

## Curso sobre la interpretación de mapas meteorológicos: Generalidades (II)

Manuel Palomares Calderón ("Arcimis")

Predictor del Instituto Nacional de Meteorología  
macalderon@mi.madritel.es

Vamos a seguir con algunas otras características generales de los mapas meteorológicos. No hay duda que la parte más interesante de este curso va a llegar cuando hablemos de su interpretación y utilidad, pero estas cuestiones previas, que bastantes ya conocen, son importantes y bastante útiles antes de atacar las otras.

### MAPAS DE ANALISIS Y MAPAS PREVISTOS

Las observaciones efectuadas con instrumentos en diferentes puntos de la tierra tanto desde el suelo como desde globos sonda, aviones, satélites etc. permiten preparar mapas de los valores reales de las variables observadas en un momento dado (pasando por alto que las medidas nunca son totalmente exactas y pueden llevar asociados errores de observación). Estos mapas meteorológicos se llaman **Análisis** y ese término vendrá normalmente indicado en el mapa. Son mapas que describen "lo que hay", los valores de presión, temperatura etc. observados (casi siempre a las 00 Z o las 12 Z que son las horas en que por convenios internacionales se realizan mayor número de observaciones simultáneas) Los demás mapas son mapas previstos, predicciones de "lo que habrá"

### MODELOS DE PREDICCIÓN

Hasta no hace muchos años los meteorólogos efectuaban los análisis manualmente mediante interpolación de los datos de observación con ayuda de algunas otras nociones. Las predicciones se basaban sobre todo en métodos empíricos y en la experiencia. Su fiabilidad era muy escasa para más de 48 horas.

La introducción de los modelos numéricos ejecutados por ordenador proporcionó para la predicción del tiempo un avance como el que supuso usar automóviles en lugar de caballos o aún mayor. Un ordenador de alta capacidad analiza las observaciones de manera mucho más rápida y perfecta que la mente humana e integrando muchos más datos (de satélites, aviones de línea, etc.) mediante procesos que se denominan de "asimilación de datos". En las zonas donde existan "vacíos de datos" o muy pocas observaciones, se utilizan los valores previstos por el modelo anteriormente. Las técnicas actuales permiten rellenar estos huecos y obtener una malla o rejilla continua en la horizontal y vertical de puntos con valores.

Pero las variables meteorológicas no son independientes entre si: Están relacionadas por las ecuaciones dinámicas de la atmósfera, por lo que existe una dependencia entre ellas. Los modelos deben recalcular los valores de las variables (presión, temperatura, etc..) para evitar inconsistencia, ruido, errores inherentes a la medida, etc. y así balancear y "cuadrar" los valores de las variables en los puntos de la malla. Este proceso se le denomina **inicialización** y el resultado final es el verdadero mapa de análisis o de partida de predicción del modelo. En estos mapas las variables medidas originalmente han sido transformadas y "retocadas" por las técnicas numéricas para permitir que el modelo de predicción pueda activarse y así evitar inconsistencias, ruido, inestabilidades, etc. que harían inservibles sus resultados. Por eso a veces mediremos con nuestros instrumentos la temperatura o la presión y nos encontraremos con cierta desilusión que hay diferencias entre lo que hemos observado en nuestra estación y el valor final que el análisis del modelo le da en esa zona..

Cuando el análisis está listo los modelos efectúan en poco tiempo millones de operaciones para calcular la evolución de las variables atmosféricas de acuerdo a ecuaciones de la física atmosférica y diversos métodos matemáticos.

Todo el sistema físico-matemático-informático se suele denominar de forma abreviada "modelo de predicción", aunque en realidad el modelo propiamente dicho sólo sería la parte más matemática. En este curso no tenemos tiempo para seguir hablando sobre los modelos de predicción y sus diferentes tipos y características, pero sí que nos interesa distinguir entre lo que es un modelo, como sistema de predicción, y lo que es un mapa de ese modelo. Los modelos trabajan adjudicando un valor inicial a cada variable en una malla como hemos dicho. Después el modelo calcula el nuevo valor que tendrá la variable al cabo de diferentes períodos (los "alcances" de la predicción). El resultado serán los nuevos valores para cada punto de la malla con mayor o menor densidad de puntos dependiendo de las características del modelo.

Supongamos que un modelo ha calculado los valores de la presión a nivel del mar en la zona de Europa para el alcance H + 24. A partir de esos datos puede trazarse un mapa con isobaras de cinco en cinco milibares, o de cuatro en cuatro, o representar la distribución de la presión mediante colores o con otros procedimientos. El mapa no es el modelo, es una representación gráfica de los resultados del modelo. Por eso en el ejemplo del primer día veíamos un mapa del portal alemán Wetter Zentrale correspondiente al modelo del ECMWF que es un centro meteorológico europeo de predicción a plazo medio que está en Inglaterra. Wetter Zentrale no tiene un modelo suyo pero puede aprovechar los datos del modelo ECMWF para preparar una representación gráfica particular.

## EJEMPLOS PRACTICOS

En la primera parte de este capítulo habíamos utilizado como ejemplo el modelo ECMWF de la sección de modelos de Meteored. Allí no se puede encontrar ningún análisis ya que el Centro Europeo de Predicción (ECMWF) no distribuye sus análisis por Internet. Pero vayamos ahora al segundo modelo de la sección, el HIRLAM del INM. Pinchando allí nos encontramos una tabla con muchas opciones (dirección: <http://www.meteored.com/principal/hirlam.asp> ) Podría haberla copiado debajo de éste párrafo, pero quizá sea más útil (y menos complicado para mí) abrir otra ventana en vuestro ordenador y mirar la tabla al mismo tiempo que este texto. Vamos a referirnos a ella y a sus mapas durante un rato.

La tabla está dividida en dos partes. La mitad superior corresponde a mapas del modelo HIRLAM con inicialización a las 00 horas según se indica en la línea con fondo azul. Cada columna está encabezada por el "alcance" de la predicción, el tiempo en horas que transcurre desde la hora del análisis hasta la hora de validez del mapa. La primera columna corresponde al alcance temporal 00 H lo que significa que todos los mapas de esa columna son análisis, mapas basados en datos observados. Si pinchamos por ejemplo en la primera opción obtendremos el Análisis de Superficie-Presión a nivel del mar a las 00 horas UTC (la hora UTC es la misma que la hora Z, o sea tiempo medio de Greenwich).

La mitad inferior de la tabla, a partir de la segunda línea en azul, ofrece mapas de las mismas variables y períodos pero con inicialización a las 12 horas. La primera columna (00 H) corresponde igual que antes a los análisis. Si pinchamos en la primera opción de esta parte de la tabla (debajo de la segunda línea azul) obtendremos el Análisis de Presión a nivel del mar, pero esta vez de las 12 UTC (12 + 00 H = 12).

Los mapas de todas las demás columnas son mapas previstos.. Si por ejemplo pinchamos en la tercera fila de la tabla y en la columna encabezada por 24 H obtendremos el mapa previsto de temperaturas en superficie 24 horas después del análisis (H + 24 se suele indicar abreviadamente), es decir los valores previstos de temperatura en superficie para las 00 UTC del día siguiente al del análisis.

### Dos cosas importantes y bastante lógicas:

1) Un mapa previsto es más fiable cuanto más corto sea su alcance. Las predicciones de los modelos no son perfectas (los motivos se han comentado a menudo, por ejemplo en la RAM y en el foro de Meteored) y su fiabilidad disminuye cuanto más tiempo transcurra desde el análisis inicial.

2) Toda predicción depende del análisis inicial de partida del modelo. Por eso debemos elegir mapas previstos correspondientes al análisis más reciente. El modelo HIRLAM por ejemplo tiene dos "**pasadas**" diarias principales (primera y segunda parte de la tabla), a las 00 y 12 Z. Supongamos que son las 16 UTC (las seis de la tarde en España) de hoy día 15. Queremos comprobar si ya se han publicado las predicciones correspondientes al análisis de las 12 UTC. Para ello pinchamos en un mapa cualquiera de la mitad inferior de la tabla de Meteored. Si el mapa que obtenemos corresponde al análisis de las 12 del día 14, es que todavía no han salido las predicciones del día 15 (en el HIRLAM-INM se publican unas 4-5 horas después del análisis). Entonces es preferible utilizar la mitad superior de la tabla (Análisis de las 00 UTC del día 15) o esperar hasta que salgan las de las 12 UTC.

## **CAMPOS BASICOS Y DERIVADOS**

La distribución de las variables que un modelo calcula de acuerdo al procedimiento mencionado antes, tales como presión, temperatura o viento suelen llamarse "**campos básicos**". A partir de esos resultados pueden calcularse o predecirse otras variables como por ejemplo la precipitación, que se mide de acuerdo al tiempo (lluvia recogida en 3 horas, 12 horas etc.) o la cobertura nubosa que es tridimensional y depende de la nubosidad existente a diferentes altitudes o también otras variables complicadas como las "advecciones de temperaturas o vorticidad" etc.. Esas variables calculadas a partir de otras constituyen "**campos derivados**". Fijaros por ejemplo en la tabla del HIRLAM que cuando pedimos mapas de precipitación no hay análisis (alcance 00), ya que tiene poco sentido medir la lluvia instantánea

En este cursillo creo que lo más oportuno es centrarnos sobre todo en los principales campos básicos, a saber, mapas de superficie y de los diferentes niveles de presión (850, 500 , ...hPa) donde se pueden representar el geopotencial o altura del nivel de presión, viento, humedad y temperatura. A estos campos le llamaremos, a partir de ahora, campos básicos del modelo.

## **PREDICCIÓN POR CONJUNTOS, ENS, Y SPAGHETTIS**

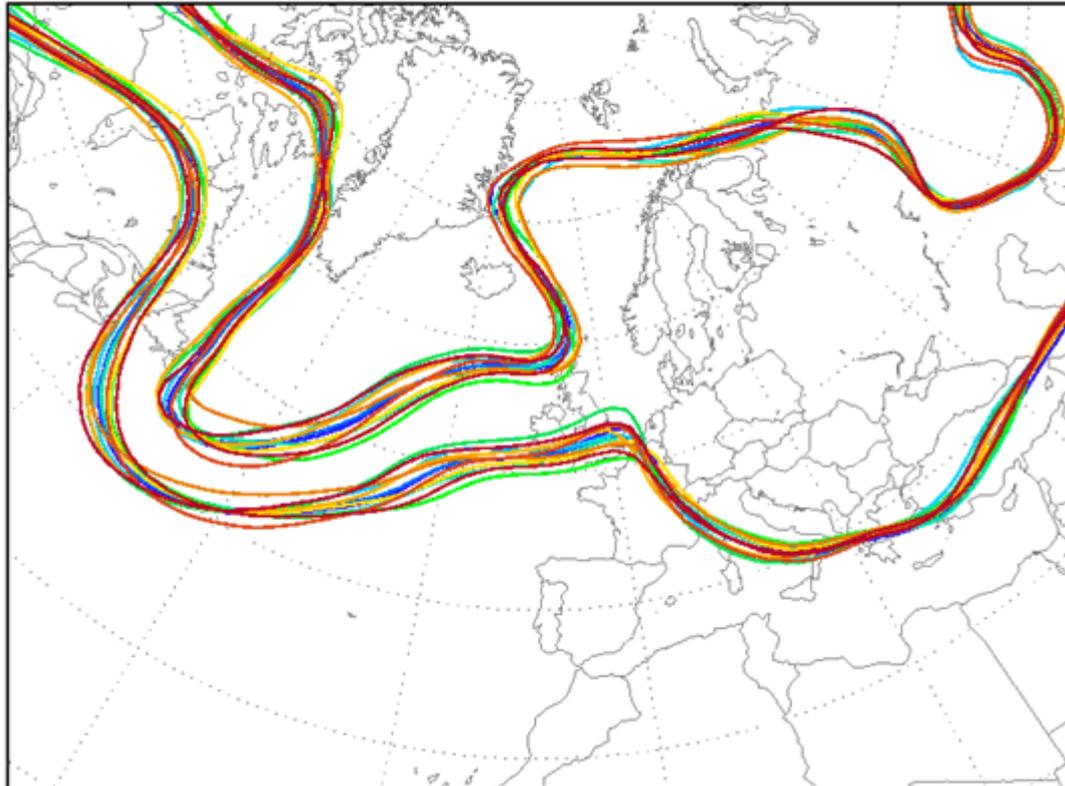
A pesar de que vamos a centrarnos en los mapas meteorológicos más clásicos no está de más mencionar algo sobre mapas producidos mediante un sistema de predicción que está empezando a popularizarse. Una de las razones por la que las predicciones de los modelos no son perfectas, y a partir de 5-6 días de alcance temporal muy poco fiables, se debe a las propias limitaciones del análisis. Es imposible definir con suficiente exactitud el estado actual de la atmósfera mediante observaciones que nunca son perfectas.

Los **sistemas de predicción por conjuntos** (en inglés sistemas "Ensemble", abreviado ENS) ejecutan un modelo de predicción repetidamente pero cada vez introduciendo pequeñas variaciones aleatorias en las condiciones iniciales o de partida del modelo. Se obtienen así resultados diferentes para cada una y en base a la menor o mayor dispersión del conjunto tendremos una especie de predicción probabilística y también una cierta medida de la "predecibilidad" de la atmósfera.

Veamos por ejemplo el apartado ENS de la sección de modelos de Meteored (<http://www.meteored.com/principal/ENS.asp> ) Corresponde al sistema por conjuntos del modelo americano MRF. Si pinchamos en "500 hPa Geopot. Spaghetti" y en el alcance 24 h. obtenemos un mapa como éste:

ni: Thu,11SEP2003 00Z Val: Fri,12SEP2003 00Z

500 hPa Geopotential (Isohypsens: 516 552 576 gpdam)



Daten: 00z-Ensembles des MRF von NCEP  
(C) Wetterzentrale  
www.wetterzentrale.de

Tenemos representadas las isohipsas de 552 y 576 decámetros geopotenciales para el nivel de 500 hectopascales (**Isohypsas** es el nombre que reciben las isolíneas de geopotencial. La de 516 no aparece aunque se mencione en la etiqueta ya que cae fuera del mapa. Ya aparecerá a medida que el otoño y el invierno se aproximen) Cada línea de color representa una predicción distinta para cada una de las diferentes condiciones iniciales. En este mapa para un alcance de 24 horas todas esas líneas son bastante coincidentes para las dos isohipsas, sólo hay pequeños "desacuerdos". Podemos concluir que con muy alta probabilidad esa será la disposición real de las isohipsas de 552 y 576 gpdm al día siguiente. Pero sugiero que miréis lo que va pasándoles a esos spaghettis a medida que aumenta el alcance de la predicción a 48, 72, 96 horas etc.

Para el próximo día nos esperan los mapas más veteranos de la meteorología: los de superficie y en primer lugar el viejo y familiar mapa de isobaras que ya habíamos empezado a comentar el otro día. También trataremos sobre algunos otros tipos de representación, como las que suelen utilizarse para el viento y para unos elementos que suelen incluirse en los mapas de superficie: los frentes.

### **Preguntas y respuestas tomadas del foro de Meteored.com**

#### **Preguntas**

¿Se hacen mapas a alturas distintas de las de 500 y 850 hPa?

¿Por qué son tan interesantes los mapas a 500 y 850 hPa y no otros a otras alturas distintas?

¿Qué son los espaguetis o spaghettis, qué representan los colores?

#### **Respuestas de Arcimis**

Hola y gracias de nuevo por los ánimos.

Si miráis el primer capítulo propuse un cierto orden en el programa. Los dos primeros capítulos han sido de temas generales y hay algunos ejemplos de diferentes tipos de mapas. A partir de ahora no meteremos más en las características, interpretación y uso de cada tipo de mapas. Que me perdonen los impacientes pero todo dentro del orden propuesto: primero los mapas de superficie y luego los de altura (850, 500 hPa etc.), o sea que dentro de dos o tres semanas estamos con ellos.

Los spaghettis son productos de es nueva técnica de predicción por conjuntos. También podemos volver algo sobre ello al final pero yo creo que el interés más prioritario a partir del próximo día es centrarnos sobre los mapas más clásicos y eso ya va a dar mucho juego.

### **COLOR DE LOS SPAGHETTIS:**

Cada línea de color representa una de las diferentes predicciones de como se situarán las isolíneas, predicciones que el modelo efectúa a partir de condiciones iniciales ligeramente distintas cada vez. Pero el color en si no quiere decir nada, solo sirve para distinguir cada una de esas predicciones.

Yo he contado doce colores diferentes, es decir doce predicciones distintas. Es como si se hubiesen calcado doce mapas diferentes cada uno superpuesto al otro. Cada uno de esos mapas superpuesto solo incluye las dos isolíneas de 552 y 576, es decir que hay dos isolíneas rojas, dos azul claro, dos azul oscuro etc. No se incluyen isolíneas de otros valores porque el mapa se convertiría en un follón imposible de mirar.

**PREGUNTA:** Entonces si está más o menos tipificados los mapas de 00 z y 12 z, pero ¿los mapas que salen del MRF a las 06z y a las 18z son mucho menos exactos no?

**RESPUESTA:** Bueno, en general es así, pero depende un poco del tipo de modelo y sus características. Para el MRF que es un modelo global es como dices. Las "pasadas" de 00 y 12 son las que incorporan mayor numero de datos de observación y por tanto son en teoría mejores análisis y mejores predicciones que las que se inicializan a las 06 y 18.

Pero hay modelos de área limitada que utilizan como condiciones iniciales los valores de un modelo global y no incorporan ningún nuevo dato de observación en su área, o muy pocos. En esos casos supongo que la hora de inicialización no tiene casi influencia, salvo que como es lógico es preferible mirar la más reciente.

### **Pregunta:**

Pero una cosa sobre los mapas spaguettis:  
Citar:

Cada línea de color representa una predicción distinta para cada una de las diferentes condiciones iniciales. En este mapa para un alcance de 24 horas todas esas líneas son bastante coincidentes para las dos isohipsas, sólo hay pequeños "desacuerdos".

¿Me podrías decir cuáles son cada una de las condiciones iniciales? ¿Se refieren a qué parámetros? ¿qué tienen en cuenta? ¿todas las condiciones están referidas a los datos de 552 y 576, o tres condiciones iniciales para 576 y cinco condiciones para los 552?

### **Respuesta**

Vamos a ver ... Yo tengo mi modelo y todos los datos básicos para que funcione que son las observaciones de presión, temperatura, viento etc. Con ellas y a base de interpolación y otros ajuste el modelo me prepara datos iniciales para una red de puntos regularmente espaciados. Después "corro" el modelo y me ofrece (entre otros resultados) los datos previstos en el nivel de 500 milibares para la misma red de puntos. Con esos resultados le pido que me trace exclusivamente las isohipsas de 576 y 552 interpolando. Podía haberle pedido que me trazase muchas más ya que tengo datos previstos de muchos puntos, pero solo quiero esas dos y le pido también que me las pinte en azul.

Ahora, como no me fío del resultado porque creo que los datos iniciales no eran del todo buenos, vuelvo a repetir el proceso, pero esta vez introduciendo ligeras variaciones artificiales en esos datos iniciales. De nuevo obtengo datos previstos y trazo las dos isohipsas, pero esta vez en color rojo.

Repito el proceso varias veces, cambiando en cada una un poquito los datos iniciales y así voy obteniendo parejas de isohipsas de diferentes colores cada pareja. Al final todas las isohipsas de 576 forman un spaghetti y las de 552 otro. Si el periodo de predicción no ha sido muy largo y la atmósfera es bastante "predecible" los spaghettis estarán más o menos compactos, pero a medida que avance el periodo de predicción se irán deshilachando. Cuando se hayan abierto y entremezclado de manera un poco caótica lo que se deducirá es que ya no me puedo fiar ni un pelo de la predicción.

**Nota de la RAM.** *El 20 de septiembre se cerró este reportaje en la RAM junto con las preguntas y respuestas.*

**[ram@meteored.com](mailto:ram@meteored.com)**