Tethys, 6, 69–81, 2009
Revista del temps i el clima de la Mediterrània occidental
www.tethys.cat
ISSN-1697-1523
eISSN-1139-3394
DOI:10.3369/tethys.2009.6.05

Revista editada per **ACAM**
(Associació Catalana de Meteorologia)

Estudi de la pedregada del 17 de setembre de 2007 al Pla d'Urgell. Primera part: treball de camp i anàlisi dels granímetres

C. Farnell[1], **M. Busto**[1], **M. Aran**[1], **A. Andres**[1], **N. Pineda**[1] **i M. Torà**[2]

[1]Servei Meteorològic de Catalunya. C/Berlín 38-36, 4a planta. 08029 Barcelona
[2]Agrupació de Defensa Vegetal de les Terres de Ponent

Rebut: 12-III-2009 – Acceptat: 4-VIII-2009 – **Versió Original**

Correspondència a: maran@meteo.cat

Resum

El pla de Lleida és una zona agrícola amb prop de 200.000 ha de cultiu. El 17 de setembre del 2007 una pedregada va afectar 889 ha de superfície de conreus de fruiters, especialment la comarca del Pla d'Urgell. Aquesta pedregada va ser la més important des de 1990 segons dades recollides per l'Agrupació de Defensa Vegetal de les Terres de Ponent (ADV-TP): pedres de més de 5 cm de diàmetre i 81 granímetres impactats (la mitjana a la zona de Lleida al setembre és de 7 granímetres afectats). Un sistema convectiu de mesoescala originat a la Serralada Ibèrica es va reactivar en arribar a Catalunya, provocant una pedregada que va ser especialment virulenta i de gran extensió (la segona part de l'estudi se centra en l'anàlisi sinòptica i mesoescalar). En aquesta primera part es presenta l'anàlisi de les dades de la xarxa de granímetres que gestiona l'ADV-TP i de la informació obtinguda dels observadors de la zona afectada. D'aquestes anàlisis es conclou que la localització de la pedra més gran no coincideix amb la zona on hi va haver més impactes. Pel que fa a la informació qualitativa obtinguda dels col·laboradors, la zona d'afectació és similar a l'obtinguda amb els granímetres. Ara bé, cal destacar de l'estudi comparatiu entre ambdues fonts d'informació que els observadors tendeixen a percebre només la pedra de mida més gran quan hi ha una barreja de diàmetres. A tall de conclusió, finalment es presenten una sèrie de recomanacions per tal d'objectivar al màxim els informes dels observadors.

Paraules clau: calamarsa, granímetre, diàmetre, observadors, regle

1 Introducció

Les calamarsades i pedregades són un dels fenòmens meteorològics més temibles per a l'agricultura, en especial per a conreus d'horta i de fruiters. Una pedregada pot malmetre completament la collita d'un any en només uns quants minuts.

Espanya és el país europeu amb les pèrdues més grans en l'agricultura provocada per la calamarsa. Entre els anys 1991 i 2001, les companyies asseguradores van abonar més de 2200 M€ en el conjunt de l'estat espanyol en compensació per danys en conreus provocats per calamarsades, la meitat dels quals corresponen a la zona central de la vall de l'Ebre (Sánchez et al., 2003). Segons dades d'Agroseguros (comunicació personal), l'any 2007 es van indemnitzar amb prop de 12.5 M€ per danys ocasionats per la pedra en els cultius de Lleida.

El pla de Lleida es caracteritza per ser una zona agrícola amb prop de 200.000 ha de cultius. L'impacte de les pedregades en aquesta àrea és important i des de l'Agrupació de Defensa Vegetal de les Terres de Ponent (ADV-TP) es van dur a terme campanyes de prevenció de la calamarsa a Lleida (ADV, 2001; Sánchez et al., 2007) en el període 1976-2004. La seva repercussió també es posa de manifest amb el nombre d'estudis realitzats a la zona (p. e. Pascual, 2002; Tudurí et al., 2003; Ceperuelo et al., 2006; i Aran et al., 2007).

La pedregada del dia 17 de setembre del 2007 va ser la més forta des de 1990 segons dades recollides per l'ADV-TP. En situacions semblants (Ramis et al., 1997; Pascual, 2002

2009 Autor(s). Aquest treball té llicència "Creative Commons".

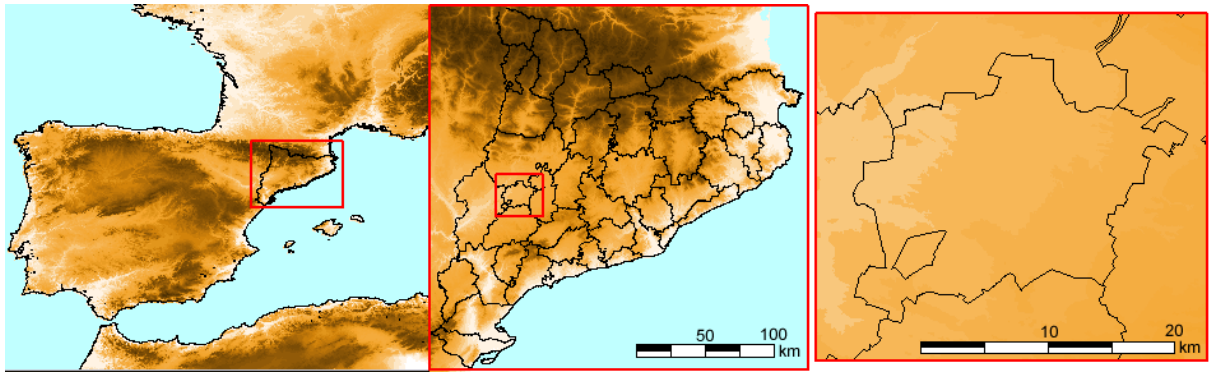

Figura 1. Situació de la zona d'estudi: península Ibèrica (esquerra), Catalunya (centre) i comarca del Pla d'Urgell (dreta).

Taula 1. Superfície de fruita afectada a la zona de Lleida (en ha) i percentatge de superfície afectada per a cada cultiu. Font: DAR (Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural)

Municipis o Comarca	Poma (ha)	% mitjà (ha)	Pera (ha)	% mitjà (ha)	Préssec (ha)	% mitjà (ha)
Pla d'Urgell	207	Més del 50%	63	Més del 50%	4	Més del 50%
Agramunt, Castellserà, La Fuliola, Puigverd d'Agramunt i Tornabous	117	Més del 50%	3	Més del 50%	2	Més del 50%
Juneda, Puiggròs, Borges Blanques	43	Més del 50%	11	Més del 50%	4	Més del 50%
Soses, Alcarràs, Lleida, Montoliu, Alamús, Sudanell	235	Més del 50%	85	Més del 50%	115	Més del 50%
TOTAL	602		162		125	

i Ceperuelo et al., 2006) s'ha observat que la convecció s'inicia fora de la zona i entra pel sud-oest de Lleida. La presència d'un tàlveg a nivells alts associada a una baixa al nord de la Península Ibèrica és una situació que es repeteix en les situacions de calamarsa a Lleida (més del 38% de dies segons la climatologia de Pascual, 2002). El dia 17 la formació d'un sistema convectiu de mesoescala es va iniciar al sud-oest de la Serralada Ibèrica a les 09:00 T.U. i es va anar desplaçant cap al nord-est. Els nuclis convectius es van reactivar en arribar a Catalunya (14:00 T.U.). La part més intensa de l'episodi es va donar a la zona del Pla d'Urgell (Figura 1) entre les 14:54 T.U. i 15:00 T.U. L'anàlisi meteorològica de l'episodi es descriu amb detall a la segona part d'aquest estudi (Pineda et al., 2009).

Aquesta pedregada va ser especialment virulenta i de gran extensió. Al Centre d'Atenció Primària de Mollerussa es van atendre 6 persones amb contusions lleus. A més, es va veure afectat mobiliari urbà i vehicles que en alguns casos van quedar pràcticament destruïts. Segons l'informe del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR), els cultius més afectats van ser les varietats tardanes de pomera, perera i presseguer. Els danys en cultius de blat de moro van afectar menys la producció perquè la pinya ja estava formada i el gra es trobava en fase d'assecat. En total es van quantificar 889 ha de superfície de fruita afectada segons es mostra a la Taula 1.

Una de les fonts d'informació d'un servei meteorològic són els col·laboradors i aficionats a la meteorologia, i en altres situacions, els propis afectats. La dificultat de tractar aquest tipus d'informació és motiu de molts estudis (p. e. Llasat-Botija et al., 2007; Delitala, 2005). Aquests autors s'han centrat en la percepció que té la gent d'aquestes situacions i el seu possible biaix degut principalment a la influència que exerceixen mitjans de comunicació i a la memòria històrica que es té d'altres episodis. L'objectiu principal d'aquest treball, a part de caracteritzar el tipus de precipitació i la seva distribució, és fer una primera avaluació de fiabilitat de la informació facilitada pels testimonis per tal de millorar-ne la seva qualitat. Per aquest motiu s'ha realitzat un estudi comparatiu entre aquestes dades i els registres de la xarxa de granímetres.

En aquest estudi s'han seguit les indicacions de la publicació "El manual d'estil" del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC, 2008) on es defineix la calamarsa com "precipitació de grans de glaç arrodonits i mig transparents inferiors a 10 mm de diàmetre i iguals o més grans de 10 mm en el cas de pedra".

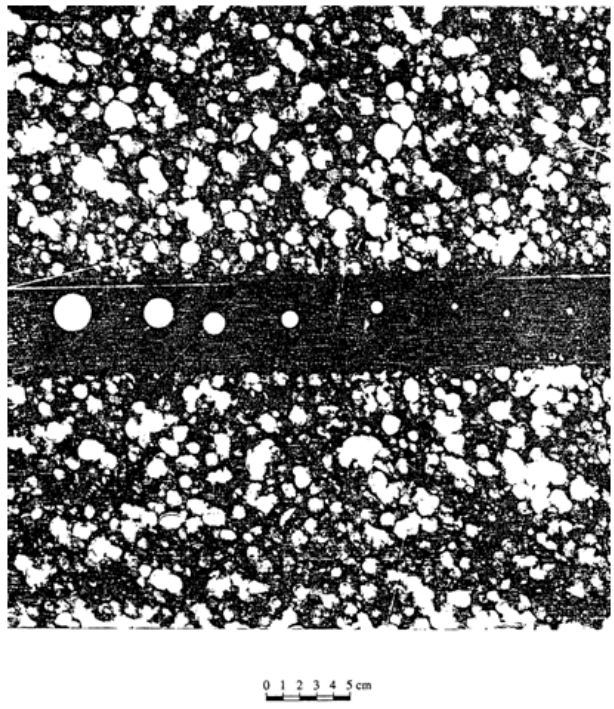

Figura 2. (a) Granímetre utilitzat a l'ADV-TP. Font: M. Torà. (b) Placa amb impactes pintada de negre preparada per a la seva anàlisi. A la franja central hi ha els impactes realitzats al laboratori per a fer el calibratge. Font: Grupo de Física de la Atmosfera, Universidad de León.

Després d'aquesta introducció, es presenta a l'apartat 2 la xarxa de granímetres. L'apartat 3 conté el treball de camp des de la seva realització fins a la determinació de les zones afectades. A l'apartat 4 s'elabora l'estudi comparatiu de les dades de camp amb les mesurades a partir dels granímetres. A l'apartat 5 es proposen algunes indicacions per a la millora de l'obtenció de la informació facilitada pels observadors. Finalment, es presenten les conclusions de l'estudi en el punt 6.

2 Xarxa de granímetres

Per tal d'analitzar de manera objectiva la pedregada es van utilitzar les dades obtingudes de la xarxa de granímetres de l'ADV-TP. En aquest apartat es presenten primer les característiques de la xarxa de granímetres, tot seguit s'analitzen els resultats obtinguts i, finalment, es comparen amb estadístiques elaborades en el període 1990-2007.

2.1 Característiques de la xarxa de granímetres

Un granímetre es compon d'una placa de poliestirè de 30x40x3 cm amb una capa de pintura blanca per a exteriors per evitar que es malmeti amb les inclemències meteorològiques i per la radiació solar (Fraile et al., 1992; Schleusener i Jennings, 2006). Aquesta placa es situa aproximadament a 1.5 m del sòl (Figura 2a). Una part de la placa està protegida dels impactes amb una tira de ferro per tal de poder fer el calibratge. Després d'un episodi de calamarsa o pedra, les plaques afectades s'envien a analitzar i es substitueixen per plaques noves. En el cas de l'ADV-TP, les plaques s'analitzen al laboratori del Grupo de Física de la Atmósfera de la Universidad de León. Al laboratori, les plaques impactades es pinten amb pintura gràfica negra (Figura 2b) per facilitar la mesura de la mida i la fondària de l'empremta a partir de les quals s'obtindran altres paràmetres com ara el diàmetre, energia, massa, etc. de la pedra o calamarsa (Palencia et al., 2007).

Al pla de Lleida l'ADV-TP va crear una xarxa de granímetres amb una densitat de 4 x 4 km. Aquest disseny d'un granímetre cada 16 km^2 suposa un total de 170 granímetres distribuïts per la zona de control (Figura 3). Aquesta distribució de granímetres i la seva quantitat respon a tres criteris (Fraile et al., 1992):

- Mitjana de superfície afectada per pedregada en els deu anys anteriors a la col·locació de la xarxa.
- Necessitat d'obtenir 10 granímetres afectats en cada pedregada important, per poder realitzar el seu estudi i comparació.
- Criteris de manteniment de la xarxa.

2.2 Anàlisi de les dades dels granímetres del Pla d'Urgell

Aquest estudi es centra en la comarca del Pla d'Urgell on hi ha 18 granímetres (Figura 3). A través dels granímetres

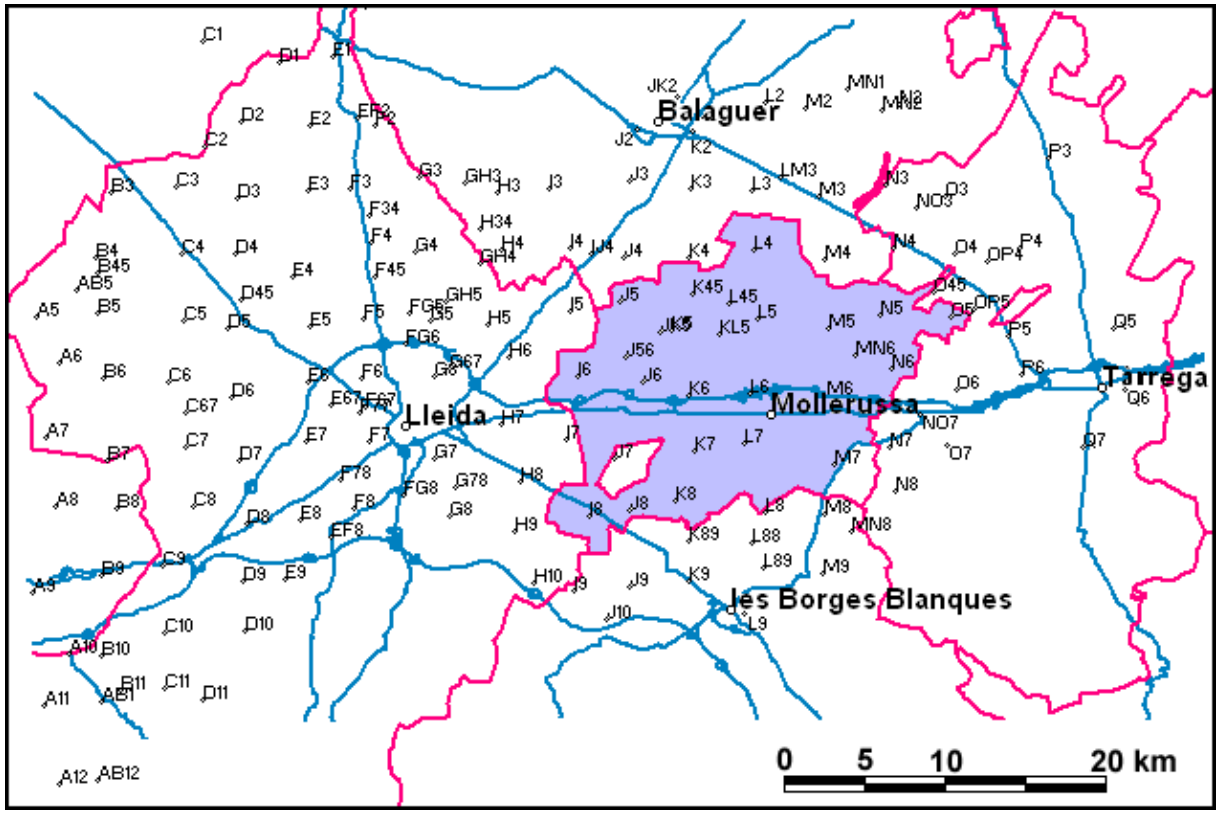

Figura 3. Xarxa de granímetres de l'ADV-TP: composta per 170 granímetres distribuïts per les comarques (límits en color rosa) del Segrià (Lleida), La Noguera (Balaguer), el Pla d'Urgell (Mollerussa), l'Urgell (Tàrrega) i Les Garrigues (Les Borgues Blanques). Es destaca en morat la comarca del Pla d'Urgell, on hi ha 18 granímetres de la Xarxa. En blau, la xarxa de carreteres principals de la zona.

Taula 2. Codi del granímetre, diàmetre màxim (mm), impactes (nombre m^{-2}), massa (kg m^{-2}) i energia (J m^{-2}) dels impactes per a cada granímetre del Pla d'Urgell.

Codi	Diàmetre màxim (mm)	Diàmetre mitjà (mm)	Impactes (nombre m^{-2})	Massa (kg m^{-2})	Energia (J m^{-2})
K7	56.45	14.29	914	4.377	1566.9
K6	52.81	12.15	1581	3.397	946.6
L6	48.86	10.84	1486	2.429	670.3
J7	41.10	11.84	771	1.733	465.4
L7	33.71	11.80	571	1.042	216.2
L5	28.08	10.27	5152	4.015	527.2
N5	25.53	9.83	914	0.683	94.9
J8	21.50	8.97	286	0.198	29.2
J6	20.77	7.90	391	0.143	15.7
M5	20.26	10.71	1762	1.391	164.3
M4	19.17	9.55	4143	2.321	247.4
MN6	18.76	9.11	524	0.283	31.3
I8	18.25	8.18	581	0.245	27.2
J56	16.94	6.84	1133	0.241	20.0
O5	15.86	11.06	67	0.050	5.5
M6	13.41	8.13	152	0.049	4.0
K5	11.14	6.71	219	0.036	2.3
N6	13.56	7.23	314	0.076	6.1
J5	9.76	7.32	67	0.015	1.0

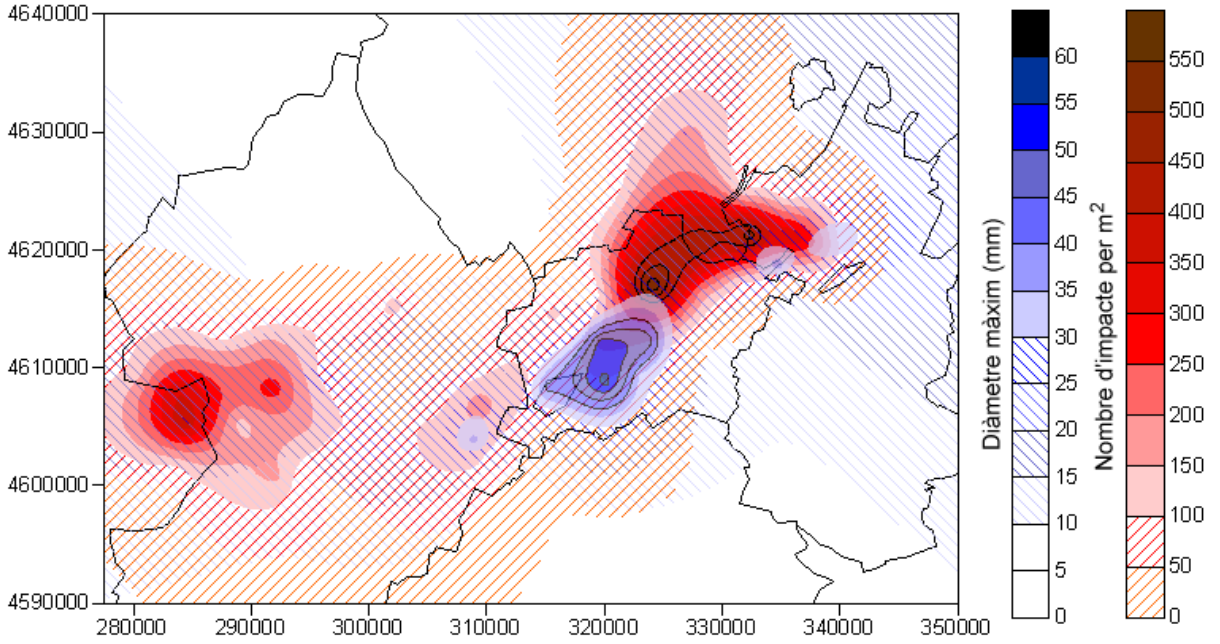

Figura 4. Distribució espacial del diàmetre màxim de la calamarsa (en mm i escala de color blau) i del nombre d'impactes per m^2 (escala de color vermell).

s'obtenen els valors de diverses variables que permeten saber les característiques de la pedra: el seu diàmetre, el nombre d'impactes per m^2 que fa referència a la intensitat de la pedregada, la seva massa i l'energia (Taula 2). Per a l'estimació de l'energia (Lozowski i Strong, 1978) se suposa una velocitat final de caiguda d'una pedra en funció del seu diàmetre (Fraile et al., 1992).

A la Figura 4 es presenta la distribució del diàmetre màxim i del nombre d'impactes per a la comarca del Pla d'Urgell. Pel que fa als diàmetres màxims, el més gran es va registrar al sud de la comarca. En canvi el diàmetre inferior es va registrar al nord-oest. Si s'analitza la distribució del diàmetre mitjà (no es presenta) el granímetre amb una mitjana més gran se situa al nord-est. En aquesta zona el granímetre no va registrar un diàmetre màxim massa destacat però la distribució dels diàmetres se centra al voltant de valors mitjans. Quant a la intensitat, la més elevada es va registrar al granímetre situat al nord. En canvi, els valors més baixos corresponents a la zona de menys afectació es registren en els límits de la comarca tant per ponent com per llevant. Aquesta dissociació espacial entre el diàmetre màxim i la intensitat és similar a la presentada a l'estudi d'en Fraile et al. (1992) per la zona de León i Zamora.

Amb la distribució espacial de la massa i l'energia (no es presenta) es va veure que les zones amb valors més alts d'aquestes variables corresponien als indrets on es registraven valors més alts tant de diàmetre màxim com de nombre d'impactes. Això és deu al fet que tant la massa com l'energia són funció del diàmetre i del nombre d'impactes.

Un factor que s'ha de tenir present a l'hora d'analitzar els granímetres és el fet que quan es registren diàmetres grans, s'infravalora el nombre d'impactes per calamarsa petita, ja que aquests últims queden emmascarats sota els de major diàmetre (Dessens et al., 2007). Per una altra banda, també hi ha una infravaloració en el cas de pedra amb diàmetre gran ja que la probabilitat que impacti al granímetre és molt petita (Smith i Waldvogel, 1989; Bardsley, 1990; Fraile et al., 1999).

2.3 Climatologia de les pedregades

Al pla de Lleida, el setembre no és un mes gaire afectat per la calamarsa ja que la mitjana d'aquest fenomen en el període comprès entre el 1995 i el 2007 és d'un dia (la mitjana anual és de 12 dies). El mes amb més freqüència de calamarsades o pedregades és el de maig amb tres dies i segueix de prop l'abril amb 2. L'any 2007 hi va haver 17 dies de calamarsa amb 8 dies al mes d'abril, 4 al maig i 1 al mes de setembre.

En general, les calamarsades del mes de setembre es caracteritzen per ser de poca extensió amb una mitjana de 7 granímetres afectats. Fins l'any 2007, el nombre màxim de granímetres impactats al mes de setembre era de 26 (2002). Pel que fa a valors absoluts la mitjana de granímetres impactats per dia de calamarsa o pedra és de 12 i el màxim de granímetres en un dia estava situat a 41, fet que s'ha donat dues vegades, una d'elles el 17 d'abril de 2008.

El dia 17 de setembre se'n van veure afectats 81 granímetres, que representen el 30% dels granímetres afec-

Figura 5. (a) Pedra de 5 cm de diàmetre del dia 17/09/2007. Font: F. Farnell. (b) Plaques de poliestirè expandit d'una nau industrial de la zona. Font: Comolsa, S.A.

Taula 3. Grau d'afectació segons mida i intensitat.

Categoria	Mida	Intensitat	Grau d'afectació
5	Ous de gallina	Alta	Molt alt
4	Cirera fins ous de gallina	Alta - molt alta	Alt
3	Cireres i nous	Alta	Moderat
2	Cigrons i avellanes	Baixa	Baix
1	Llentia, pèsols i cigrons	Baixa	Molt baix
0	No afectada	No afectada	Nul

tats l'any 2007. Així, en un sol dia es van veure afectats tants com durant els mesos de maig i juny de 2007, senyal de la magnitud de l'extensió de la pedregada. En referència a la mida de la pedra, en el mes de setembre acostuma a ser petita, el 70% dels casos es tracta de calamarsa. El dia en estudi es van recollir pedres de diàmetre superior als 5 cm (Figura 5a).

3 Treball de camp

Per tal de complementar la informació que proporcionen els granímetres, és important disposar de més informació sobre el fenomen meteorològic, que es pot recollir de diverses maneres. En primer lloc, es pot utilitzar una xarxa d'observadors o col·laboradors prou densa com per abastar la zona d'estudi tal com van fer Sánchez et al. (1996). Si la densitat de col·laboradors no és prou gran, cal utilitzar les dades de companyies d'assegurances ja que proporcionen la informació de la calamarsa que és prou gran com per produir danys (Dessens, 1986). I si es disposa de recursos necessaris i la llei de privacitat de dades els empara es pot trucar a la gent que està essent afectada per una calamarsa en temps real segons dades de les imatges radar (Smith et al., 2006).

En el present estudi no es va disposar d'aquests recursos. Per tal d'aconseguir informació complementària, es va procedir de la següent manera: (i) Es va determinar la zona afectada a partir de les dades meteorològiques de les informacions dels mitjans de comunicació. (ii) Es van escollir els indrets a visitar, començant pels més afectats i acabant pels que menys danys van patir. (iii) Es van concertar dies de visita amb les persones afectades per contacte telefònic. (iv) Finalment es va realitzar la visita de camp, amb entrevista directa amb el testimoni.

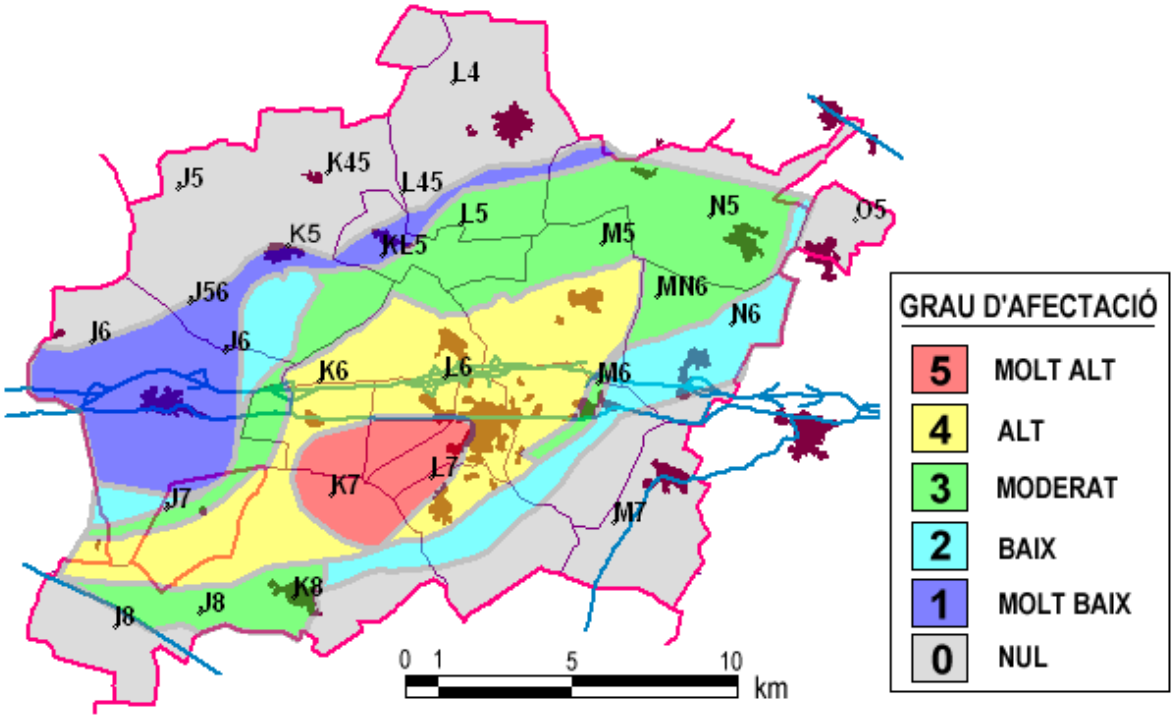

Figura 6. Zones afectades per la calamarsa determinades a partir del treball de camp a la comarca del Pla d'Urgell. Codi dels granímetres de la comarca (Taula 1). Límits municipals (lila), carreteres principals (blau) i principals nuclis de població (marró).

En les visites es va obtenir la descripció dels esdeveniments per part de persones directament afectades: evolució de la tempesta, tipus de precipitació, mida màxima de la pedra, varietat de diàmetres, intensitat de la pedregada, altres meteors observats rellevants durant la pedregada i els danys provocats. A més a més, es va fer un recull de material d'interès com podien ser fotografies o material afectat pels impactes (Figura 5b).

En total es van realitzar 11 entrevistes a persones afectades que van facilitar informació de pràcticament tota la comarca. D'altra banda es van realitzar altres visites per obtenir informació complementària. Aquest estudi de camp es va realitzar uns dies després que hagués tingut lloc la tempesta.

A tall d'exemple, una de les descripcions recollida d'un dels pagesos (Miralcalmp) entrevistats és la següent: "En va caure de molt grossa cap a la Serra, de la mida d'ous de gallina. Al principi va caure pedra seca, és a dir, sense pluja. Després de caure unes quantes pedres, va caure barrejada amb pluja i això va fer que el cop de la pedra no fos tan dur". I segons la intensitat (el Poal): "Al poble no va fer res. Però cap a Sarcènit en va caure molta i amb una forta intensitat."

A la Taula 3 es descriu l'escala utilitzada per l'ADV-TP on s'ha incorporat el grau d'afectació d'aquest episodi. A la Figura 6 es mostra la distribució espacial dels graus d'afectació segons les observacions abans esmentades.

Taula 4. Equivalència en mm de l'objecte usat per descriure la calamarsa i la pedra.

Objecte descriptiu	Mida representativa (mm)
Ou de gallina	40 - 50
Nou	30
Cirera	15 - 20
Cigró	15
Avellana	10
Llentia	6
Pèsol	5
Arròs	5

4 Estudi comparatiu entre granímetres i observacions

Un cop establertes les zones segons el grau d'afectació (apartat 3) es va efectuar l'anàlisi comparativa entre les dades dels granímetres i les dades dels observadors. Es va establir el diàmetre corresponent a cada un dels objectes de referència usats pels observadors de la xarxa de l'ADV-TP.

L'estudi comparatiu es va centrar en tres variables: la mida màxima de la pedra, la varietat de diàmetres registrats i la intensitat de la pedregada. Per comparar tant les dades de mida màxima com la varietat de diàmetres, es fa neces-

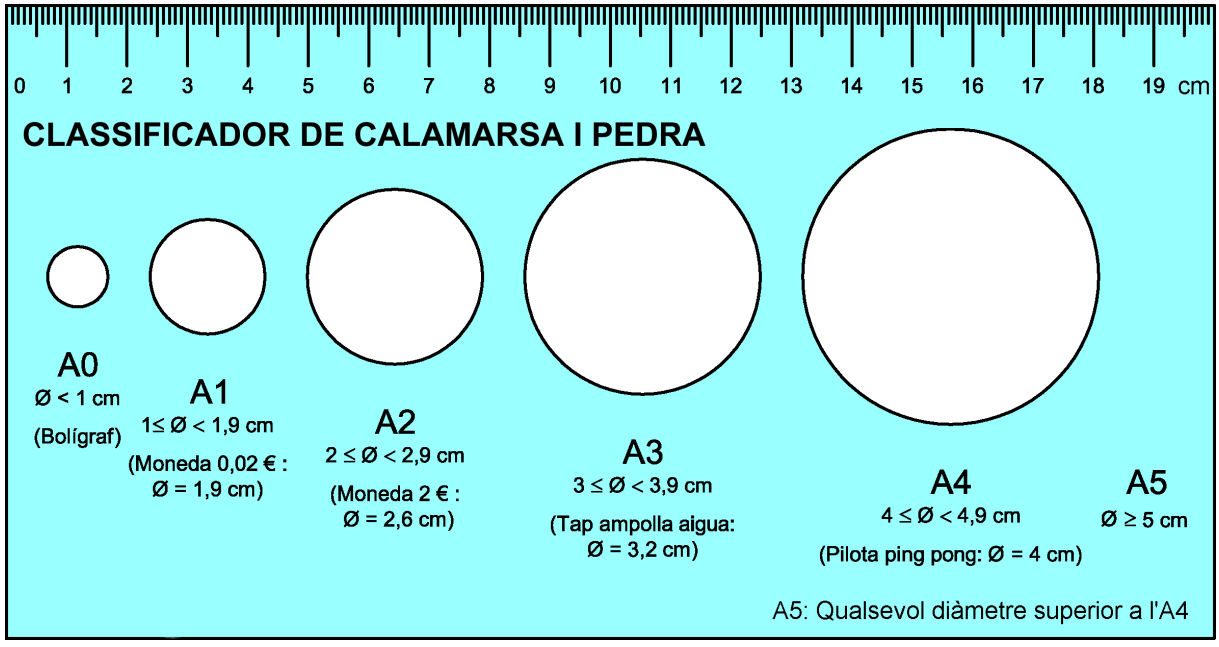

Figura 7. Regle per a realitzar mesures del diàmetre de la calamarsa i classificar-la.

Taula 5. Puntuació mitjana de la concordança entre la descripció feta pels observadors i les dades dels granímetres per zones. El valor 1 indica la màxima concordança.

Variable	Zona 1 (vermell)	Zona 2 (groc)	Zona 3 (verd)	Zona 4 (blau cel)	Zona 5 (blau marí)	Puntuació mitjana final
Mida màxima	2	1	1	1	1	1.25
Varietat de diàmetres	3	2	1	3	1	2
Intensitat	3	2	2	1	1	2

sari conèixer la mida dels objectes de referència usats pels observadors de la xarxa de l'ADV-TP (veure Taula 4). Per poder comparar les dades de la intensitat es va contrastar la descripció de l'observador amb el nombre d'impactes registrats en el granímetre més pròxim (veure Apèndix A).

El següent pas va consistir a realitzar una assignació qualitativa d'un valor de l'u al tres segons el grau de concordança (1: exacta, 2: concordança aproximada, 3: baixa concordança) per a les variables mida màxima, varietat de diàmetres i intensitat. Aplicant aquesta equivalència es va obtenir el valor mitjà per a cada variable analitzada i per a cada zona (Taula 5). L'anàlisi d'aquestes equivalències posa de manifest que el màxim grau de concordança entre les observacions visuals i els granímetres es dóna a la zona on el grau d'afectació és baix (zona 5), per a totes les variables. Per tant, per a un observador és més fàcil descriure un episodi habitual (baixa intensitat i calamarsa petita) que un d'extraordinari.

La mida màxima és la variable que s'estima millor. A la zona de major afectació, zona 1, alguns observadors relaten una mida més gran que la registrada pel granímetre. Això pot ser una exageració de l'observador, però també pot donar-se el cas que el granímetre no enregistri justament el diàmetre més elevat (Smith i Waldvogel, 1989).

Pel que fa al diàmetre, es detecta que l'observador copsa principalment la mida de la pedra més gran i tendeix a ignorar la d'inferior mida. Aquest fet és comprensible perquè la pedra grossa és la que fa més mal i la que roman més temps a terra després de caure, ja que la pedra petita es desfà més ràpidament.

La determinació de la intensitat (nombre d'impactes per m^2) és el punt més feble a l'hora d'interpretar la informació obtinguda de l'observador, ja que és la més subjectiva de totes en no existir uns paràmetres estàndards per a definir-la.

5 Recomanacions

Segons la via endegada per Eduard Fontserè sobre recomanacions per a observadors meteorològics rurals (Fontseré, 1923) i a causa de la gran quantitat de documentació gràfica existent d'aquest episodi, es considera apropiat redactar un

Taula 6. Classificació de la calamarsa segons el seu diàmetre, objectes de referència o conseqüències segons l'escala ANELFA (Dessens et al., 2007). Cada categoria s'ha de complementar amb un signe + o - en funció de si el sòl es troba cobert de pedra/calamarsa significativament en més del 50% o en menys del 50%.

Categoria	Diàmetre màxim de la pedra (cm)	Objecte de referència	Conseqüències típiques associades
A0	<1	Pèsol	Els arbres es queden sense flor. Accidents de trànsit.
A1	1 - 1.9	Raïm, bala, cirera	Afecció a les vinyes, arbres fruiters i tabac.
A2	2 - 2.9	Ou de colom	Danys seriosos als cereals, hortalisses i arbres.
A3	3 - 3.9	Nous, pilota de ping-pong.	Danys complerts a totes les collites, finestres trencades i cotxes afectats.
A4	4 - 4.9	Ou de gallina, pilota de golf.	Paisatge hivernal, animals morts, persones ferides, danys en avions.
A5	≥ 5	Taronja, préssec, poma, pilota de tennis.	Event extremadament perillós, persones desprotegides mortes.

Taula 7. Escala proposada en aquest estudi utilitzant referència d'objectes. Cada categoria s'ha de complementar amb un signe + o - en funció de si el sòl es troba cobert de pedra/calamarsa significativament en més del 50% o en menys del 50%.

Categoria	Diàmetre màxim de la pedra (cm)	Objecte de referència
A0	<1	Base bolígraf estàndard (BIC)
A1	1 - 1.9	Moneda de 2 cèntims d'€ (1.875 cm)
A2	2 - 2.9	Moneda de 2€ (2.575 cm)
A3	3 - 3.9	Tap d'ampolla d'aigua (de plàstic)
A4	4 - 4.9	Pilota de ping-pong o golf (4.267 cm)
A5	≥ 5	Pilota de tennis (entre 6.5 i 6.858 cm)

seguit d'instruccions per tal de millorar la transmissió i posterior interpretació de la informació entre un observador i un servei meteorològic.

L'observador obté informació a partir de les conseqüències de la pedregada sobre la seva collita en un terreny que coneix molt bé. Partint d'aquesta premissa es pot treballar per aconseguir que la transmissió d'informació sigui més profitosa i exacta, millorant aspectes essencials com ara la presa d'imatges, el canal de comunicació i la descripció del fenomen.

Les imatges tenen una gran importància ja que mostren visualment les característiques de la pedra i els desperfectes que s'han produït. A l'hora de realitzar una fotografia és important tenir presents algunes característiques com ara:

- Registrar de la data, l'hora i la localització de l'indret on s'ha pres la fotografia.
- Posar objectes de referència amb una mida universal, per comparar la mida de la pedra.
- També es pot usar un regle. Buscar un fons fosc per a augmentar el contrast.
- A més a més, si és possible, fer una fotografia general de la situació abans i després de la tempesta, amb la direcció cap a on mira l'objectiu.

La recepció d'informació dels col·laboradors per part dels serveis meteorològics s'hauria de fer d'una forma unificada i més estandarditzada. Cal donar a conèixer el canal establert i treballar per aconseguir una comunicació àgil, eficient i fluïda.

Pel que fa a la descripció, tal com ja s'ha comentat, l'observador dóna normalment la mida de la pedra més gran, però seria de gran ajut si també pogués transmetre l'existència de pedra de mida inferior.

La clau d'una bona descripció rau en la utilització d'una classificació de calamarsa i pedra el més simple i objectiva possible. En l'actualitat s'utilitzen principalment tres escales per a la seva classificació: l'escala de Torro (Webb i Meaden, 1986), l'escala GSC (Moisselin i Guillande, 2004) i l'escala ANELFA (Dessens et al., 2007).

En aquest estudi s'ha optat per utilitzar l'escala ANELFA (Taula 6) ja que també és l'emprada per l'ADV-TP. En ella la categoria de la classe es determina pel valor enter de la mida del diàmetre més gran de la pedra mesurada en cm. En el cas de no disposar d'aquesta mesura, la classe es determina a partir de la seva equivalència amb objectes com ara pèsol, raïm, ou de colom, nous, ou de gallina i taronja i els danys ocasionats. I finalment, tal com també es fa en l'escala de Fujita (1971), s'utilitzen les conseqüències

i gravetat del danys ocasionats per fer la catalogació de la calamarsa.

Tot i així, aquesta escala segueix partint d'un cert grau de subjectivitat, ja que d'ous de gallina i de grans de raïm n'hi ha de diferent mida. Per aconseguir una descripció el més objectiva possible, cal usar objectes de referència coneguts i de mida universal i única, com ara les monedes d'euro, una pilota de ping-pong o una pilota de tennis.

Per aquest motiu es proposa una adaptació de l'escala ANELFA amb les correspondències estàndards a objectes comuns universals (Taula 7).

Finalment, es proposa facilitar un regle als col·laboradors per tal de categoritzar amb més facilitat la calamarsa observada (Figura 7).

6 Conclusions

En el cas de la tempesta del 17 de setembre de 2007 que va afectar el Pla d'Urgell, s'observa que el vent del sud-oest a nivells mitjans va afavorir el desplaçament de la tempesta en aquesta direcció. El grau d'afectació va ser petit seguint el moviment de la tempesta tant a la seva dreta com a la seva esquerra. En canvi, la zona central va ser de major afectació i s'orientava de sud-oest a nord-est. A més a més, a la zona sud es van registrar impactes de major diàmetre i a la zona nord hi va haver una major intensitat, però la calamarsa era de diàmetre menor.

De l'estudi comparatiu s'extreu que els observadors tendeixen a percebre la pedra de mida més gran i no tant la pedra de mida petita o calamarsa, encara que el nombre d'aquestes últimes sigui més elevat. Per contra, els granímetres infravaloren el nombre d'impactes amb diàmetre més gran. A més a més, es fan paleses les mancances dels granímetres per a detectar pedra de diàmetre molt gran per la baixa probabilitat d'impactar a la placa o d'infravalorar el nombre d'impactes petits en quedar emmascarats sota els de major diàmetre.

Cal homogeneïtzar les dades facilitades pels observadors per tal de poder analitzar correctament l'abast de l'episodi i poder tractar-les conjuntament amb les dades obtingudes dels granímetres. Ambdues fonts d'informació són complementàries. A tal efecte, es proposa una escala de classificació de calamarsa i pedra de sis categories seguint l'escala ANELFA (Dessens et al., 2007) però amb equivalències amb objectes coneguts i universals. També es proposa l'ús d'un regle amb els diàmetres de referència per a cada categoria de l'escala ANELFA.

Agraïments. Els autors volen agrair a tots els col·laboradors i informadors del Pla d'Urgell i voltants el fet que ens hagin facilitat la informació sobre l'esdeveniment d'aquest episodi, i en especial a: M. Moià, J. Simó, F. Farnell, J. Arderiu, X. Coll, N. Risa, J. Llimes, M. Sans, J. Miret, a l'Ajuntament de Bellcaire d'Urgell i al Centre d'Atenció Primària del Pla d'Urgell. A en Josep Batlló que ens va facilitar la publicació Minerva de la cartoteca de l'Institut Cartogràfic de Catalunya. Aquest treball ha estat realitzat dins del marc de col·laboració entre el Servei Meteorològic de Catalunya, les ADV Terres de Ponent i la Universidad de León. El nostre especial agraïment a tot l'equip del Grupo de Física de la Atmósfera de la Universidad de León, especialment a la Dra. Laura López pels seus suggeriments i, finalment, a tot l'equip de col·laboradors de les ADV.

Apèndix A

A l'apèndix es presenta la informació utilitzada per realitzar l'estudi comparatiu entre la informació obtinguda dels observadors i la dels granímetres més propers a la zona afectada.

Per tal de facilitar una visió global de tota aquesta informació s'ha elaborat la Taula A1. En aquesta taula es presenta la següent informació:

- Núm. de zona. Grau d'afectació definit a la Taula 3 de l'article.
- Municipi. Municipi de la zona afectada descrita per l'observador.
- Dades de l'observador: tipus de pedra, mida, intensitat, altres fenòmens observats, fotos, comparació amb d'altres objectes i si es pren la mida de la pedra o no.
- Dades del granímetre. Gràfic de barres on es representa el nombre d'impactes segons el diàmetre de la calamarsa/pedra enregistrats en el granímetre més proper al punt d'observació. Sobre el gràfic s'assenyala en vermell el diàmetre màxim descrit per l'observador (Figura A1).
- Grau de concordança. Descripció de la similitud per a cada una de les variables: mida màxima, varietat de diàmetres i intensitat de la informació obtinguda del granímetre i de l'observador.

Taula A1. Estudi comparatiu entre les dades dels observadors i les dels granímetres.

Núm. de zona	Municipi	Dades de l'observador							Grau de concordança		
		Tipus de pedra	Mida	Intensitat	Altres fenòmens	Fotos	Comparació amb altres objectes	Es pren la mida de la pedra?	Mida màxima	Varietat de diàmetres que van enregistrar els granímetres	Intensitat
1	Miralcamp	1r pedra seca i després barrejada amb aigua. Pedra dura.	Molt grossa, ous de gallina	Molta	-	Sí	No	No	Bona. Va ser la zona on es va registrar més quantitat de pedra d'una mida gran.	Dolenta. L'observador només cita una mida.	Dolenta, ja que el nombre d'impactes no va ser massa elevat.
1	Mollerussa	-	Molt grossa, ous de gallina	Molta	-	No	-	-	Dolenta, ja que l'observador va registrar pedres amb la mida d'ous de gallina i el granímetre dóna un diàmetre de 33-34 mm.	Dolenta. L'observador només cita una mida.	Dolenta, ja que el nombre d'impactes no va ser massa elevat.
2	Sidamon	-	Entre cirera i nou, i algun ou de gallina	Molta	Bufava molt vent	No	-	-	Bona	Bastant bona, tot i què van caure pedres d'una mida inferior a la relatada per l'observador.	Bona, ja que fou destacada segons el registre del granímetre.
2	El Palau d'Anglesola	Dura	Des de nous fins a ous de gallina	Molta	Bufava molt vent i fins i tot es van formar alguns remolins	Sí	Sí	Sí	Bona (hi ha una discordança de només 5 mm entre la mida descrita i l'enregistrada).	Millorable, ja que encara que l'observador esmenta un rang força ampli, no repara en les mides inferiors.	Dolenta
3	El Poal	Dura	Avellana o cirera	Moltíssima	-	Sí	No	No	Bona	Bona, tot i que hi va haver també pedra més petita.	Bona
3	Ivars d'Urgell	-	Fins a nou aplanada	Molta	-	Sí	Sí	Sí	Bona (hi ha una discordança de només 5 mm entre la mida descrita i l'enregistrada).	Bona	Dolenta
4	Castellnou de Seana	-	Cigró	Poca	-	No	-	-	Bona	Dolenta, ja que no va esmentar mides inferiors.	Bona
5	Bellvis	-	Pèsol	Molt poca	-	No	-	-	Bona (hi ha una discordança de només 5 mm entre la mida descrita i l'enregistrada).	Bona, donat el poc rang de mides que es va donar.	Bona

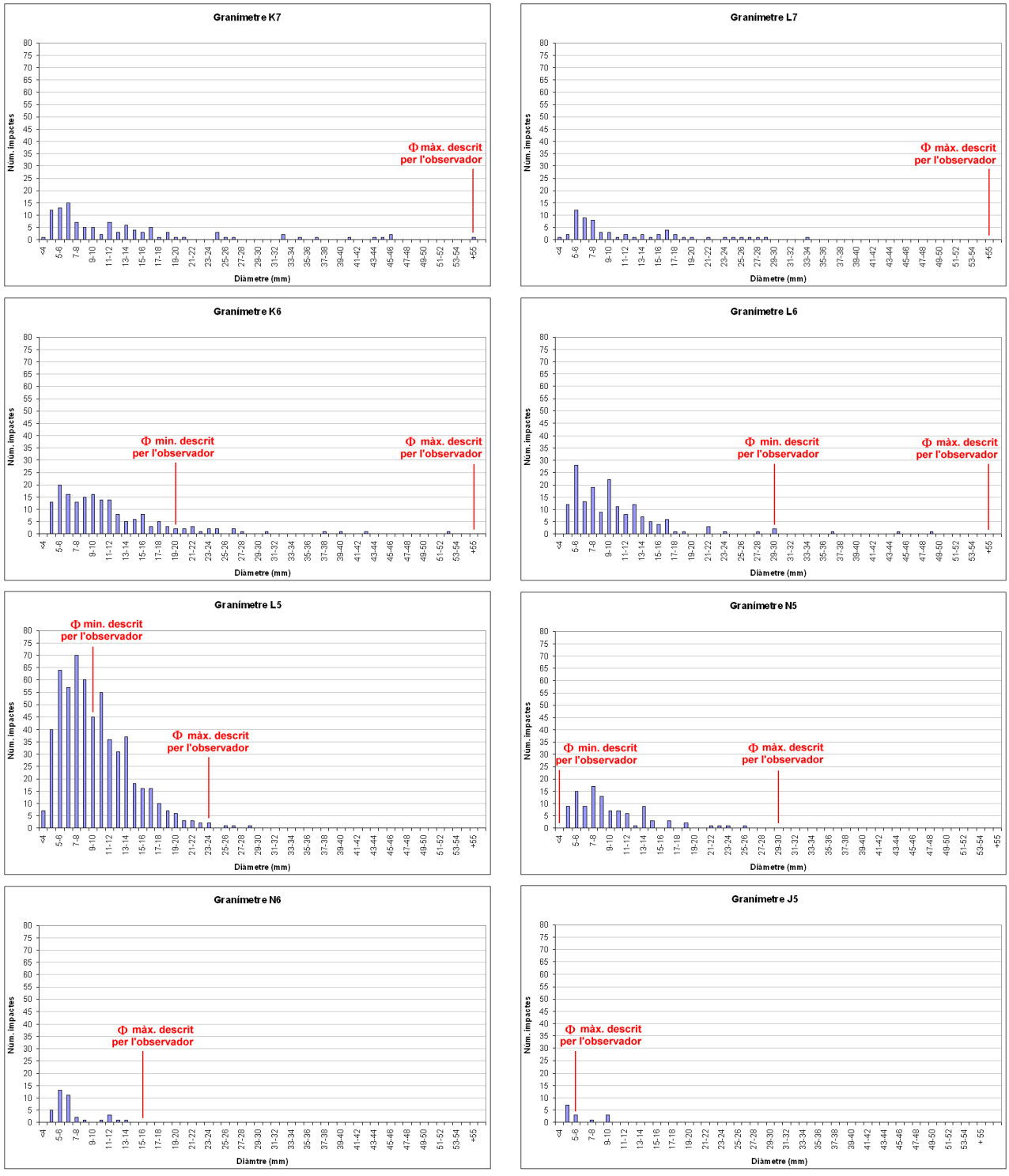

Figura A1. Dades del granímetre de diferents municipis: (a) (1r esquerra) Miralcamp, (b) (1r dreta) Mollerussa, (c) (2n esquerra) Sidamon, (d) (2n dreta) El Palau d'Anglesola, (e) (3r esquerra) El Poal, (f) (3r dreta) Ivars d'Urgell, (g) (4t esquerra) Castellnou de Seana i (h) (4t dreta) Bellvis. Són gràfics de barres on es representa el nombre d'impactes segons el diàmetre de la calamarsa/pedra enregistrats al granímetre més proper al punt d'observació. Sobre el gràfic s'assenyala en vermell el diàmetre màxim descrit per l'observador.

Referències

ADV, 2001: 1976-2001: 25 anys de lluita contra la pedra a les comarques de Lleida, Agrupació de Defensa Vegetal de les Terres de Ponent, Lleida.

Aran, M., Sairouni, A., Bech, J., Toda, J., Rigo, T., Cunillera, J., i Moré, J., 2007: *Pilot project for intensive surveillance of hail events in Terres de Ponent (Lleida)*, Atmos Res, **83**, 315–335.

Bardsley, W. E., 1990: *On the maximum observed hailstone size*, J Appl Meteor, **29**, 1185–1187.

Ceperuelo, M., Rigo, T., San Ambrosio, I., i Llasat, M. C., 2006: *Estudio de dos granizadas severas registradas en 2004 en el Llano de Lleida*, Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española, **XXIX**.

Delitala, A. M. S., 2005: *Perception of intense precipitation events by public opinion*, Nat Hazards Earth Syst Sci, **5**, 499–503.

Dessens, J., 1986: *Hail in Southwestern France. I: Hailfall Characteristics and Hailstorm Environment*, J Climate Appl Meteor, **25**, 35–47.

Dessens, J., Berthet, C., i Sánchez, J. L., 2007: *A point hailfall classification based on hailpad measurements: The ANELFA scale*, Atmos Res, **83**, 132–139.

Fontseré, E., 1923: Instruccions meteorològiques per als observatoris rurals, Minerva, Col·lecció popular dels coneixements indispensables publicada pel Consell de Pedagogia de la Mancomunitat de Catalunya, vol. XL, 36 pp.

Fraile, R., Castro, A., i Sánchez, J. L., 1992: *Analysis of hailstone size distributions from a hailpad network*, Atmos Res, **28**, 311–326.

Fraile, R., Sánchez, J. L., Madrid, J. L., Castro, A., i Marcos, J. L., 1999: *Some results from the hailpad network in León (Spain): Noteworthy correlations among hailfall parameters*, Theor Appl Climatol, **64**, 105–117.

Fujita, T. T., 1971: Proposed characterization of tornadoes and hurricanes by area and intensity, SMRP Research Paper, 91, University of Chicago, 42 pp.

Llasat-Botija, M., Llasat, M. C., i López, L., 2007: *Natural hazards and the press in the western Mediterranean region*, Adv Geosci, **12**, 81–85.

Lozowski, E. P. i Strong, G. S., 1978: *On the calibration of hailpads*, J Appl Meteor, **17**, 521–528.

Moisselin, J. M. i Guillande, R., 2004: Development of intensity scales for a wide set of natural phenomena, Annual Meeting Abstracts of the European Meteorological Society, pp.134.

Palencia, C., Berthet, C., Massot, M., Castro, A., Dessens, J., i Fraile, R., 2007: *On the individual calibration of hailpads*, Atmos Res, **83**, 493–504.

Pascual, R., 2002: Estudio de las granizadas en el llano de Lleida, Nota técnica núm. 3, Centro Meteorológico Territorial de Catalunya, Instituto Nacional de Meteorología, http://www.aemet.es/es/divulgacion/varios/detalles/biblioteca_tempoweb.

Pineda, N., Aran, M., Andres, A., Busto, M., Farnell, C., i Torà, M., 2009: *Estudi de la pedregada del 17 de setembre de 2007 al Pla d'Urgell. Segona part: Anàlisi meteorològica*, Tethys, **6**.

Ramis, C., López, J. M., i Arús, J., 1997: *Two cases of severe weather in Catalonia (Spain): an observational study*, Meteorol Appl, **4**, 207–217.

Sánchez, J. L., Fraile, R., Madrid, J. L., Rodríguez, P., i Castro, A., 1996: *Crop Damage: The Hail Size Factor*, J Appl Meteor, **35**, 1535–1541.

Sánchez, J. L., Fernández, M. V., Fernández, J. T., Tudurí, E., i Ramis, C., 2003: *Analysis of mesoscale convective systems with hail precipitation*, Atmos Res, **67-68**, 573–588.

Sánchez, J. L., Torá, M., López, L., Dessens, J., i García-Ortega, E., 2007: Physical Evaluation of a Hail Suppression Project with Silver Iodide Ground Generators in Lleida (Spain), 9th WMO Scientific Conference on Weather Modification, http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wmp/ninth_wea_mod/documents/Sanchez_Dessens.pdf.

Schleusener, R. A. i Jennings, P. C., 2006: *An energy method for relative estimates of hail intensity*, Bull Am Meteorol Soc, **41**, 372–376.

SMC, 2008: Manual d'estil. Interpretació de les informacions meteorològiques, Publicacions breus del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), Dept. Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, http://www.meteo.cat/mediamb_xemec/servmet/pagines/Publicacions/manual_estilv2.pdf.

Smith, P. L. i Waldvogel, A., 1989: *On determinations of maximum hailstone sizes from hailpad observations*, J Appl Meteor, **28**, 71–76.

Smith, T. M., Ortega, K. L., Scharfenberg, K. A., Manross, K. L., i Witt, A., 2006: The Severe Hail Verification Experiment, Amer Meteo Soc, 23rd Conference on Severe Local Storms, st. Louis, MO.

Tudurí, E., Romero, R., López, L., García, E., Sánchez, J. L., i Ramis, C., 2003: *The 14 July 2001 hailstorm in northeastern Spain: diagnosis of the meteorological situation*, Atmos Res, **67-68**, 541–558.

Webb, J. D. C. i Meaden, D. M. E. G. T., 1986: *The TORRO hailstorm intensity scale*, J Meteorol, **11**, 337–339.