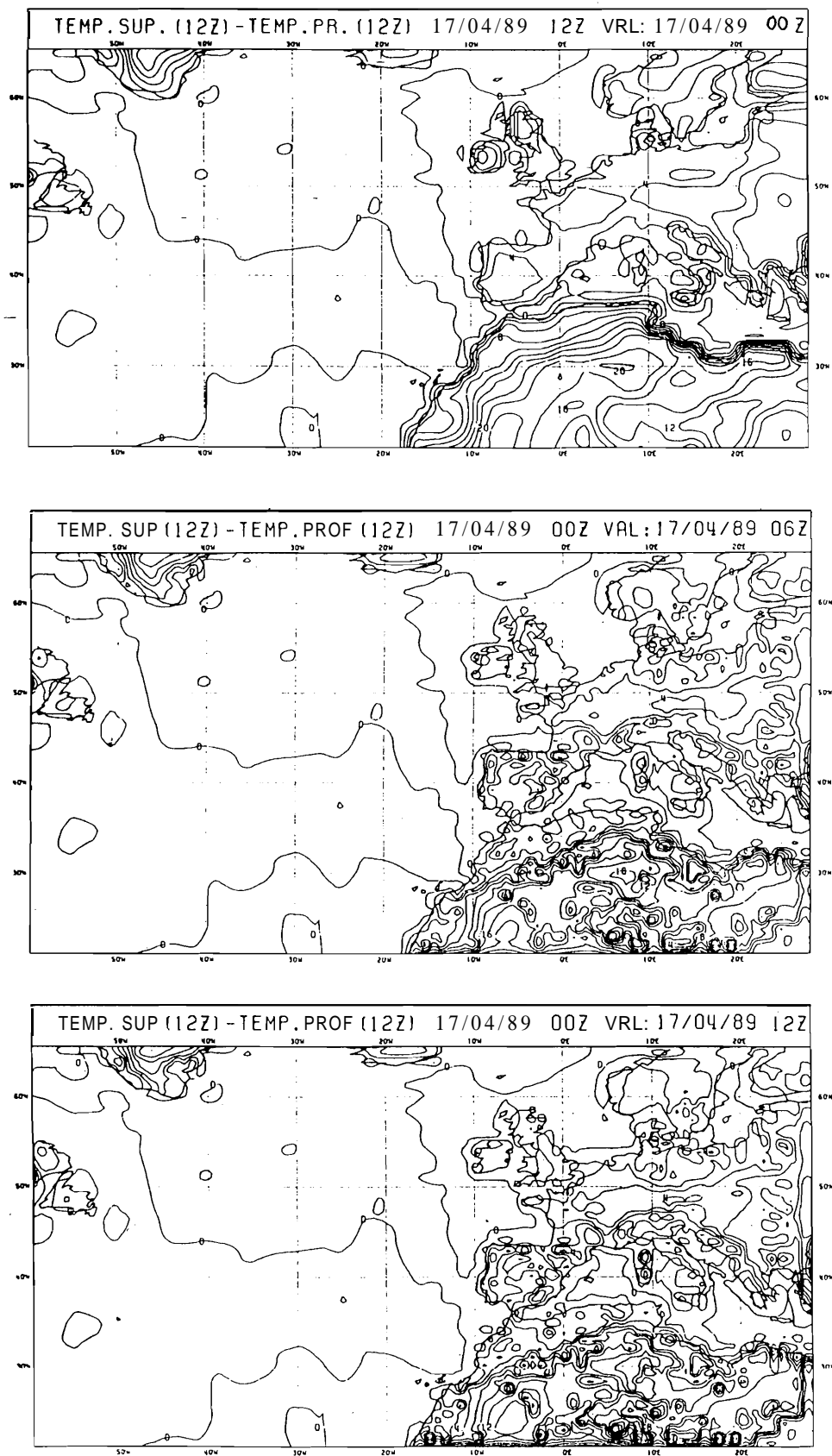


Figura 6. Diferencias entre temperatura superficial y profunda en H+00 (a), H+06 (b) y H+12 (c) en la integración a partir del análisis del 17 de abril de 1989 a las 00 Z.

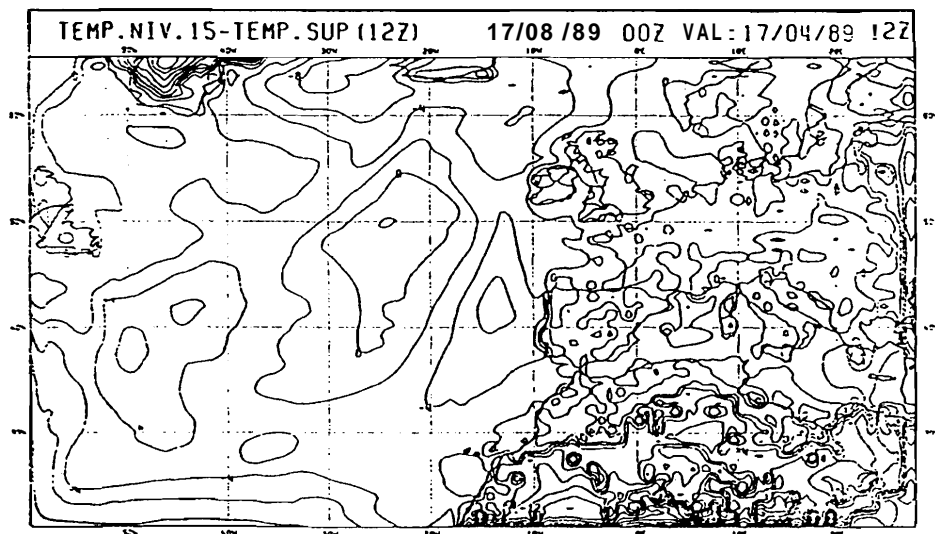
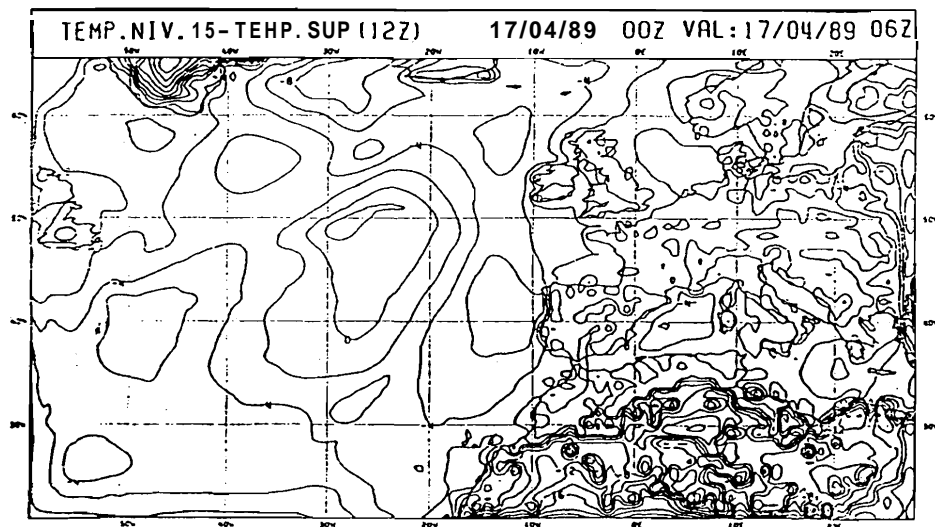
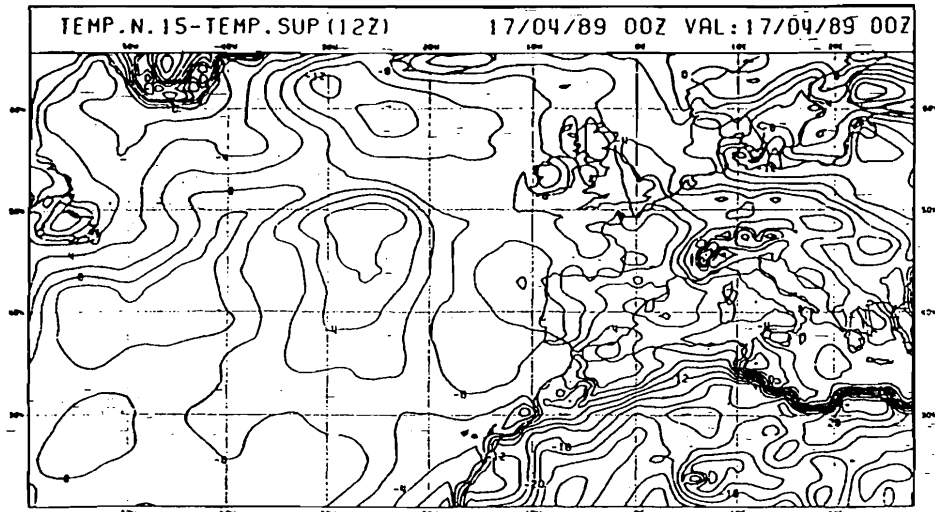


Figura 7. Idem con diferencias entre la temperatura del nivel sigma 15 y la temperatura superficial del suelo.

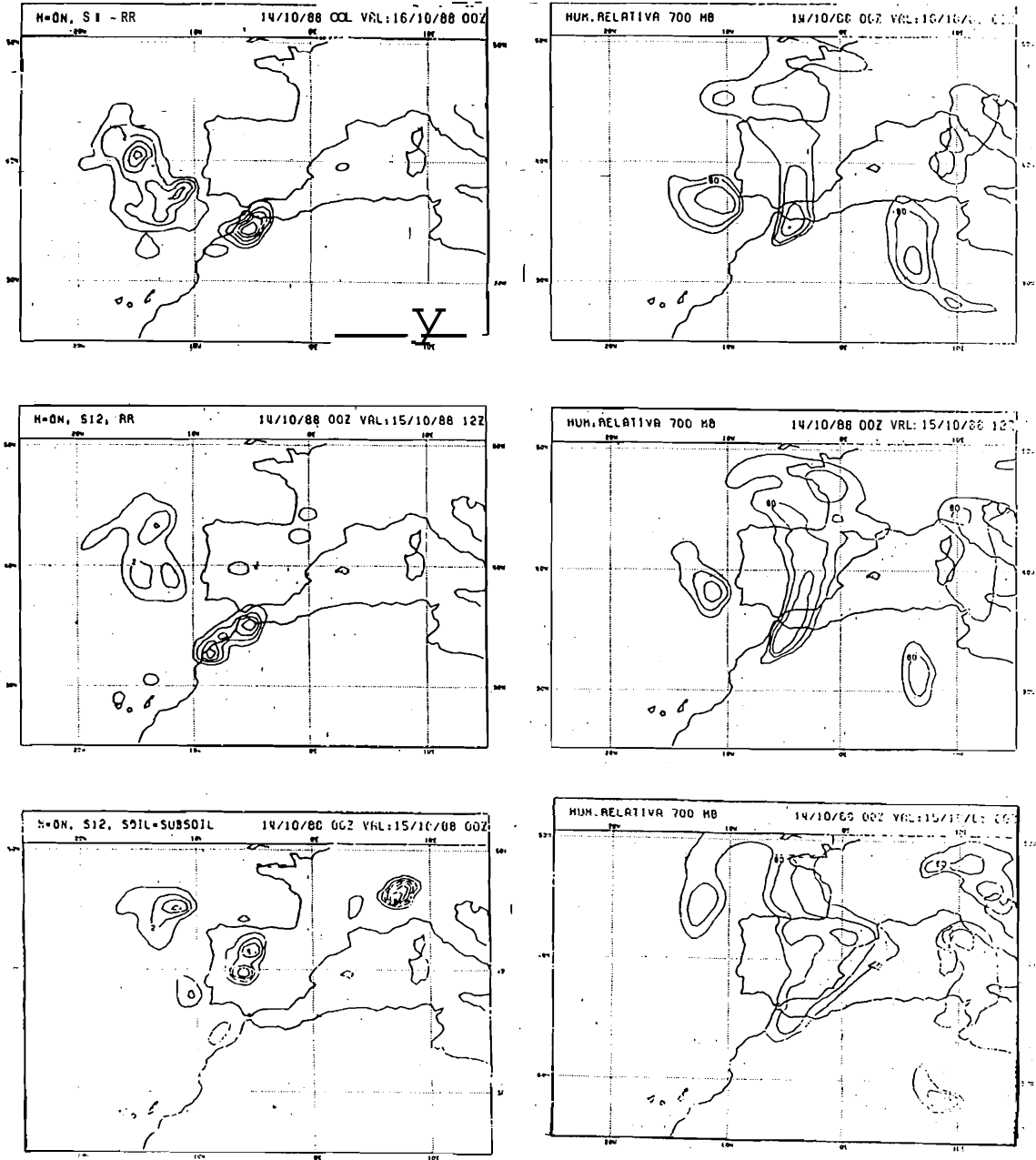


Figura 8. Precipitación convectiva + gran escala durante 12 horas anteriores al alcance de la predicción y humedad relativa a 700 mb cuando se toman condiciones iniciales para el suelo de 12 Z. Integración a partir del análisis del 14 de octubre de 1988 a las 00 Z. La temperatura y humedad del subsuelo se hacen iguales a las del suelo.

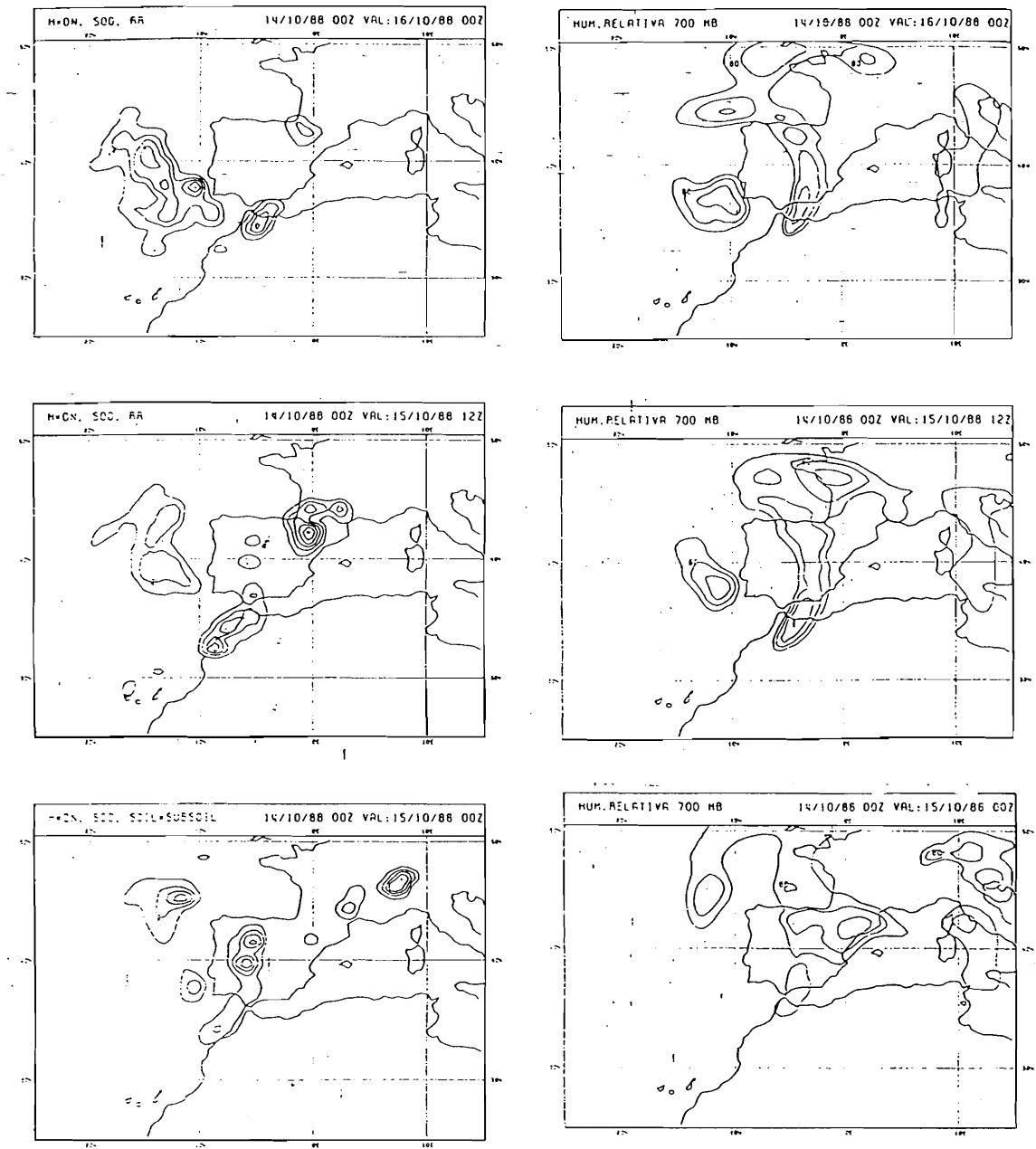


Figura 9. Idem con condiciones iniciales para el suelo de 00 Z.