

L'eina del *Lightning Jump*: com funciona i resultats a l'SMC

Carme Farnell (1) i Torneu Rigo (2)

(1) Àrea de Predicció, Servei Meteorològic de Catalunya

(2) Unitat de Sistemes d'Observació Meteorològica, Servei Meteorològic de Catalunya

Introducció

La predicció del temps advers és un dels reptes més grans amb el qual ens enfrontem els meteoròlegs arreu del món. Com que al nostre país el concepte "temps advers" encara està en debat, hem fet servir el que es va definir al National Weather Service (NWS) dels Estats Units d'Amèrica, és a dir, quan ocorre en superfície alguns dels següents fenòmens, associats a una tempesta: pedra de més de 2 cm., ratxes de vents forts superiors a 25 m/s, esclafits i/o tornados. Per explicar la dificultat en la predicció d'aquests fenòmens, podem posar com a exemples dos dels referents a nivell mundial en aquest àmbit: el mateix NWS i l'Estofex (European Storm Forecast Experiment). Doncs bé, aquests dos organismes fan prediccions diàries indicant risc d'ocurrència per al dia posterior, per a regions amb mides que van des de la meitat de la Península Ibèrica fins a un quart del continent europeu. Així i tot, aquestes prediccions no sempre donen bon resultat, malgrat ser poc acurades a nivell espacial. Per aquest motiu, alguns serveis meteorològics fan avisos d'observació o de predicció a molt curt termini (menys de 10 minuts) de temps advers (especialment tornados o pedra gran), mitjançant dades de teledetecció (especialment radar). Encara que el temps de reacció sigui molt baix, els experts consideren que permet mobilitzar a la població i als sistemes d'emergències, evitant que els danys siguin majors.

El temps advers no es produeix a totes les tempestes, sinó que és habitual d'aquelles cel·les o conjunt de cel·les convectives que tenen uns desenvolupaments verticals molt importants. Es sol donar en aquelles tempestes que tenen un comportament anòmal, ja sigui en el seu moviment, en la seva durada, en els desenvolupaments verticals a dins seu (que produeixen un creixement de la pedra superior a l'habitual, podent produir desplomaments de l'estructura que impliquen ratxes de vents molt fortes i que, en certes situacions, poden incloure rotacions, que podrien produir un o més tornados), o en algun altre dels elements que conformen el seu cicle de vida. Encara que a posteriori és relativament simple identificar les tempestes adverses amb imatges radar, a la predicció operativa en temps real no és tan simple, especialment en aquells episodis amb una

gran activitat tempestuosa. A finals del segle passat es va començar a observar un fort lligam entre el temps advers i un increment de l'activitat elèctrica dins la tempesta que el produïa. En aquest sentit, Williams et al. (1999) van definir el Lightning Jump (LJ) com un augment sobtat en la freqüència de llamps (considerant la suma dels núvol-núvol -NN- i núvol-terra -NT). Williams (2001) va observar com aquest fenomen era conseqüència de forts corrents ascendent, els quals afavorien el xoc entre les partícules que incrementaven l'electrificació del núvol de tempesta. Seguint l'anàlisi d'aquest fenomen, Steiger (2007) va observar com el temps d'antelació o Lead Time (LT), definit com el marge de temps entre l'ocurrència del LJ i el registre del temps advers, pot variar en funció del tipus de tempesta. A Catalunya, diferents estudis d'episodis de temps advers



Font: Josep Florensa



Font: Jesús Colines

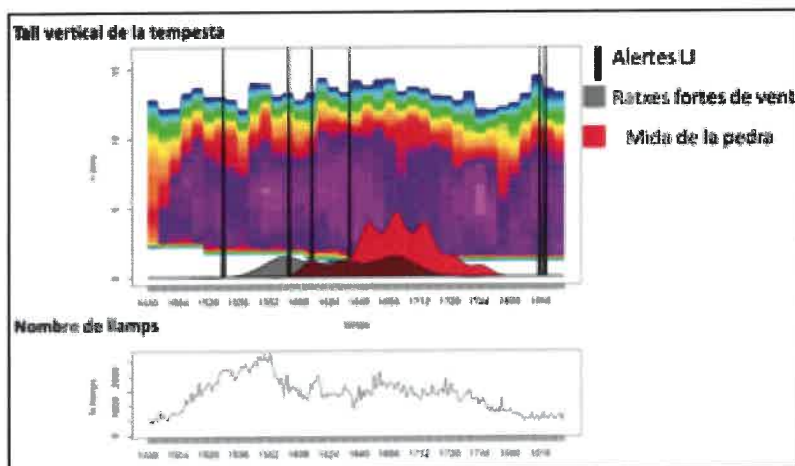
Font: Lluís Regincós



Font: F.F. Teixidó



Font: O. Rodríguez



(p.e. Schultz et al. 2009) van veure també aquesta ocurrència de l'increment sobtat del rati minutal de l'activitat elèctrica total. Cal dir que, tot i que hi ha diferents experiments en temps real a diferents centres dels EUA, cap d'ells funciona de forma operativa.

Com funciona l'algorisme a l'SMC

Partint de l'avantatge que l'SMC és un dels pocs organismes que compta amb una xarxa de detecció de descàrregues elèctriques (la XDDE) que es capaç d'observar llamps tant de núvol-terra (com fan totes les xarxes) com de núvol-núvol (poques detecten més d'un 30% d'aquest tipus de llamps), es va decidir analitzar en temps passat aquells episodis que constaven a la base de dades de temps adversos de l'SMC (període 2006-2013), executant un algorisme adaptat dels americans, amb una sèrie de particularitats que es descriuen a continuació:

- A diferència dels originals, que combinen llamp amb radar, la versió catalana només fa servir llamps per detectar i seguir les tempestes. Això permet executar-lo amb una major resolució temporal (cada minut), ja que no hi ha dependència de les dades radar, que tenen una freqüència menor.
- L'algorisme segueix cada tempesta, amb un primer requisit que s'ha de detectar activitat elèctrica amb continuïtat espacial i temporal durant 14 minuts. En aquest cas, la diferència entre les dues versions és que a l'SMC no s'ha imposat cap llindar (10 llamps per minut als EUA) ja que s'ha observat que les tempestes adverses tenen associades ratxes superiors a aquell llindar.
- S'ha decidit seguir un mètode semblant al mètode de Schultz et al. (2009), a l'hora de detectar el salt de l'activitat elèctrica, considerant que a l'últim interval minutal hi

ha un increment del doble de la desviació estàndard de la resta d'interval.

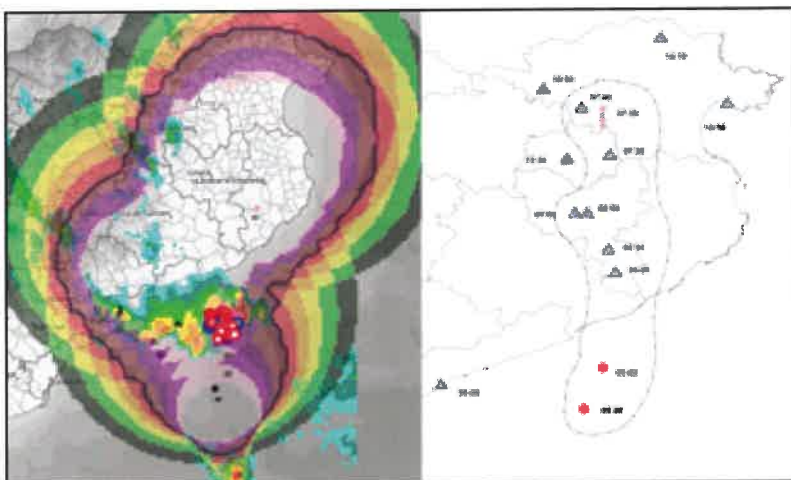
- Una altra diferència entre versions es troba en què, quan salta una alerta, a part d'enviar un correu a l'equip de predicció de l'SMC, s'enllaça el punt de l'alerta amb la predicció del moviment de la tempesta considerada amb la xarxa del radar (XRAD). Això permet als predictors delimitar la zona més probable de registre de temps adversos en les properes dues hores.

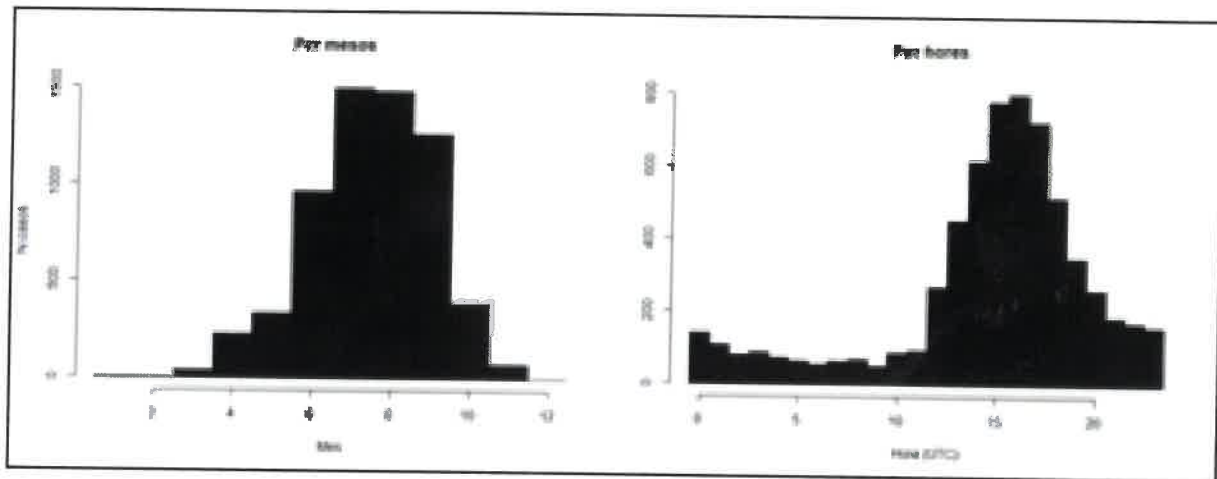
Durant el 2016 l'eina es va posar en funcionament en temps real, en procés de desenvolupament. Durant el 2017 es va començar a analitzar la qualitat en directe de l'algorisme, mentre que al 2018 s'està fent un seguiment de tots els episodis, per acabar de refinar el procediment que cal utilitzar en cas que salti una alerta, i que inclouria comunicacions a Protecció Civil de Catalunya (CECAT) de les zones que poden veure's afectades per tems adversos.

Avaluacions de l'eina: casos d'estudi

Els dos aspectes d'aquesta eina que s'han avaluat, com amb qualsevol eina de predicció, són la qualitat de les alertes (és a dir, el percentatge d'encerts, però també l'índex de falses alarmes) i el temps d'antelació (en quant de temps podem avisar respecte a l'ocurrència del fenomen). Abans de tot, cal recordar dos aspectes lligats a les tempestes adverses: la seva anomalia, que afecta també a la durada, superior normalment a l'hora, i, per altra banda, la complexitat de la seva dinàmica. Això fa que sigui realment complicat fer una bona predicció, fins i tot a curt termini.

En el primer anàlisi, a posteriori, per casos de temps adversos per al període 2006-2013, Farnell et al (2017) varen demostrar que la probabilitat d'encert (PC) era de l'ordre del 73%, les falses alarmes (FAR) s'acostaven al 10%, i que el lead time (LT) era d'uns 30 minuts en mitjana, amb valors aproximats entre 5 i 60 minuts abans del registre. El major problema que teníem era que ens faltaven observacions de camp, raó per la qual es va començar la campanya ciutadana





anomenada Caça/Plega la pedra, que té com a objectiu recollir informació de la pedra via xarxes socials (veure <http://www.meteo.cat/wpweb/observacions/campanya-meteocatpedra/>). Abans d'aquesta campanya, al 2016, ja treballant en temps real, es va arribar a registres de PC del 93%, de 7% de FAR, i una mitjana de LT d'uns 56 minuts (amb casos de fins a 2 hores). Ja amb la campanya en marxa, els resultats han sigut de 81% de PC, 22% de FAR, i mitjana de 47 minuts de LT, amb algun cas arribant a més de 2 hores. Cal tenir present que 2017 va ser un any anòmal, amb pocs casos de pedregades al territori, motiu pel qual els registres són lleugerament inferiors als de l'any anterior. Tanmateix, els casos més importants presentaven millors resultats que el global, com són els episodis


del 27 o el 30 de juny de 2017.

Una mica de climatologia: comparativa de les alertes amb registres de temps advers

Alguns dels resultats de l'estudi de les alertes de l'eina del lightning jump mostren com hi ha un clar lligam entre la convecció profunda i els mesos més càlids (juny a setembre), amb una relació notable amb el cicle diürn típic de les tempestes (màxim entre les 14 i les 18 UTC).

Aquests valors, tot i ser semblants als dels registres, estan una mica desplaçats per l'eix de les hores a causa del LT que hi ha entre alerta i registre (que es dona una hora a posteriori, aproximadament).

Conclusions i treball futur

L'SMC està treballant en la posada en funcionament d'un sistema pioner arreu del món per a generar alertes de temps advers a curt termini que pot ser de gran importància a l'hora de minimitzar danys i recursos necessaris per a les emergències provocades per aquest tipus de fenomen. L'ús del total de llamps ha permès desenvolupar una eina única que, combinat amb la predicció del moviment de les tempestes, fa que sigui més senzill identificar aquelles tempestes que poden produir temps advers en breus minuts. L'ajuda del ciutadà, via la campanya Plega/Caça la pedra, és de gran utilitat per poder perfeccionar alguns dels paràmetres del Lightning Jump. 

Referències

Williams, E., B. Boldi, A. Matlin, M. Weber, S. Hodanish, D. Sharp, S. Goodman, R. Raghavan, D. Buechler, The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms, *Atmospheric Research*, Volume 51, Issues 3-4, 1999, Pages 245-265

Williams, E. (2001). The electrification of severe storms. In *Severe Convective Storms* (pp. 527-561). American Meteorological Society, Boston, MA.

Steiger, S. M., Orville, R. E., & Carey, L. D. (2007). Total lightning signatures of thunderstorm intensity over north Texas. Part I: Supercells. *Monthly Weather Review*, 135(10), 3281-3302.

Steiger, S. M., Orville, R. E., & Carey, L. D. (2007). Total lightning signatures of thunderstorm intensity over north Texas. Part II: Mesoscale convective systems. *Monthly Weather Review*, 135(10), 3303-3324.

Schultz, C. J., Petersen, W. A., & Carey, L. D. (2009). Preliminary development and evaluation of lightning jump algorithms for the real-time detection of severe weather. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48(12), 2543-2563.

Farnell, C., Rigo, T., & Pineda, N. (2017). Lightning jump as a nowcast predictor: Application to severe weather events in Catalonia. *Atmospheric Research*, 183, 130-141.