

# NUEVO ANÁLISIS DE VARIABLES SUPERFICIALES EN EL MODELO HIRLAM

Beatriz Navascués Fernández-Victorio  
Juan José Ayuso Estebaranz  
Ernesto Rodríguez Camino

Servicio de Modelización Numérica del Tiempo. INM

## RESUMEN

Dentro del Proyecto Científico HIRLAM5 se ha desarrollado un nuevo paquete de análisis de variables superficiales diseñado específicamente para ser utilizado con la nueva parametrización de procesos de suelo. Además de las variables de pronóstico del modelo se analizan las variables diagnosticadas de temperatura y humedad a dos metros. Los experimentos llevados a cabo en las cuatro estaciones del año muestran la bondad de los pronósticos obtenidos así como la cercanía del análisis a las observaciones. En el diseño de este paquete de análisis se ha previsto su posible extensión a nuevas variables como la presión a nivel del mar con el fin de que pueda ser utilizado no sólo como componente del modelo numérico de predicción sino como herramienta de diagnóstico.

### 1. Introducción

Las variables de pronóstico de la superficie terrestre a partir de las cuales se calculan los flujos superficiales de calor sensible, latente y de momento son las temperaturas y contenidos de humedad superficiales y promedios del subsuelo. La nueva parametrización de procesos superficiales utiliza una aproximación tipo mosaico en la que dentro de cada cuadrado de rejilla existen fracciones de agua, hielo, suelo desnudo, vegetación de poca altura y bosque. Cada una de estas teselas terrestres puede poseer una textura diferente así como un tipo de vegetación distinto (cultivos, tundra, bosques caducifolios, coníferas...). El esquema que se utiliza en cada una de las fracciones terrestres es el llamado ISBA (Interaction Soil Biosphere Atmosphere), debido a Noilhan y Planton (1989). La principal característica de ISBA es que el flujo de calor latente se calcula agregando la evaporación de la parte de suelo desnudo y la evapotranspiración de la parte vegetada. A éstas se suma la contribución de la evaporación directa de la precipitación interceptada por la vegetación que es asimismo otra variable de pronóstico del modelo. Cada tesela contribuye por tanto con un flujo de calor latente, sensible y de momento.

De este modo, en cada fracción se pronostican dos temperaturas (superficial y promedia del estrato), tres contenidos de humedad (superficial, promedio del estrato e interceptado por la vegetación) y un espesor de nieve. El análisis desarrollado se encarga de inicializar todas estas variables en cada ciclo de asimilación, con la excepción del agua interceptada por la vegetación, para la que se utiliza como valor inicial la predicción a seis horas del ciclo de asimilación anterior.

### 2. Aproximaciones utilizadas en el análisis

Uno de los inconvenientes que se presentan a la hora de efectuar un análisis para las variables citadas con anterioridad es que no se dispone de una clasificación de estaciones acorde con las fracciones terrestres definidas en cada cuadrado de rejilla. Aunque así fuera, el número de observaciones disponibles en la actualidad no sería suficiente para poder corregir en el análisis las escalas más pequeñas en las que los errores del modelo provienen de una especificación incorrecta del contenido de humedad del suelo. Por otro lado, las observaciones de temperatura del suelo son muy escasas y es difícil extender en la horizontal las desviaciones respecto del modelo que se encuentran en cada una de ellas. Expresado con otras palabras, desconocemos la correlación horizontal de los errores de temperatura y de humedad del suelo del modelo.

Los motivos anteriores hacen que en el análisis de las variables superficiales se adopten las siguientes aproximaciones:

- Las temperaturas y contenidos de humedad del suelo se corrigen linealmente a partir de los errores de las variables atmosféricas cercanas al suelo (temperatura y humedad relativa a dos metros)
- Para el análisis de temperatura y humedad a dos metros, así como para el espesor de nieve, la variable analizada es un promedio sobre las fracciones terrestres en el caso de las primeras, y sobre todas las fracciones menos el agua en el caso de la nieve.

### 3. Características del análisis

La temperatura del agua del mar es la temperatura superficial de la fracción de agua. Las características del análisis de esta variable, así como de las del espesor de nieve y de la temperatura y humedad a dos metros son muy similares a las que fueron descritas en el anterior Simposio Nacional de Predicción (Navascués, 1996) y en una nota técnica HIRLAM (Navascués, 1997). La fracción de hielo es diagnosticada una vez finalizado el análisis de la temperatura del agua del mar. El algoritmo es lineal entre dos valores de temperatura que varían dependiendo de la salinidad del agua.

El análisis de las temperaturas y contenidos de humedad del suelo se realiza independientemente en cada fracción de tierra y se basa en el método propuesto por Mahfouf (1991). Su implementación en el modelo HIRLAM fue descrita en el anterior Simposio Nacional de Predicción por Ayuso (1996), y ha evolucionado según se presenta en este mismo Simposio en el trabajo “Asimilación de la humedad en el suelo en HIRLAM5” (Ayuso y otros, 2001)

Con respecto a las características de diseño del análisis, cabe destacar su capacidad de extensión a nuevas variables tales como la presión a nivel del mar, así como la posibilidad de efectuar el análisis por interpolación óptima o correcciones sucesivas. El formato de entrada de las observaciones (BUFR) y la producción en cada análisis de un fichero de salida que contiene toda la información referente a las observaciones en el análisis (desviaciones respecto al first guess, resultado de los controles de calidad, peso de los diferentes puntos de rejilla, altitud del modelo en el punto de observación...), son novedades que incorpora este reciente conjunto de rutinas.

### 4. Resultados

El análisis desarrollado, junto con la nueva parametrización han sido probados extensivamente en el transcurso del último año. De esta forma, se han llevado a cabo experimentos de quince días de duración en cada una de las estaciones del año con la versión de referencia del modelo HIRLAM y con la nueva versión desarrollada (experimento de control). El nuevo sistema ha demostrado ser superior a la versión de referencia de acuerdo con la verificación frente a observaciones, tal y como se muestra en la comunicación “Parametrización de procesos de superficie en HIRLAM5” (Rodríguez y otros, 2001) en este mismo Simposio.

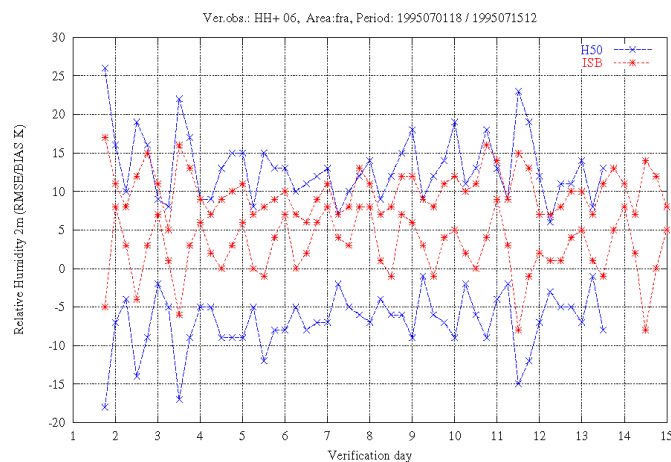


Figura 1: Evolución de los errores H+6 de humedad relativa sobre Francia.

Como ejemplo de los resultados obtenidos, en la Figura 1 se muestra la evolución de los errores del first guess de la humedad relativa a dos metros en el experimento de verano sobre Francia. En azul se representa el comportamiento del experimento de referencia, en rojo aparece la evolución del experimento de control. Se aprecia claramente la mejora sistemática en el error cuadrático medio de la predicción en la nueva versión desarrollada. Asimismo, se destaca el cambio de signo en el error sistemático de la humedad, siendo de menor magnitud en el experimento de control.

En la Figura 2 se muestra el ajuste que ha efectuado el análisis en cada ciclo de asimilación. En la gráfica se aprecia como la distancia de las observaciones al análisis es muy inferior en la nueva versión desarrollada. A diferencia del experimento de control, la versión de referencia ha hecho uso de las observaciones de humedad relativa para corregir la humedad específica del nivel más bajo del modelo, para posteriormente diagnosticar el campo de humedad relativa a dos metros que se compara con las observaciones. En error cuadrático medio, la distancia de las observaciones de humedad relativa al análisis en el nuevo sistema es del orden del 5%. Este mayor ajuste se debe no sólo al mejor first guess de partida, sino también a las diferentes características del análisis en uno y otro caso. En particular, son especialmente relevantes la longitud de escala en la función de estructura y la razón entre los errores de las observaciones y el first guess que se han utilizado en el análisis de altura y en el de superficie.

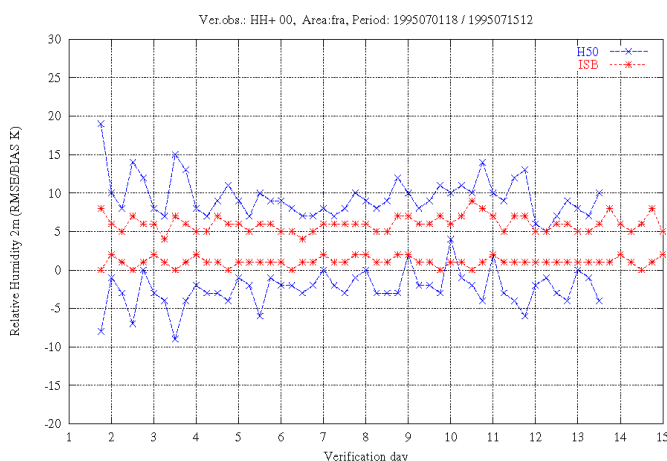


Figura 2: Evolución del ajuste del análisis de humedad relativa sobre Francia

## 5. Conclusiones

El sistema de análisis de variables superficiales desarrollado y la nueva parametrización de procesos superficiales del modelo HIRLAM, presentan una serie de ventajas respecto a la versión actualmente operativa en el INM, de las cuales desde el punto de vista de la predicción operativa son de destacar:

- Proporciona una representación más realista de los intercambios energéticos entre la biosfera y la atmósfera, lo cual se manifiesta en una mejora de las predicciones del modelo especialmente en verano, no sólo en las variables cercanas al suelo, sino también dentro de la capa límite, de acuerdo con los índices de verificación obtenidos.
- Los valores de temperatura y humedad relativa a dos metros en el análisis son ahora campos realmente analizados, en vez de diagnosticados a partir del análisis de altura. Ello se traduce en un mayor ajuste del análisis a las observaciones. Las observaciones de temperatura a dos metros son utilizadas en el nuevo sistema, a diferencia de lo que ocurre en la versión actualmente operativa.
- Se ha diseñado para poder ser utilizado en modo de diagnóstico, y extendido a otras variables de alto interés en la predicción operativa, como es el caso de la presión a nivel del mar o la nubosidad.

## Referencias

- Ayuso, J.J. 1996: Asimilación de modelos numéricos en modelos numéricos. IV Simposio Nacional de Predicción. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.,497-504.
- Ayuso, J. J., B. Navascués y E. Rodríguez, 2001: Asimilación de la humedad en el suelo en HIRLAM5. V Simposio Nacional de Predicción. Madrid. INM
- Mahfouf,J.-F. 1991: Analysis of soil moisture from near-surface parameters: A feasibility study. J.Appl. Meteorol.,30,1534-1547.
- Navascués,B. 1996: Inicialización de las variables superficiales en el modelo HIRLAM. IV Simposio Nacional de Predicción. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 505-512.
- Navascués, B. 1997: Analysis of 2 meter temperature and relative humidity. HIRLAM Tech.rep.28,26pp. Norrkoping.
- Noilhan,J. and S.Planton 1989: A simple parametrization of land surface processes for meteorological models. Mon.Wea.Rev.,117,536-549.
- Rodríguez, E., B. Navascués y J. J. Ayuso, 2001: Parametrización de procesos de superficie en HIRLAM5. V Simposio Nacional de Predicción. Madrid. INM.