

LA COTA DE NEU: COMPLEXITAT EN LA PREDICCIÓ

Meritxell Pagès i Secall, Montse Aran i Roura
Servei Meteorològic de Catalunya

RESUM

Aquest article té com a objectiu explicar el mètode i les eines que utilitza el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) per tal de determinar la cota de neu i veure les dificultats en què es troba un predictor a l'hora de determinar-la. Les afectacions a nivell social i econòmic que té la neu al nostre país fan que es doni molta importància a predir amb el major encert i detall possible aquesta variable però, ja sigui per l'orografia, les limitacions pròpies dels models o la complexitat en la formació i la transformació de la neu, en algunes situacions aquest objectiu no s'assoleix. En aquest treball inicialment es farà una introducció del procés de formació de la neu i de la seva transformació en el seu recorregut des de la base del núvol fins al terra. Tot seguit s'explicaran i s'analitzaran els diferents mètodes utilitzats al SMC.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es explicar el método y las herramientas que utiliza el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) para determinar la cota de nieve y ver las dificultades con que se encuentra un predictor a la hora de determinarla. Las afectaciones de tipo social y económico que tiene la nieve en nuestro país aumentan la importancia de predecir con el mayor acierto y detalle posibles esta variable, pero, ya sea por la orografía, las limitaciones propias de los modelos o la complejidad en la formación y transformación de la nieve, en algunas situaciones este objetivo no se cumple. En este trabajo inicialmente se hará una introducción del proceso de formación de la nieve y de su transformación en su recorrido desde la base de la nube hasta el suelo. A continuación se explicarán y analizarán los distintos métodos utilizados en el SMC.

FORMACIÓ DE FLOCS DE NEU

Segons la temperatura de l'atmosfera, les molècules d'aigua es troben en diferents estats: líquid, sòlid i gasós. A partir de temperatures inferiors als 0°C qualsevol pot pensar que l'aigua passa a estat sòlid, però realment fins a -40 °C les gotes d'aigua es poden presentar en estat líquid; llavors es diu que l'aigua es troba sobrerrefredada. En funció de la temperatura del núvol, la proporció de gotes d'aigua i de cristalls de gel serà molt diferent. On la temperatura és superior a -10 °C la proporció és d'un cristall de gel per cada milió de gotes d'aigua, en canvi per sota dels -40 °C només hi ha cristalls de gel. Quan s'inicia la formació de gel tan sols pel refredament de la gota d'aigua es diu que té lloc el procés de nucleació homogènia. El procés més freqüent però, és el de nucleació heterogènia. En aquest les gotes d'aigua sobrerrefredades poden arribar a congelar-se per l'acció de nuclis de gel. En aquest cas, a més de les gotes o del vapor d'aigua intervenen aquests nuclis de gel que són unes partícules que es troben en baixa concentració a l'atmosfera i que tan sols s'activen per ser nuclis de gel a determinades temperatures per sota de 0°C.

Hi ha tres tipus de nucleació heterogènia: per deposició (el vapor d'aigua passa a gel directament sense passar per la fase líquida), per congelació (el nucli immers dins la gota d'aigua sobrerrefredada la congela) i per contacte (la congelació s'inicia només pel contacte de la gota sobrerrefredada i el nucli).

Un cop tenim un cristall de gel format, aquest pot créixer per diferents processos: difusió-deposició, acreció i agregació. En el procés de difusió-deposició, el cristall de gel creix per la sublimació del vapor d'aigua que prèviament s'ha evaporat de les gotes líquides. Aquest procés és degut a la diferència de les pressions saturants del vapor d'aigua sobre el gel o una superfície líquida i és més efectiu prop dels -15 °C. En el procés d'acreció, les gotes d'aigua sobrefredades, a l'entrar en contacte amb el cristall de gel es congelen sobre ell. L'acreció és òptima entre 0 i -10 °C. Finalment, amb el procés d'agregació, les ramificacions de diferents cristalls s'uneixen entre sí. El tipus de neu que es forma depèn tant de la temperatura de l'aire on es forma com del contingut de la humitat que hi ha.

Hi ha situacions en què una capa de núvols tipus cirrus actua com a font generadora de nuclis de gel, és a dir, els cristalls de gel que formen el núvol arriben a precipitar i actuen com a nuclis de gel dins d'una capa situada suficientment a prop per sota dels cirrus. Quan passa això actua el procés anomenat de sembrat, és a dir, hi ha un increment de la precipitació en forma de neu per l'aport de cristalls de gel a mode de nuclis de gel que efectuen els cirrus.

TRANSFORMACIÓ DELS FLOCS DE NEU

Quan el floc de neu inicia el seu descens fora del núvol arriba transformat al sòl. Dels factors que intervenen el més important és la temperatura de l'ambient. Si l'estrat pel que passa té una temperatura superior a 0°C s'inicia el procés de fusió. Com més gran és la diferència entre la temperatura del floc de neu i la de l'ambient més transferència de calor hi ha, el floc es desfà més ràpidament però alhora l'estrat perd calor i es refreda; els flocs que van caient tot seguit no disposen de tanta energia disponible i no es fonen tan ràpidament. Amb temperatures superiors a 2 °C es pot considerar que el floc de neu es fondrà del tot; dit d'una altra manera, si partim dels 0°C, amb un gradient de temperatura de -0,5 °C /100 m a l'estrat, l'espessor necessari per fondre la neu serà de 400 metres. La quantitat de precipitació (D) necessària per transformar l'estrat en isotèrmic depèn de la temperatura mitjana de l'estrat (Tm) i el seu espessor (δP) segons la relació: $D \text{ (mm)} = (T_m \times \delta P) / 19,3$ segons Klain et Al. (2000).

Aquestes transformacions dependran al mateix temps de la temperatura i de la densitat inicial del floc de neu.

El contingut d'humitat a l'ambient també és un altre factor a tenir en compte. Si el descens es fa a través d'aire humit i proper al nivell de congelació, els flocs de neu seran de gran tamany, mentre que si l'aire és sec i molt fred, els flocs seran petits i poc cohesionats (neu seca o pols).

La temperatura i humitat dels diferents estrats també es veuen modificats per adveccions fredes, càlides, humides o seques i per la pròpia barreja deguda als corrents verticals i descendents associats al desenvolupament del núvol.

A més a més, la temperatura prop del sòl es veu afectada per la radiació i aquesta s'incrementa o es redueix segons la cobertura nuvolosa.

Per tant, en la transformació del floc de neu intervenen molts factors i actualment les previsions dels models mesoescalars no donen informació prou acurada per fer-ne un seguiment sobretot a nivells propers al sòl.

METODES PER AL CÀLCUL DE LA COTA DE NEU

Saber a partir de quina alçada caurà la neu és una de les principals tasques d'un predictor meteorològic i a la vegada una de les més difícils ja que les eines de les quals es disposa sovint no representen la realitat.

Un dels mètodes més utilitzat és el que es basa en l'obtenció de la isozero a partir de les dades de temperatura entre els nivells de 850 i 500 hPa sobre l'àrea de predicció. Aquest mètode planteja un seguit de limitacions com ara la resolució del model (sovint d'escala sinòptica) i el notable gruix que hi ha entre els dos nivells. Tanmateix no es té en compte l'estat de l'atmosfera per sota dels 850 hPa i per tant les possibles transformacions que la neu o la pluja poden patir a partir d'aquest nivell.

Per poder millorar això cal informació de tots els estrats de la troposfera i fa falta aleshores treballar amb les dades dels radiosondatges. Actualment el SMC disposa de les dades del radiosondatge real de Barcelona (Fig. 1) i els radiosondatges previstos per a diferents zones de Catalunya a partir del model MASS amb resolucions de 8 i 30 km, incloses les zones nivoclimàtiques del Pirineu (Fig. 2). Malgrat que es tracta radiosondatges previstos, aquests permeten fer una major aproximació de la isozero i la cota de neu a diferents horitzons de pronòstic.

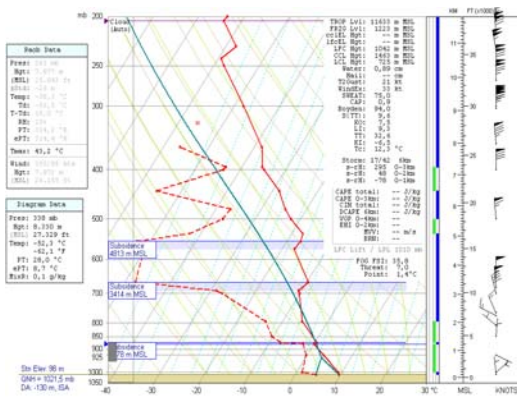


Fig. 1 Radiosondatge real de Barcelona 12UTC

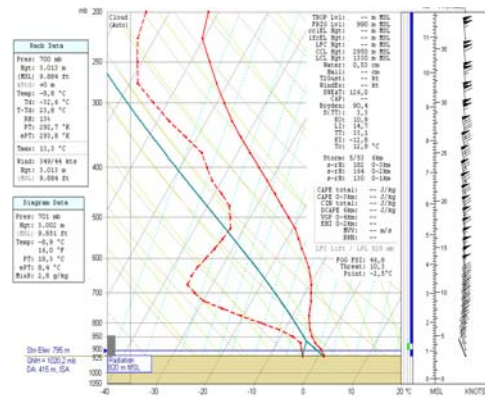


Fig. 2 Radiosondatge previst pel MASS a Ripoll 12UTC

A més a més, del model mesoscalar MASS a 30 i 8 km també s'obtenen els mapes de previsió de cota de neu i d'isozero (Fig. 3).

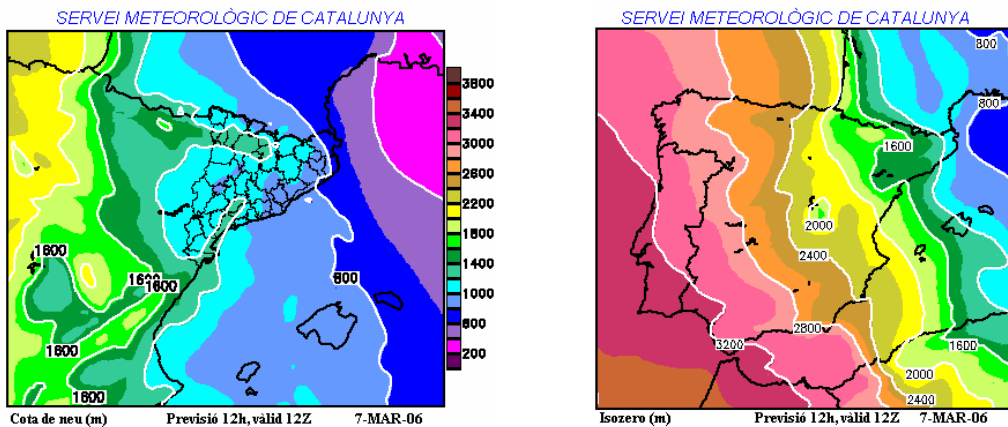


Fig. 3 Mapa de previsió de cota de neu del MASS 8 km (esquerra) i d'isozero del MASS 30 km (dreta) pel dia 7 de març de 2006 a les 12 Z

Un altre mètode utilitzat al SMC és el que s'utilitza principalment als EEUU per determinar el tipus de precipitació. Es basa en la utilització d'un diagrama a partir del qual podem obtenir per a cada radiosondatge previst el tipus de precipitació que pot caure. Aquest diagrama està construït a partir d'una climatologia de les observacions de tipus de precipitació caiguda i de les temperatures mitjanes registrades als estrats 1000-850 hPa i 850-700 hPa damunt de diferents punts d'observació.

A partir d'aquestes dades es construeix el diagrama (nomograma) i segons la temperatura observada en aquests dos estrats a partir dels radiosondatges previstos s'obté quin tipus de precipitació pot caure (pluja, neu, pluja gelant, aiguaneu,...).

De tota manera, aquest diagrama no és del tot vàlid per a Catalunya i tan sols es pren com a primera indicació. Caldria adaptar-lo a partir d'una climatologia com l'esmentada aplicada a Catalunya, però la manca d'una xarxa d'observacions ara com ara no ho permet.

Finalment, un altre dels mètodes que s'utilitzen al SMC per determinar la isozero i la cota de neu és el que es basa en l'ús dels radiosondatges de Santander, Barcelona i Nîmes (Fig. 4). Aquest s'ha creat per tal d'estimar la isozero real del Pirineu Occidental i Oriental a les 00 UTC. Aquesta aproximació permet veure si les previsions de cota de neu del model MASS i les que s'obtenen d'altres models d'escala sinòptica pel Pirineu parteixen d'unes dades d'origen amb els mínims errors raonables.

Aquest mètode parteix dels valors reals d'isozero i de temperatura i altitud dels nivells 850 i 700 hPa dels tres radiosondatges realitzats a les 00UTC. Aleshores es calculen els valors estimats d'aquestes variables al Pirineu mitjançant una interpolació: a la zona de l'Aran es ponderen les dades de Santander amb 2/3 i les de Barcelona amb 1/3 i pel Ter-Freser a l'invers (Barcelona 2/3 i Santander 1/3).

El problema que té aquest mètode és la seva validació donada la manca de dades reals observades al Pirineu. Per a realitzar-la s'han utilitzat les úniques dades disponibles dels radiosondatges de Sort realitzats durant les campanyes 2002-2003. Malgrat les poques dades disponibles, el mètode s'ha considerat prou vàlid per a l'ús diari. La validació també ha permès veure la importància d'observar la direcció i velocitat del vent, ja que en funció d'aquestes i del tipus de situació sinòptica, cal aplicar al mètode les dades dels radiosondatges de les 12 UTC i fins i tot buscar algun altre punt d'observació (Bordeus).

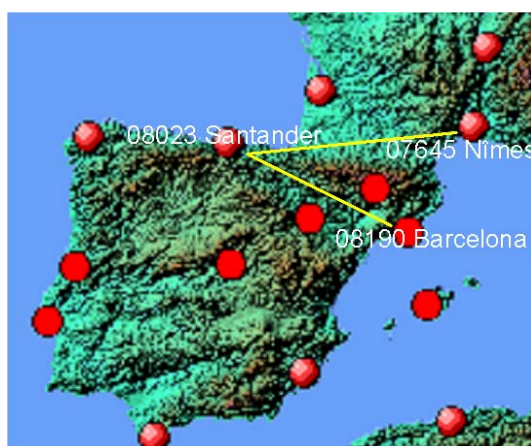


Fig. 4 Xarxa d'estacions de radiosondatge utilitzades en el mètode de càlcul de cota de neu

CONCLUSIÓ

Malgrat les millores en els resultats de la previsió de la cota de neu obtinguts fins ara, cal seguir ampliant l'estudi en aquest camp i millorar el mètode de càlcul afegint altres variables i dades d'altres radiosondatges tenint en compte els tipus de situacions meteorològiques que afecten Catalunya.

A destacar la necessitat de crear una climatologia del tipus de precipitació a l'àrea del Pirineu. Per aquest motiu també caldria disposar d'una xarxa d'observació de la precipitació, sobretot hivernal, i d'aquesta manera tenir el major nombre de dades per poder validar les previsions.

Actualment, des de l'Àrea de Recerca Aplicada i Modelització del SMC s'està treballant amb les variables relacionades amb l'esquema de microfísica de núvols dels models meteorològics per tal d'obtenir el tipus de precipitació a Catalunya.

REFERÈNCIES

Ahrens, C.Donald: *Meteorology Today. An introduction to weather, climate and the environment*. Thomson

http://www.meted.com/norlat/snow/micro_ice/1.1.crystal_growth.htm

Thillet, J. (1997): *La météo de montagne*. Seuil

Kain, John S., Goss, Stephen M., Baldwin, Michael E. (2000) . *The Melting Effect as a Factor in Precipitation-Type Forecasting: Weather and Forecasting*