

IDENTIFICACIÓ DE DIFERENTS HIDROMETEORS A PARTIR DELS MODELS NUMÈRICS DE PRONÒSTIC DEL TEMPS

Jordi Moré, Abdelmalik Sairouni i Jordi Toda

Servei Meteorològic de Catalunya – Generalitat de Catalunya

c/ Berlín, 38-48 08029 Barcelona

RESUM

Els models numèrics de pronòstic del temps s'utilitzen generalment per calcular l'evolució temporal i espacial de les variables meteorològiques que defineixen l'estat de l'atmosfera, aportant una informació molt valuosa per a la predicció del temps i poder decidir, per exemple, on i quan hi haurà precipitació. En aquest treball s'ha donat un pas més, i s'ha volgut saber també com serà aquesta precipitació, és a dir, s'ha determinat el tipus de precipitació. Atès que hi ha molts tipus de precipitació, inicialment l'estudi s'ha centrat en diferenciar quatre tipus: pluja, neu, aiguaneu i pluja gelant. A partir de les sortides al primer nivell (molt proper a la superfície) dels models numèrics operatius al Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), s'ha elaborat un algorisme per a diferenciar aquests quatre tipus, obtenint una eina operativa de pronòstic que ajuda a determinar el tipus de precipitació. Es presenten els resultats obtinguts en l'episodi del 28 i 29 de gener de 2006, episodi interessant atès que es varen observar diferents tipus de precipitació i a cotes força diferents.

RESUMEN

Los modelos numéricos de predicción del tiempo se utilizan generalmente para calcular la evolución temporal y espacial de las variables meteorológicas que definen el estado de la atmósfera, proporcionando una información muy valiosa para la predicción del tiempo y poder decidir, por ejemplo, dónde y cuándo habrá precipitación. En este trabajo se ha dado un paso más, y se ha querido conocer también cómo será esta precipitación, es decir, se ha determinado el tipo de precipitación. Dado que hay muchos tipos de precipitación, inicialmente el estudio se ha centrado en diferenciar cuatro tipos: lluvia, nieve, aguanieve y lluvia engelante. A partir de las salidas al primer nivel (muy cercano a la superficie) de los modelos numéricos operativos en el *Servei Meteorològic de Catalunya* (SMC), se ha elaborado un algoritmo para diferenciar estos cuatro tipos, obteniendo una herramienta operativa de predicción que ayuda a determinar el tipo de precipitación. Se presentan los resultados obtenidos en el episodio del 28 y 29 de enero de 2006, episodio interesante pues se observaron diferentes tipos de precipitación y en cotas muy diferentes.

1. INTRODUCCIÓ

En els pronòstics meteorològics és molt important poder determinar on i quan hi haurà precipitació, però també és interessant poder dir com serà aquesta precipitació, atès que els efectes seran molt diferents en funció del tipus de precipitació que afecti una determinada zona del territori. Així, no és el mateix si a una zona cauen en una hora 5 mm de precipitació en forma de pluja o en forma de neu, especialment si és un lloc amb poca probabilitat de nevades, i tampoc té les mateixes conseqüències que a una carretera, per exemple, hi hagi precipitació en forma de pluja, de neu o de pluja gelant. Un altre exemple il·lustratiu de la importància de poder pronosticar el tipus de precipitació és que els llindars de situació meteorològica de risc (SMR) que ha definit el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) depenen, evidentment, del tipus de precipitació, de manera que es consideren uns llindars d'intensitat de precipitació si aquesta és en forma de pluja i uns altres llindars si la precipitació és en forma de neu (en aquest darrer cas es consideren, a més, llindars diferents també segons la cota de neu). Per tant, queda ben justificada la necessitat d'estudiar un mètode objectiu per a la predicció del tipus de precipitació, i tot seguit es presenta l'estudi realitzat a l'Àrea de Recerca Aplicada i Modelització de l'SMC.

2. TIPUS DE PRECIPITACIÓ

Hi ha nombrosos hidrometeors que es podrien analitzar: plugim, pluja, neu, aiguaneu, calabruix, calamarsa, pedra, pluja gelant, etc. Tot sovint, però, es fa difícil determinar el tipus

de precipitació quan diferents elements es presenten a la vegada, o quan hi ha una barreja complexa d'hidrometeors. És per això que es va decidir centrar l'estudi en només quatre tipus de precipitació: pluja, neu, aiguaneu i pluja gelant.

Les definicions d'aquests quatre tipus de precipitació són les següents (SMC, 2003):

Pluja: precipitació de partícules d'aigua líquida en forma de gotes.

Neu: precipitació de cristalls de gel reunits generalment en forma de flocs o volves.

Aiguaneu: precipitació de neu a mig fondre, o de pluja i neu barrejades.

Pluja gelant: pluja en subfusió que quan entra en contacte amb algun objecte o amb el terra forma, de manera instantània, una capa de gel.

Hi ha diferents mecanismes que provoquen la formació d'aquests diferents tipus de precipitació, però no s'analitzaran en aquest treball, atès que l'objectiu principal no és identificar els processos de formació d'aquests hidrometeors, sinó poder-los diferenciar a partir de les sortides dels models numèrics de pronòstic del temps.

3. CÀLCUL DEL TIPUS DE PRECIPITACIÓ MITJANÇANT MODELS NUMÈRICS

La finalitat d'un model meteorològic és obtenir un pronòstic objectiu de l'estat futur de l'atmosfera, i aquest objectiu s'assoleix resolent un conjunt d'equacions matemàtiques que descriuen l'estat de l'atmosfera en cada instant de temps. Aquestes equacions, però, formen un sistema d'equacions diferencials en derivades parcials que no tenen una solució analítica, de manera que s'ha de recórrer a diversos mètodes numèrics per a la seva solució (d'aquí el nom de models numèrics de pronòstic del temps).

Una de les diferències fonamentals entre els diversos models meteorològics és el tractament que fan dels processos físics d'una escala inferior a la pròpia resolució del model, i que d'alguna manera s'han d'incorporar al model per tenir-los en compte (procés anomenat parametrització). Alguns dels principals processos parametritzats en un model són el bescanvi radiatiu (d'ona llarga i d'ona curta), la convecció, l'intercanvi atmosfera-sòl (capa fronterera) i la microfísica de núvols. Per obtenir el tipus de precipitació a partir dels models numèrics és fonamental l'anàlisi d'aquesta darrera parametrització (la microfísica de núvols), on es tenen en compte tots els processos termodinàmics del model.

El model meteorològic utilitzat en aquest estudi és la versió operativa del NCAR/PSU MM5 (Grell et al., 1994) disponible a l'SMC. Aquest model s'executa dues vegades cada dia a una resolució horitzontal de 36 km i amb un horitzó de pronòstic de 72 hores, i posteriorment es fa un primer aniuament a 12 km i fins a 48 hores de pronòstic, i un segon aniuament a 4 km i fins a 30 hores de pronòstic. En les tres simulacions operatives es calcula el tipus de precipitació a superfície.

L'algorisme definit a l'SMC per aquest càlcul es basa en les sortides del model meteorològic MM5 per al primer nivell sigma, molt proper a la superfície, i seguint l'esquema explicat a Smallcomb i Sturey (2004). En concret, les variables que cal utilitzar en l'algorisme són la proporció de mescla de la pluja (q_r , en g/kg), la proporció de mescla de la neu (q_s , en g/kg) i la temperatura del sòl (T_g , en °C), i llavors els diferents tipus de precipitació a la superfície venen definits pels valors d'aquestes tres variables tal i com s'indica a la taula 1.

Pluja	$q_r > 0$, $q_s = 0$, $T_g \geq 0^\circ\text{C}$
Pluja gelant	$q_r > 0$, $q_s = 0$, $T_g < 0^\circ\text{C}$
Aiguaneu	$q_r > 0$, $q_s > 0$, $T_g \geq 0^\circ\text{C}$
Neu	$q_r = 0$, $q_s > 0$, $T_g \leq 0^\circ\text{C}$ (*)

Taula 1. Tipus de precipitació a la superfície segons els valors de la proporció de mescla de la pluja (q_r), la proporció de mescla de la neu (q_s) i la temperatura del sòl (T_g). [(*) Pel cas de la neu, T_g pot ser superior a 0°C , però llavors l'acumulació de neu a la superfície serà poc important.]

4. CAS D'ESTUDI: 28-29/01/2006

Com exemple d'aplicació de l'algorisme definit a l'apartat anterior, es proporcionen els resultats obtinguts en l'episodi del 28 i 29 de gener de 2006 a Catalunya. De manera molt resumida, la situació meteorològica durant el dia 28 es caracteritza per un centre de baixes pressions en superfície (inferior a 1004 hPa) al sud de la península Ibèrica que afecta bàsicament tota la seva façana mediterrània, situació que també en reflecteix als mapes d'altura; a més, en altura domina una zona de temperatures baixes (entre -8 i -10°C a 850 hPa) al nord de la península Ibèrica. L'interès d'aquest episodi rau en que la precipitació recollida a gran part de Catalunya va ser en forma de neu, fins i tot a cotes molt baixes, però al litoral i prelitoral central i nord va haver-hi precipitació en forma de pluja (inclús a cotes més altes que a zones on va nevar) i també es va observar alguna zona amb pluja gelant (figura 1). Per exemple, a la zona d'Espolla (al nord-est del país, i a una cota d'uns 100 m) va haver-hi precipitació en forma de neu,

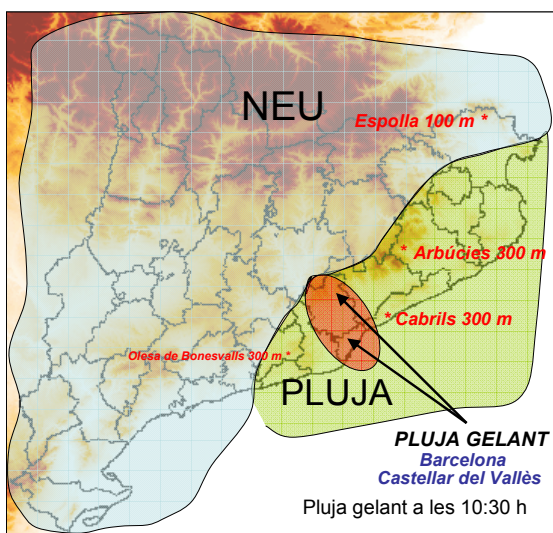


Figura 1. Tipus de precipitació a Catalunya durant l'episodi del 28-29/01/2006.

mentre que a Arbúcies (al prelitoral i a uns 300 m d'altitud) o a Cabriels (al litoral, i també a uns 300 m d'altitud) va haver-hi pluja, i a determinades zones entre el Barcelonès i el Vallès Occidental es va observar pluja gelant. Aquesta varietat de tipus de precipitació en un mateix episodi, i el fet d'observar neu a zones molt baixes juntament amb pluja a zones més elevades, fa que l'episodi considerat sigui molt oportú per comprovar la validesa de l'algorisme proposat.

Aplicant aquest algorisme a les sortides del model MM5 inicialitzat a les 00 UTC del dia 28/01/2006, s'obté el pronòstic de la distribució espacial i temporal del tipus de precipitació a la superfície. La figura 2 mostra alguns dels mapes de pronòstic del tipus de precipitació cada 3 hores per a la simulació de 12 km i fins a 48 hores, observant que aquests mapes de pronòstic reflectien la possibilitat dels

diferents tipus de precipitació analitzats (pluja, neu, aiguaneu i pluja gelant) durant aquest episodi. Per exemple, s'aconsegueix determinar que al litoral i prelitoral central i nord no hi haurà precipitació en forma de neu, mentre que a la resta del país es pronostica neu a la superfície en algun període de l'episodi (especialment a les figures (a) i (b)). D'altra banda, apareixen zones d'aiguaneu i zones de pluja gelant (figures (c) i (d)), aquestes últimes zones molt properes a llocs on es té la confirmació de pluja gelant.

5. CONCLUSIONS

L'estudi presentat parteix de la importància de poder pronosticar el tipus de precipitació a la superfície, tenint en compte, a més, que els llindars d'activació d'una situació meteorològica de risc (SMR) varien segons el tipus de precipitació.

El desenvolupament d'eines operatives basades en les sortides dels models meteorològics aporta una informació de gran ajuda per a la predicció, malgrat sempre cal tenir en compte que la integració de molta informació en un sol producte simplifica la feina però dificulta la detecció de les fonts d'error.

Finalment, esmentar que la disponibilitat d'observacions en el territori és necessària per a la verificació d'aquestes eines.

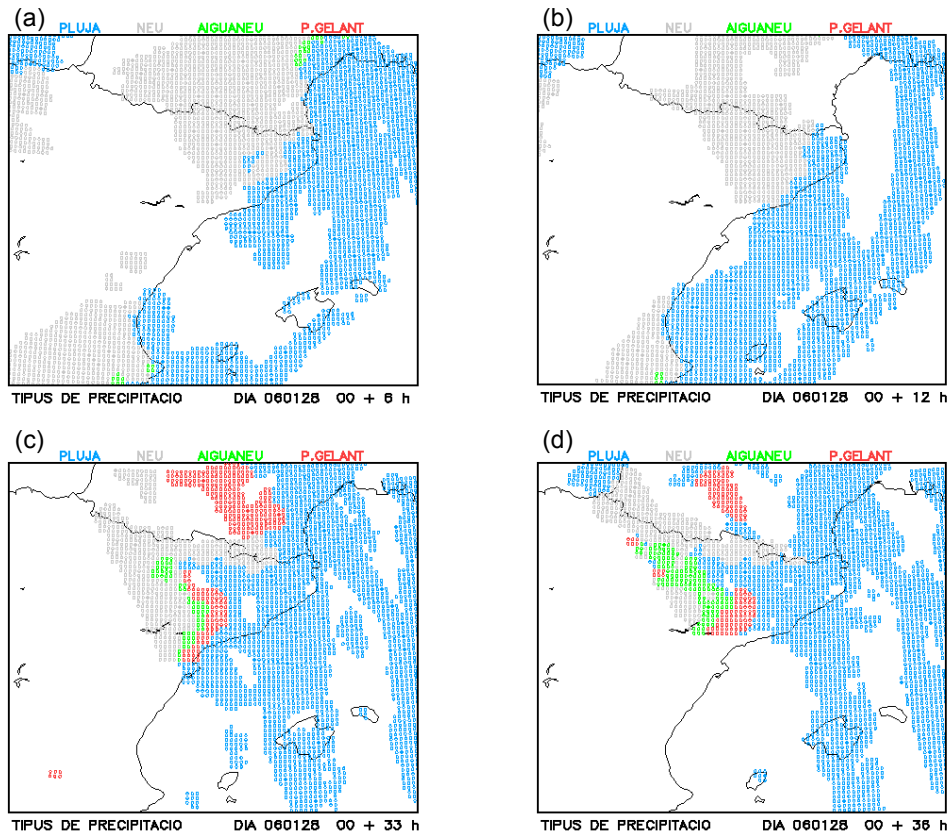


Figura 2. Pronòstic del tipus de precipitació amb la simulació del model MM5 a 12 km i fins a 48 hores, proporcionant mapes per a període de 3 hores: (a) 28/01/2006 de 03 a 06 UTC; (b) 28/01/2006 de 09 a 12 UTC; (c) 29/01/2006 de 06 a 09 UTC; (d) 29/01/2006 de 09 a 12 UTC. Els colors indiquen els diferents tipus de precipitació: pluja (blau), neu (gris), aiguaneu (verd) i pluja gelant (vermell).

6. AGRAÏMENTS

Els autors volen agrair les aportacions dels companys de l'SMC, especialment de les Àrees de Recerca Aplicada i Modelització, de Predicció i de Climatologia, així com la informació proporcionada per diferents col·laboradors i observadors d'arreu del territori.

7. REFERÈNCIES

- Grell, G.A., J. Dudhia i D.R. Stauffer, 1994: A description of fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5). NCAR Technical Note, NCAR/TN-398+STR, 138 pp.
- Smallcomb, C. i T. Sturey, 2004: Using low-level precipitable hydrometeor mixing ratios from the MM5 to determine precipitation type: Ohio Valley cases from the 2002-2003 winter. Papers of the 20th Conference on Weather Analysis and Forecasting & 16th Conference on numerical Weather Prediction (*disponible a la pàgina web: http://ams.confex.com/ams/84Annual/techprogram/paper_68927.htm*).
- SMC, 2003: Manual d'estil (Interpretació de les informacions meteorològiques). Publicacions breus del Servei Meteorològic de Catalunya, núm. 1.