

El mapa de 850 hPa

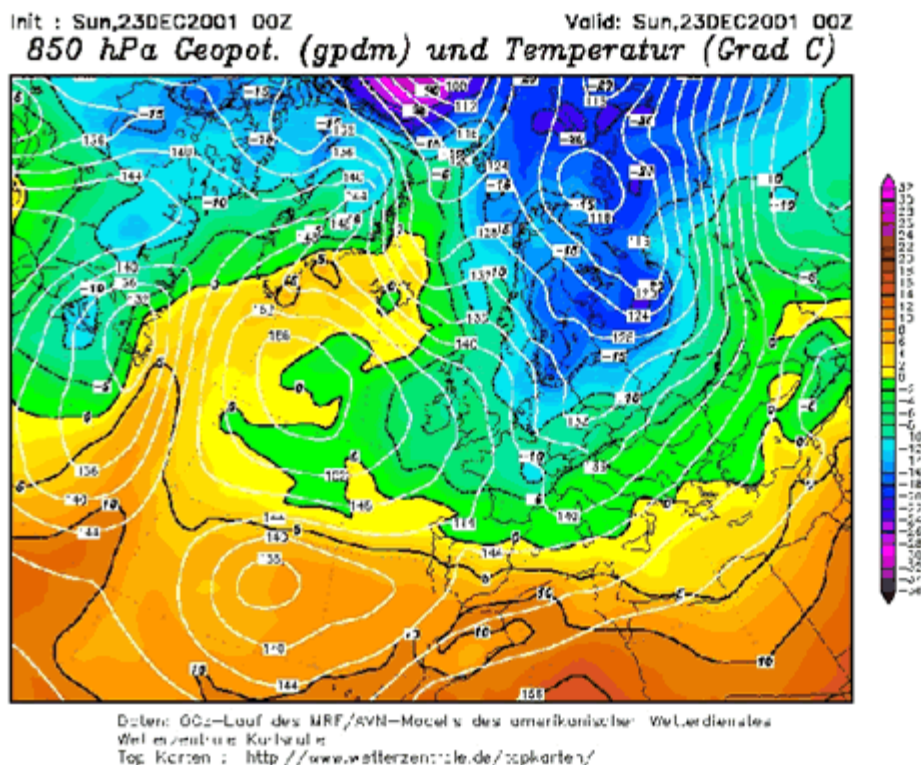
Manuel Palomares Calderón

macalderon@mi.madridtel.es

Nota de la RAM. El autor de esta contribución se va a referir a un tema tratado con anterioridad en el foro de Meteored: las nevadas y el mapa de 850 hPa.. Se hacen alusiones a personas con sus "nicks", comentarios, fechas, etc..

Mis disculpas por no haber mantenido la regularidad anunciada. Casi tres semanas de vacaciones y sólo puedo decir que en parte eran obligadas por cambio de trabajo y viajes. Claro, que si tardo un poco más igual no hace falta que siga, porque en el foro salen cada vez más tópicos con nivel que se adelantan a lo que yo cuento. De hecho, la entrega de hoy está principalmente inspirada en el tópic "¿qué significa esto?" iniciado por "jose-pamplona" el 19 de noviembre, en el que ha habido interesantes discusiones sobre el mapa de 850 hPa y la cota de nieve.

Entre varias contribuciones muy acertadas están las advertencias de "Alto cúmulo_07" y "Mammatus" sobre las diferentes altitudes a las que se encuentra el nivel de 850 hPa. 1550 m. es su sólo su altitud media y en muchas zonas puede estar bastante más bajo o más alto. Para saber cual es la altitud en cada punto lo que debemos hacer es usar las isohipsas. El mapa siguiente es el análisis de las 00 Z del 23 de diciembre de 2001, justo antes de la nevada que cayó en Madrid y otros puntos de España durante la madrugada. Las isohipsas son las líneas blancas y las isotermas están marcadas por las líneas negras (de 5 en 5 grados C) y también por los colores



La isohipsa de 1440 metros (144) pasa por Asturias y Galicia y después de rodear la baja Atlántica vuelve a entrar en España desde el Sur cruzando ligeramente al norte de Madrid. Así pues, en toda

la mitad norte de la península el nivel de 850 hPa se encontraba a esa altitud, más de 150 metros inferior a la media. La isoterma de 0° C cruzaba más o menos a la latitud de Burgos y la de +5° C bastante al sur de Madrid. Interpolando, en Madrid la temperatura a 1440 metros estaba tanto en torno a +2°. En cambio sobre la costa norte de la península la temperatura al mismo nivel era de -2° o aún menos.

En el mapa de 850 hPa, como en los de otros niveles, conviene mirar la altitud al mismo tiempo que la temperatura. No es lo mismo, por ejemplo, tener 0° a 1500 m. que a 1300 m. A ese efecto los mapas de wetterzentrale que indican a la vez Geopotencial (altitud) y temperatura son utilísimos.

La altitud del nivel de 850 hPa, o sea las isohipsas del mapa, se distribuyen de manera bastante parecida a las isobaras del mapa de superficie. Eso es así porque en ambos casos, lo que representan viene a ser el peso del aire sobre cada punto y como el nivel del mar y el de 850 hPa están separados por una altitud variable, pero pequeña (en torno a 1500 metros), la distinta densidad de ese aire intermedio no es demasiado influyente. La posición de Altas y Bajas, dirección de isolíneas, etc., es semejante en ambos mapas.

Sin embargo no pasa lo mismo con la temperatura. El aire de la atmósfera se calienta desde abajo. No es el sol quien lo hace, pues el aire es bastante transparente a la radiación solar de onda corta, sino la superficie de la tierra. Calentada la tierra por el sol transmite ese calor a las capas de aire más bajas y por la noche la irradiación terrestre enfría ese aire inferior. El calentamiento diurno y el enfriamiento nocturno de la superficie son muy irregulares en distintas zonas, aunque estén a igual latitud, porque depende de la nubosidad, el viento, la orografía, que el terreno sea boscoso o desértico, que haya masas de agua cerca etc. Esas influencias van reduciéndose a medida que ascendemos y a partir de unos 1000 metros de altura son ya poco importantes.

Por esa razón, el mapa de temperaturas a 850 hPa nos ofrece una medida más "verdadera" de la temperatura de la masa de aire que tenemos encima y además su variación entre día y noche es muy pequeña. Pero cerca del suelo los otros factores dominan. Normalmente en esa capa entre la superficie y los 1500 metros de altitud no se verifica el descenso regular de 0,65 °C cada 100 metros. De nuevo esto es sólo un valor medio. Es más: al principio del día es más corriente que la temperatura aumente con la altura en capas bajas porque la pérdida de calor terrestre durante la noche ha enfriado el aire cerca del suelo pero el que está más arriba ha conservado su temperatura. Es lo que se llama la Inversión térmica nocturna.

Igual sucede con el viento. Por encima de unos 1000 metros de altura se aproxima bastante a su dirección y velocidad geostrofica, pero cerca del suelo está frenado por el rozamiento y sobre todo por la estabilidad del aire durante la noche y las primeras horas de la mañana (todo el mundo tiene la experiencia de que el viento es mas fuerte a partir de mediodía y que salvo en días contados, de noche dominan las calmas). El viento medido al nivel de 850 hPa nos ofrece una medida del desplazamiento general del aire inferior mucho mejor que las observaciones en superficie.

Las temperaturas a 850 hPa y la cota de nieve

Todo lo anterior tiene mucha relación con la dificultad de calcular con exactitud la cota de nieve a partir de la temperatura en 850 hPa. Si una nube tiene una temperatura inferior a 0° C, su precipitación inicial es de nieve (en realidad gran parte de las precipitaciones de lluvia se forman inicialmente como nieve en la parte superior de la nube, pero eso es otro tema). Supongamos que justo por debajo la precipitación es de nieve. El que llegue al suelo como nieve o lluvia depende de la temperatura de la capa que recorre en su caída. Es frecuente al ascender una montaña ir encontrándose primero lluvia, luego aguanieve y, por fin, nieve.

Por eso en primer lugar hay que tener en cuenta la altitud verdadera de la temperatura de 850 hPa que nos dan las isohipsas. Por ejemplo en el mapa anterior la temperatura al nivel de 850 hPa sobre Madrid a las 00 Z del día 23 era de +2 ° y la altitud de ese nivel unos 1440 metros. Como la altitud media de la capital es de algo más de 600 metros la precipitación tenía que recorrer unos 800

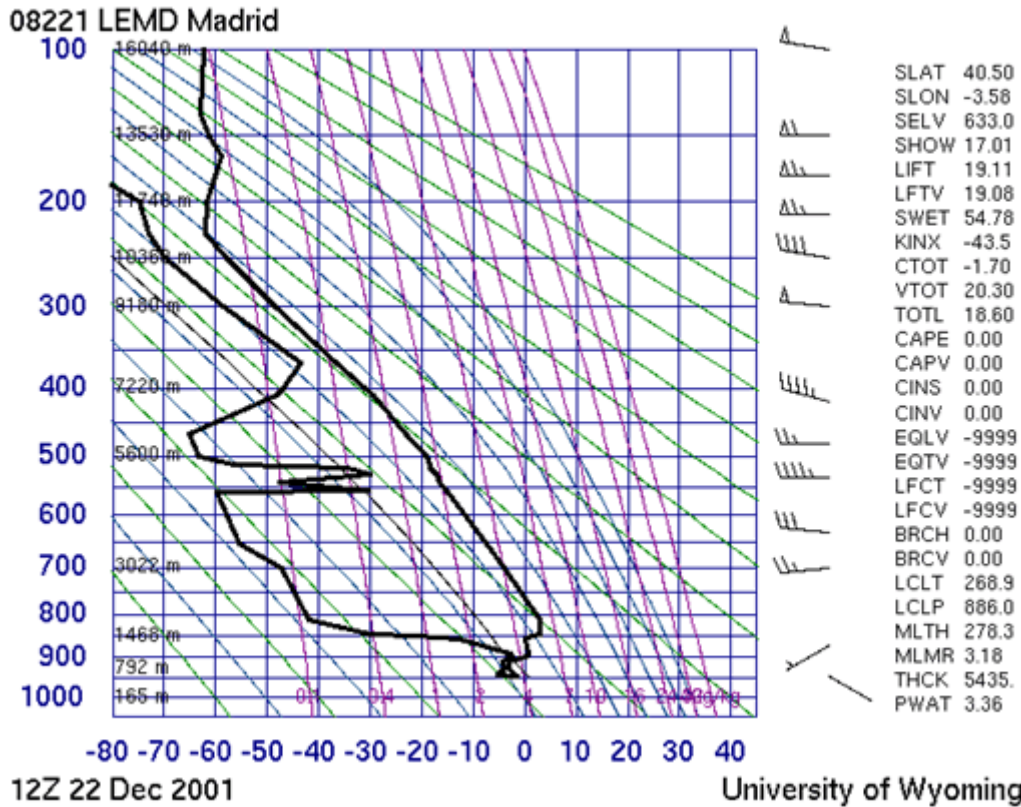
metros hasta llegar hasta el suelo desde el nivel de 850 hPa. Si aplicásemos el valor medio de disminución de la temperatura, el aire junto al suelo estaría a unos $7^{\circ}\text{C} = (2 + 0,65 \times \text{👤})$ y normalmente con esa temperatura no nieva, pero ¿era esa la temperaturas real junto al suelo?. "Mammatus" nos ha ofrecido los datos del sondeo de Madrid aquella noche:

08221 LEMD Madrid Observations at 00Z 23 Dec 2001

PRES	HGHT	TEMP
hPa	m	C
940.0	633	1.2
939.0	641	0.8
925.0	761	1.4
913.0	866	1.6
870.0	1255	2.0
859.0	1358	2.0
850.0	1443	1.8

iii Pues no !!! La temperatura junto al suelo era de $1,2^{\circ}$ es decir más fría que a 850 hPa al igual que en casi todos los puntos intermedios. Existía una masa fría previa, como ya se ha dicho en el tópic de referencia y con cielo poco nuboso la temperatura pudo ascender algo en la tarde anterior en las capas más bajas pero descendió rápidamente tras la puesta de sol. Por la noche la entrada cálida y húmeda asociada a la baja al suroeste de la península provocó la nevada y la nieve no se derritió al atravesar las capas frías inferiores. Con $+2^{\circ}$ de temperatura al nivel de 850 hPa nevó a 600 metros de altitud.

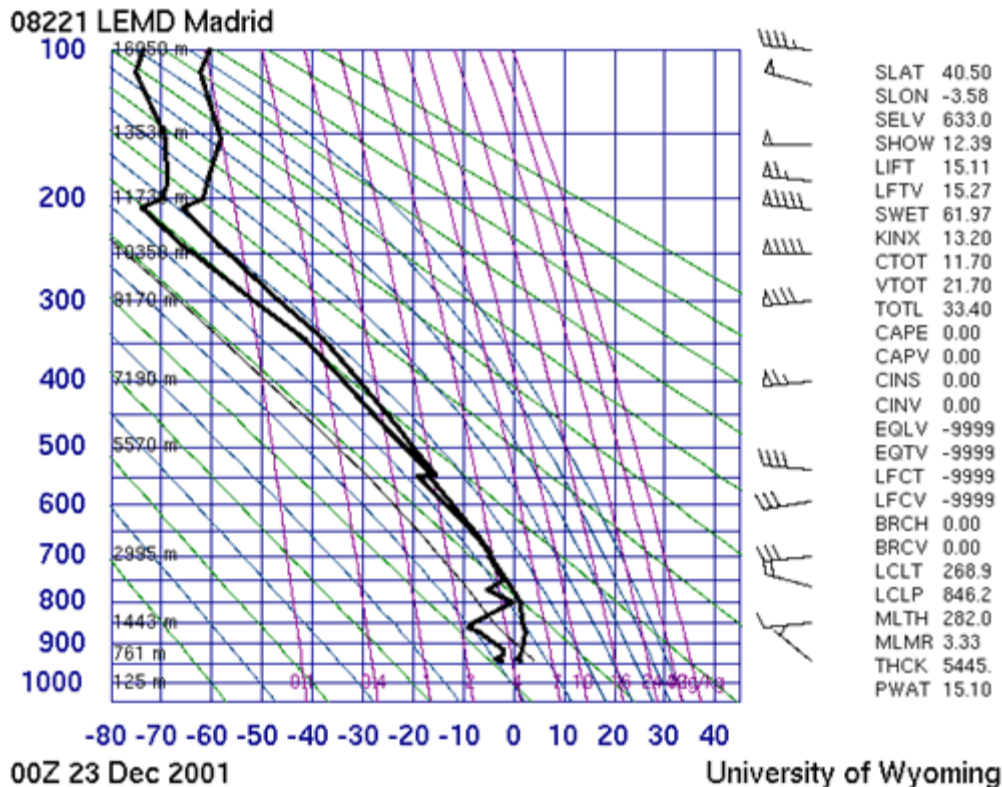
Por cierto que Mammatus ha descubierto una joya, al menos yo no la conocía: la dirección <http://weather.uwyo.edu/> de la universidad de Wyoming. En el apartado "Upper air observations" tienen un archivo de varios años de sondeos de todo el mundo y además se pueden transformar en diagramas de diversos tipos. Este es por ejemplo el diagrama de Stüve del sondeo de Madrid del INM del día 22 a las 12 Z:



Las líneas azules horizontales son niveles de presión-altitud y las verticales ofrecen los intervalos de temperatura. La curva negra gruesa de la derecha indica la distribución vertical de temperaturas y la de la izquierda el Punto de Rocío. La diferencia entre la temperatura y el Punto de Rocío da una medida de la humedad relativa.

Como puede verse las temperaturas eran ya muy frías incluso a mediodía con unos -2° en el suelo y 0° en el nivel de 900 hPa. En 850 hPa había también 0° , al nivel de 700 hPa unos -5° y en 500 hPa -20° C..

Ahora vamos a examinar el sondeo de esa noche del que ya hemos dado antes unos datos:



Las temperaturas han ascendido ligeramente a pesar de que estamos en horas nocturnas y por ejemplo en 850 hPa han subido hasta +2 °C. La humedad ha aumentado extraordinariamente a todos los niveles y a partir del de 850 hPa está cercana al 100%. Se trata de la masa húmeda que entra desde el Oeste-Suroeste (ver los vientos del sondeo en la columna a la derecha). La precipitación asociada fue de nieve porque las capas bajas se encontraban suficientemente frías.

Pero también puede pasar lo contrario: Tener temperaturas negativas en 850 hPa y sin embargo que no nieve. Supongamos por ejemplo una ciudad costera donde la columna de aire entre el suelo y 850 hPa tiene el gradiente vertical de temperaturas medio de 0,65° C / 100 metros, es decir que no hay inversión. Aunque los 850 hPa se encontrasen a 1400 m. y su temperatura fuese de -4 °C., al nivel del mar tendríamos +5° C y con esa temperatura es difícil que nieve. En el tópic hay un comentario significativo de Sixfingers: "aquí en Bretaña no albergo esperanzas de nieve si no es con una buena "-7" sobre nuestras cabezas". Y efectivamente, no es sólo que en las zonas costeras el nivel de 850 hPa está más alejado del suelo que en zonas elevadas. El efecto suavizador del mar y la humedad relativa más alta dificultan la formación de fuertes inversiones nocturnas de temperatura que mantienen el aire frío en capas bajas, facilitando que la nieve llegue al suelo.

Desde luego con una "iso" de -10 en 850 hPa la nieve es prácticamente segura a cualquier altura, pero ¡¡ojo!! Primero hace falta que caiga algo y las masas de aire muy frías no son a menudo las más húmedas. Bueno, el próximo día hablamos un poco del mapa de 500 hPa.

Preguntas y respuestas desde el foro

Tengo una duda, con esta formulación que pones aquí: Citar: el aire junto al suelo estaría a unos 7° C (2 + 0,65 x y normalmente con esa temperatura no nieva.

Es que al colgar el texto apareció un sol en lugar de un 8, no se porqué y además el paréntesis

estaba mal puesto. La expresión correcta es $2^{\circ} \text{C} + (8 \times 0,65) = 7^{\circ} \text{C}$. Voy a ver si puedo corregirlo.

Por cierto, el CMT de Santander ha elaborado un programa-tablas que funciona la perfección para evaluar las cotas de nieve (tiene en cuenta diversas variables)

Si, para evaluar bien la cota de nieve hay que tener en cuenta otras variables como la humedad relativa. Lo que yo comento en el cursillo es exclusivamente la relación de la cota con la temperatura en 850 hPa y como verás la conclusión es que con la misma temperatura en 850 hPa, la cota de nieve puede variar bastante. Por eso se necesitan más variables. Una muy importante sería la altitud de la base de la nube precipitante. Esto es muy difícil de ajustar exactamente aunque se utilicen datos de humedad.

ram@meteored.com