

Comunicación P-23

EVALUACIÓN DE LA PREDICCIÓN DE LA COTA DE NIEVE EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA

Francisco Javier Ortiz Berenguer

SED del CMT de Cantabria y Asturias (INM)

RESUMEN

Dada la importancia de una buena predicción de la cota de nieve, se hace necesario deducir los algoritmos que nos den el valor de la altura mínima de la nieve para una cuenca hidrográfica en función de una serie de parámetros obtenidos de un sondeo aerológico. Asimismo, se hace imprescindible una evaluación, lo más objetiva y automática posible, de la predicción de dicha cota de nieve. El método consiste en formular un criterio para considerar que nieva de forma generalizada a partir de cierta altura, relacionándola con el número de estaciones que cifran nieve. A partir de dicha relación se evalúa la predicción de la cota de nieve (en este sentido, hay que tener en cuenta que se considera aceptable una discrepancia de ± 200 metros).

1. Introducción

Estadísticamente, podemos relacionar, mediante ecuaciones de regresión, la altura, a partir de la cual, la precipitación cae en forma de nieve y una serie de parámetros o predictores, obteniendo, de esta manera, la **altura teórica H_T** de la nieve. Esta ecuación se ha obtenido para Cantabria a partir de los datos del sondeo de Santander y los datos de presencia de nieve dados por la red de estaciones pluviométricas:

$$H_T = -1\,522 + 0,91 I - 22,2 T_{850} + 0,81 Z_{81} \quad [1]$$

Relacionando la altura teórica (H_T) con la isocero (I), la temperatura en 850 hPa (T_{850}) y el espesor 850-1 000 (Z_{81}).

En la Fig. 1 se representa la relación entre dicha altura teórica y la altura real a partir de la cual la

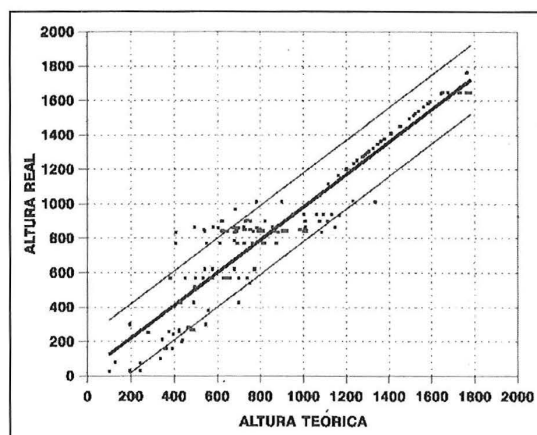


Fig. 1

precipitación cae en forma de nieve, con un intervalo de confianza de ± 200 metros (intervalo aceptado en las CAMPAÑAS PREVIMET NEVADAS).

Las causas de las desviaciones entre la altura teórica y la real hay que buscarlas en diversas razones (aparte, por supuesto, de la desviación estadística de la propia regresión lineal):

a. Sinópticas: Se ha realizado una clasificación de las situaciones sinópticas favorables para la presencia de nieve (Ortiz, Arasti y otros, 1992). De dichas situaciones, son las del norte las que mejor relación dan entre la altura teórica y la real. En cambio, las del este y ciertas del oeste (especialmente las del WSW), dan mayor dispersión en dicha relación, debido, fundamentalmente, a la irregular distribución de la precipitación.

b. Termodinámicas: Debido a los procesos de evaporación y de fusión, la nieve siempre penetra por debajo de la isocero una cierta distancia, tanto más cuanto más seco se encuentre el aire y tanto mayor sea la intensidad de precipitación.

c. Orográficas: Generalmente, nieva por debajo de la altura sinóptica en zonas rodeadas de montañas (sobre todo, si están encajonadas), debido, fundamentalmente, al enfriamiento catabático. Por ejemplo, en el valle de Liébana, nieva sobre los 200-300 metros cuando en el resto de Cantabria está nevando sobre los 400-500 metros.

2. Metodología

A partir de la ecuación [1] y de los campos previstos por los modelos numéricos, obtenemos la altura prevista de la cota de nieve (programa NEVADAS en Meidas). Dicha altura será evaluada comparándola con la altura real, que obtendremos de los datos de la red de estaciones pluviométricas. Para dicha evaluación, es necesario dar una serie de criterios para determinar la altura real y clasificar cualitativamente la predicción. Asimismo, veremos cuáles son las causas más frecuentes de los fallos de predicción:

2.1. Método del número de estaciones

Una descripción detallada de este método se encuentra en la nota técnica del SED del CMT de Cantabria y Asturias (J. Ortiz, 1995). En resumen, los pasos dados para la evaluación son los siguientes:

2.1.1. Criterio para el cálculo de la altura generalizada

Diremos que, en una determinada región, nieva a una altura H de forma generalizada cuando las estaciones pluviométricas de dicha región, que nos dan presencia de nieve, estén distribuidas de la siguiente forma:

- Menos del 10% de las estaciones situadas a altitudes inferiores a $H - 200$ m.
- Entre el 10% y el 50% de las estaciones situadas entre $H - 200$ y H m.
- Más del 50% de las estaciones situadas entre H y $H + 200$ m.
- Más del 90% de las estaciones situadas a altitudes superiores a $H + 200$ m.

Este criterio es bastante estricto, de forma que si se cumple, podemos asegurar que nevó a dicha altura. Esta altura es la que compararemos con la altura prevista.

2.1.2. Relación entre la altura y el número de estaciones

Tabla 1

H	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1 000	>1 000
n	70	30	30	15	10	12	12	7	9	4	4

Si suponemos que la precipitación es generalizada en toda nuestra zona de estudio (Cantabria y Asturias) y que la nieve se distribuye altimétricamente de forma regular y continua podemos calcular, a partir del criterio anterior y de la distribución altimétrica de todas las estaciones pluviométricas (véase Tabla 1), el número mínimo n_{min} y el número máximo n_{max} de estaciones que nos deben dar nieve para considerar que ha nevado de forma generalizada a una cierta altura H. Así, n_{min} será la suma del 10% de las estaciones entre $H - 200$ y H, más el 50% de las estaciones entre H y $H + 200$, más el 90% de las estaciones situadas por encima de $H + 200$. Debido a la irregular distribución altimétrica de las estaciones pluviométricas, n_{max} está muy influenciado por las estaciones situadas por debajo de $H - 200$, obteniendo valores muy altos para n_{max} . Parece, pues, razonable limitar dicho valor por el número de estaciones situadas por encima de $H - 100$. La media aritmética del número mínimo y máximo nos da el número medio n_{med} de estaciones que nos deben dar nieve. Por ejemplo, para considerar que la cota de la nieve es de 500 m sería necesario que den nieve como mínimo 37 estaciones y como máximo 58, esto nos da un valor medio de 48 estaciones. Cuanto más cerca estemos de este valor medio más seguros estaremos de que la altura real generalizada es de 500 m.

Este método nos da una primera aproximación para calcular la altura real generalizada, de forma automática, a partir del número de estaciones que cifran nieve. En los casos dudosos (no hay precipitación generalizada o distribución altimétrica continua de la nieve), no queda más remedio que analizar más profundamente la distribución altimétrica de dichas estaciones.

2.1.3. Clasificación de la predicción

A partir de la relación anterior, podemos evaluar, rápidamente, la predicción comparando la altura prevista con el número de estaciones que nos dan nieve. Dicha evaluación la haremos gráficamente y de forma cualitativa, clasificando la predicción en varias categorías. Para ello, construimos la gráfica que nos relaciona el número de estaciones con la altura de la nieve (Fig. 2).

En ella se representan varias curvas que nos relacionan H con n_{min} , n_{max} y n_{med} , así como las curvas $H(n_{med}) \pm 50$ y $H(n_{med}) \pm 200$. En dicha gráfica entramos con la altura prevista en el eje de las ordenadas y el número de estaciones que dan nieve en el eje de las abscisas y clasificamos la predicción en varias categorías:

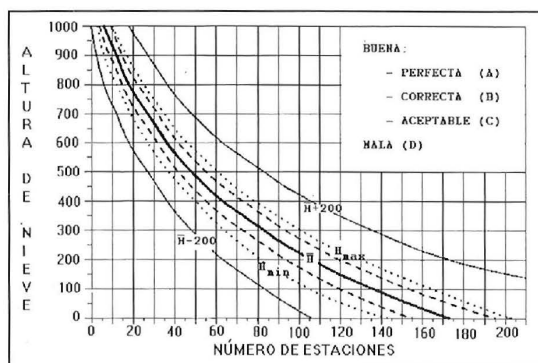


Fig. 2

- Buena: cuando está entre $H(n_{med}) \pm 200$. La dividiremos en:

— Perfecta (A): cuando está entre $H(n_{med}) \pm 50$

— Correcta (B): En este caso, aunque la predicción sea buena, sería más perfecta una predicción 100 metros más arriba o abajo. Distinguiremos entre B^- , si está entre $H(n_{min})$ y $H(n_{med}) - 50$ y B^+ , si está entre $H(n_{med}) + 50$ y $H(n_{max})$. Si una predicción es catalogada como B^- , diremos que es correcta por debajo ya que, en realidad, nevó, estrictamente, 50-100 metros por arriba de la cota prevista. Si es catalogada como B^+ , diremos que es correcta por arriba, ya que nevó 50-100 metros por debajo de la cota prevista.

— Aceptable (C): Distinguiremos entre C^- , si está entre $H(n_{med}) - 200$ y $H(n_{min})$ y C^+ , si está entre $H(n_{max})$ y $H(n_{med}) + 200$, de forma análoga a B.

- Mala: Si está fuera de $H(n_{med}) \pm 200$. La catalogaremos como D y, también distinguiremos entre D^- y D^+ .

2.2 Errores en la predicción de la cota de nieve

Cuando una predicción es catalogada como mala (D), e incluso como aceptable (C), hay que estudiar detenidamente las causas de dicho error. Las causas más frecuentes son:

a. Error en el modelo numérico: Ya sea en la predicción de los parámetros térmicos, como en la presencia e intensidad de precipitación. Así, por ejemplo, un error de 1 °C en la temperatura a 850 hPa nos produce un error de 100 metros en la altura prevista. Mayor importancia tiene la presencia e intensidad de la precipitación, ya que, si sólo hay precipitación significativa en una parte de la zona estudiada, el método nos dará una evaluación por debajo (B^- , C^- o D^-), mientras que un análisis detallado nos dará una mejor evaluación para las zonas concretas donde hubo precipitaciones de una cierta intensidad.

b. Error en el método de predicción: Ya hemos especificado en el apartado 1 las causas de las desviaciones entre la altura teórica y la real. Este error no suele superar los 200 m.

c. Error en el método de evaluación: Este error está íntimamente relacionado con la irregular distribución de las estaciones pluviométricas, así como con la fiabilidad de los datos. Este error puede ser bastante importante en los casos de irregular distribución de la precipitación (podemos decir que el método evalúa la cota de la nieve y la precipitación).

3. Resultados

Usando el método del número de estaciones se han evaluado las predicciones de nieve de las campañas PREVIMET-NEVADAS 93/94 y 94/95. En primer lugar, hay que resaltar que no nevó de forma significativa y generalizada por debajo de los 1 000 metros ninguno de los días en los que no se envió el boletín de alerta. Los resultados de las predicciones enviadas en los boletines son:

Tabla 2

GENERAL (56)	BUENA: 47 (84%)					MALA (D): 9 (16%)
	A: 11 (20%)	B: 17 (30%)		C: 19 (34%)		
		B^+ : 4 (7%)	B^- : 13 (23%)	C^+ : 4 (7%)	C^- : 15 (27%)	
H > 700 m (30)	BUENA: 26 (87%)					MALA (D): 4 (13%)
	A: 4 (13%)	B: 12 (40%)		C: 10 (34%)		
		B^+ : 1 (3%)	B^- : 11 (37%)	C^+ : 0 (0%)	C^- : 10 (34%)	
H < 700 m (26)	BUENA: 21 (81%)					MALA (D): 5 (19%)
	A: 7 (27%)	B: 5 (19%)		C: 9 (35%)		
		B^+ : 3 (11%)	B^- : 2 (8%)	C^+ : 4 (16%)	C^- : 5 (19%)	

Del análisis de los datos de la Tabla 2 se deduce que la predicción de la cota de la nieve durante la campaña PREVIMET-NEVADAS 93/95 fue buena (aproximadamente un 50% de las predicciones son perfectas o correctas). Asimismo, se deduce que hubo una tendencia a dar la cota de la nieve por debajo de la altura a la que realmente nevó de forma generalizada (unos 100 metros aproximadamente). En este sentido, es interesante diferenciar entre las predicciones de nieve por debajo de los 700 metros y por encima de los 700 me-

tros. Vemos que por encima de los 700 m predominan las predicciones por debajo de la altura a la que nevó de forma generalizada, mientras que por debajo de los 700 m hay un equilibrio entre las predicciones por arriba y por debajo de la cota real. Obviamente, son los días en los que nieva por debajo de 700 m los que causan más problemas a los servicios de Protección Civil y, por lo tanto, los más importantes de predecir.

Un análisis más detallado de los días estudiados (J. Ortiz, 1995) nos indica que cuando la predicción es mala (D) suele ser debido a fallos en la predicción de precipitación (generalmente, hay pocas estaciones que den precipitación y están distribuidas irregularmente) o de los parámetros térmicos utilizados para predecir la cota de la nieve. Asimismo, las predicciones catalogadas por debajo suelen aparecer en los primeros meses de la campaña (octubre, noviembre y diciembre) y suelen estar asociadas a días con precipitaciones débiles.

4. Conclusiones

- En general, se puede decir que el método del número de estaciones es una buena aproximación para la evaluación de la cota prevista de la nieve, de forma que, si una predicción es catalogada como perfecta (A) o correcta (B), podemos decir que es una muy buena predicción. Si es catalogada como aceptable (C), diremos simplemente que es buena y deberemos estudiar la distribución de la precipitación y de la altura de la nieve, para calcular la altura real a la que nevó de forma generalizada. Si es catalogada como mala (D) hay que estudiar las causas del fallo y ver si, por lo menos, la cota es aceptable para zonas concretas de nuestro área de predicción.

- Los resultados de la evaluación de las campañas PREVIMET NEVADAS 93/94 y 94/95 son, en general, bastante satisfactorios. Un análisis más profundo nos da una mejor evaluación, sobre todo en zonas concretas.

- Las causas más importantes en los fallos de la predicción de la cota de nieve suelen estar asociadas a fallos en la predicción de la precipitación (intensidad y distribución espacial) y en los parámetros térmicos usados en la predicción de la cota de nieve.

- Se hace necesaria una mejora de las predicciones de la nieve, tanto en la cota como en la intensidad de la precipitación. En este sentido, parece lógico mejorar el método de predicción con un estudio detallado de las situaciones sinópticas.

Referencias

Ortiz, J.; E. Arasti; J. L. Arteche; P. Sanz, 1992: *Estudio estadístico de alturas mínimas de nieve en Cantabria. Aplicación a la predicción. III Simposio Nacional de Predicción y nota técnica núm. 5 del CMT de Cantabria y Asturias.*

Ortiz, J., 1995: *Evaluación de la predicción de la cota de nieve en la Cordillera Cantábrica. Campaña Previmet Nevadas 93/94. Nota Técnica 5.1 del SED del CMT de Cantabria y Asturias.*