



# neu i allaus

Revista de l'Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus | abril 2012 | núm. 4

nieve y aludes | nheu e lauegi | elurra eta elur-jausiak | neige et avalanches

**La història de les allaus escrita als arbres.  
L'exemple de Soberpèra (Val d'Aran)**

**Alternatives de protecció contra allaus  
per a les infraestructures del territori**

**Accidentes por aludes de nieve en España durante  
las diez primeras temporadas del siglo XXI**

# Sumari

- 4** **La història de les allaus escrita als arbres. L'exemple de Soberpèra (Val d'Aran)**  
Elena Muntán Bordas
- 10** **Alternatives de protecció contra allaus per a les infraestructures del territori**  
Marc Janeras Casanova
- 19** **Accidentes por aludes de nieve en España durante las diez primeras temporadas del siglo XXI**  
Pere Rodés i Muñoz i Carmen Miranda Parlón
- 24** **Els penitents: peculiaritats de la neu**  
Jordi Armet Unzeta
- 26** **Estades al Canadà i a Noruega**  
**Estada al Canadian Avalanche Center**  
**i Allaus a Noruega: una estada al Norges Geotekniske Institutt (NGI)**  
Ivan Moner i Victor Perisé
- 32** **Accidents per allau durant la temporada 2010-2011**  
Jordi Gavalvà i Glòria Martí

## NEU i ALLAUS

Revista de l'Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus  
Número 4 | Abril de 2012

**Direcció Neu i Allaus:** Pere Rodés

**Consell editorial:** Carmen Miranda, Junta directiva de l'ACNA

**Disseny gràfic i maquetació:** Margot Oller

**Fotografia de portada:** Formes produïdes sobre el mantell per efecte de la fusió durant la 53a edició del Raï-li d'Esquí de Muntanya del CEC (10 d'abril de 2011). Pere Oller i Figueras

**Redacció:** Santa Magdalena, 4, 2n  
Barcelona 08012  
Correu electrònic: prodesmunoz@gmail.com

**Dipòsit legal:** B-9113-2009

**ISSN:** 2013-3227

Reservats tots els drets. Aquesta publicació no pot ésser reproduïda ni totalment ni parcial sense consentiment del propietari. Tampoc no pot ésser transmesa per cap mitjà o mètode, ja sigui electrònic, mecànic o d'altre tipus. La revista no s'identifica necessàriament amb les opinions expressades pels seus col·laboradors.

## EDITA

Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus ACNA  
www.acna.cat | Correu electrònic: acna@acna.cat

## Junta directiva de l'ACNA

**President:** Jordi Gavalvà

**Vicepresident:** Francesc Carola

**Secretària:** Glòria Martí

**Tresorer:** Pere Oller

## Vocalies

**Seguretat:** Enric Nadal, Francesc Carola, Jordi Gavalvà

**Difusió:** Helena Serred, Txema Arteta, Vicenç Sánchez

**Revista:** Pere Rodés, Carmen Miranda, Aina Margalef

**Professional:** Pere Martínez, Quim Merlos, Carles Fañanás

**Accidents:** Glòria Martí, Jordi Gavalvà

**Web:** Jordi Armet, Pere Oller, Marc Ferrer

**Meteo:** Jordi Armet, Jordi Pons

**Formació:** Sara Orgué, Carles García, Ivan Moner, Montse Bacardit



# Editorial

La innivació als Pirineus, com a tantes altres serralades, està sotmesa a alts i baixos constants. La distribució de les precipitacions no és igual cada any ni regular durant les temporades d'hivern.

Aquest any (temporada 2011-2012) n'és un exemple ben clar. L'inici de l'hivern ha estat caracteritzat per una marcada falta de neu, amb gruixos molt per sota de la mitjana dels darrers anys. Aquest fet no ha de fer-nos abaixar la guàrdia. Hem de mantenir-nos formats i tenir sempre presents els bons hàbits de seguretat, de forma que quan les condicions de la neu es normalitzen o s'accentua el perill d'allaus la nostra actitud ens faciliti preparar les sortides amb seguretat.

La formació i la divulgació són el cavall de batalla de l'Associació. És el tema al qual es dediquen més esforços. Després de la molt bona acollida del pla de formació de l'ACNA, amb xerrades temàtiques, cursos de primer i segon nivell i cursos de rescat, aquest any s'ha fet un pas endavant augmentant sensiblement l'oferta de cursos programats.

La convocatòria de nous formadors ha estat també un èxit. Actualment tenim un llistat de vint-i-un professors habilitats per a impartir cursos ACNA, de manera que

la capacitat de donar resposta a les peticions que ens arriben de tots els punts de l'Estat ha millorat considerablement.

Tots sabem que la neu i les allaus engloben disciplines molt diverses, i una prova la tenim en l'ampli ventall de temàtiques que comprenen els articles del present número.

Hi trobem dos articles científics, sobre l'aplicació de la dendrocronologia a l'estudi de les allaus i sobre la formació de penitents. Un article més tècnic sobre obres de protecció contra les allaus.

Completen aquest contingut dos interessants articles sobre les estades de dos socis de l'ACNA en centres de Noruega i el Canadà, que ens donen una idea de com es treballa en temes de recerca i predicció en aquests països de referència.

Per acabar, us informem que el novembre passat durant l'Assemblea anual es van celebrar eleccions a la Junta Directiva. Tot i els defectes en la convocatòria es va prendre la decisió de tirar endavant el procés i que la nova Junta convoqués novament eleccions a la propera Assemblea seguint els terminis establerts en els estatuts.



# La història de les allaus escrita als arbres. L'exemple de Soberpèra (Val d'Aran)

Elena Muntán Bordas. Dendrogeomorfòloga

Si sou assidus de la neu i l'alta muntanya, potser us heu fixat en els arbres que viuen en les zones d'allaus (figura 1). Fixeu-vos-hi, les seves formes us sorprendran. N'hi ha que creixen ajaguts i tenen branques verticals, n'hi ha que tenen el tronc corbat, d'altres presenten ferides i alguns estan escapçats. Si fa poc que ha baixat una allau de dimensions grans, fins i tot veureu l'amuntegament de fusta transportada. La fusta del dipòsit desapareixerà en pocs anys (entre vint i cinquanta) i el rastre de l'allau es perdrà, però quedaran senyals en els arbres que hi sobreviuran. Els arbres vius canviaran de forma a partir del moment que comencin a créixer després de l'allau. La primavera següent, veureu que els brots nous dels arbres abatuts creixen verticals. Amb el pas dels anys, l'arbre s'anirà corbant. En el tronc, l'anell de creixement d'aquell any serà diferent. Molt probablement, per un costat serà més ample i per l'altre més prim que els anys precedents i serà així com, amb el pas dels anys, part de l'arbre o tot ell es redreçarà. En els arbres ferits, s'iniciarà un procés equivalent de tancament de la ferida tan bon punt comenci el creixement, continuarà en anys successius i és possible que la ferida, finalment, quedi tancada. L'allau ha desencadenat un senyal de canvi de creixement. El senyal queda registrat en el primer anell després de l'allau. Aquest senyal és el que cerca la dendrogeomorfologia.

La dendrogeomorfologia és una ciència que té com a finalitat la reconstrucció dels esdeveniments ge-



Figura 1. Arbres afectats per allaus de neu. La presència de troncs múltiples per cada arbre, d'eixos trencats i d'eixos corbats ha estat causada per la davallada de diversos episodis d'allau. Els arbres són faigs que creixen en els marges de la zona d'allaus. L'interval entre esdeveniments és prou gran per permetre el desenvolupament del bosc. (Zona d'allaus GAR050, barranc deth Còth de Castèth, Bossòst, Val d'Aran, 2010.)



Figura 2. Secció del tronc d'un faig inclinat per una allau. L'anell central correspon a l'any 1929. Inicialment, l'arbre creixia dret i els anells eren circulars, però als pocs anys es devia tornar perquè el tronc esdevé excèntric fins a l'actualitat. (Zona d'allaus GAR050, Bossòst, Val d'Aran, 2010.)



**LA HISTORIA DE LOS ALUDES ESCRITA EN LOS ÁRBOLES. EL EJEMPLO DE SOBERPÈRA (VAL D'ARAN)**

Los árboles que crecen en zonas de aludes de nieve guardan registro de los aludes del pasado. A partir del momento en que reciben el impacto del alud, la forma de los árboles se modifica para recuperar la vitalidad. Estas modificaciones son el resultado de cambios en la anatomía de la madera. Mediante la dendrocronología se pueden datar las señales de cambio en los anillos de crecimiento. Para ilustrar algunas de las posibilidades de la dendrogeomorfología en la reconstrucción de los procesos de avalanchas de nieve, se expone el caso de la zona de aludes del río Soberpèra en Les, Val d'Aran. Según figura en la Base de Datos de Aludes de Cataluña, un alud (o quizás dos) alcanzó el fondo del valle, el río Garona y la carretera nacional entre 1895 y 1906. Fue un alud mayor, que aún no se ha repetido posteriormente. Tras el análisis dendrocronológico de setenta árboles en esta zona, se han podido datar hasta nueve temporadas de aludes menores de las cuales no había constancia. Utilizando todas las fuentes de información –dendrocronológicas e históricas, en este caso– se ha elaborado una cartografía estimativa de la frecuencia de aludes por tramos en esta zona.

omorfològics del passat utilitzant la dendrocronologia, o estudi dels anells de creixement dels arbres. Els anells de moltes plantes llenyoses es poden datar i hom pot dir exactament quin any es van formar. Els anells registren les condicions que han influït en el creixement de la planta. En primer terme, estan modelats pel clima, però també per les perturbacions de diferent origen. Per exemple, si l'arbre viu al costat d'una carretera és possible que, tard o d'hora, rebi algun impacte i n'observareu les ferides. Si creix dins un bosc, pot inclinar-se a causa de la caiguda d'un arbre veí. També pot veure's afectat per les gratades repetides



Figura 3. Secció del tronc d'un bedoll afectat per diverses allaus. En el moment de tallar-lo creixia horitzontal. Als anys cinquanta es devia inclinar perquè els anells de la meitat superior del disc s'eixamplen i tenen un altre color (fusta de tensió). Cap als setanta, probablement a causa del fregament del material transportat per una allau, va patir una ferida al llarg de la cara superior del tronc. Entre els vuitanta i els noranta, el seu creixement minvà per una altra perturbació que el va desarrelar de forma parcial (els anells són molt prims) i va causar la inclinació definitiva. (Zona d'allaus GAR175, arriu de Soberpèra, Les, Val d'Aran, 2010.)



Figura 4. Secció del tronc d'un avet corbat a causa de diferents episodis. La fusta de coloració més fosca té la finalitat de redreçar el tronc (fusta de compressió). Com es pot veure a la imatge, hi ha hagut diversos períodes de redreçament. En el moment de tallar l'arbre, l'any 2010 (anell per sota de l'escorça), l'esforç continuava de forma ininterrompuda des del 1970-1971, amb una intensificació l'hivern del 1990-1991, corresponent a una altra allau. (Zona d'allaus GAR175, Les, Val d'Aran, 2010.)

de diversos animals o per plagues periòdiques d'insectes. Els arbres reaccionen de la mateixa manera a diferents estímuls i aquestes reaccions originen els canvis a la fusta dels anells de creixement (figures 2-5).

En el cas de l'estudi de les allaus, el primer pas consisteix a trobar la data (o dates) en què van davallar, però no és menys important trobar l'extensió aproximada que van tenir. Per això, cal recórrer el terreny, se-



Figura 5. Secció d'un pi mort per una allau de fa pocs anys. La fusta es comença a podrir. Anteriorment, havia patit una ferida, i uns vuit anys abans de la ferida s'havia inclinat, pel que es pot deduir a partir de la producció de fusta de compressió. (Llanos del Hospital, Benasc, Osca, 2010.)



Figura 6. Extracció d'un testimoni de fusta amb barrina de Pressler. Aquest estri permet obtenir mostres dels anells de creixement del tronc de l'arbre sense haver de tallar-lo.

leccionar els arbres adients i obtenir mostres de cada tronc (figura 6).

Per il·lustrar la utilitat de la dendrogeomorfologia en l'estudi de les allaus, servirà el cas del barranc de Soberpèra, a Les (Baix Aran).

Al mapa de zones d'allaus de Catalunya figura amb el codi GAR175. Es tracta d'una zona d'allaus situada al vessant orientat al nord-oest del tuc des Neres, de 2.244 m d'altitud. Fins al riu Garona, al fons de

la vall (640 m d'altitud), presenta un desnivell màxim de 1.575 m. La zona de sortida, oberta, no és excessivament gran, d'unes 15 ha, i la zona de trajecte, conformada inicialment per tres torrents, és confinada i estreta per sota dels 1.550 m d'altitud. Les allaus circulen per la canal del riu Soberpèra, el qual presenta diversos trams engorjats i punts de salts d'aigua. El bosc del vessant forma una massa contínua per sota dels 1.800 m d'altitud. Les espècies que s'hi troben són molt variades, però les principals són: avet, pi roig, faig i bedoll.

Existeix tan sols referència documentada d'allaus majors que arriben al fons de la vall a finals del segle XIX o principis del segle XX (taula 1). No queda clar si va ser una allau o dues. La primera referència específica que va tancar el riu Garona i l'altra, que va remuntar fins a la carretera, un cop travessat el riu. I, segurament, perquè és una zona d'allaus estreta i poc visible, i que queda lluny de la part habitada de la població, no es té més informació sobre la davallada d'altres allaus menors en aquesta zona.

Per conèixer millor la dinàmica d'allaus al barranc de Soberpèra, el 2010 es va fer un reconeixement de tota la zona d'allaus i una selecció dels arbres per, posteriorment, prendre'n mostres. En total, es van obtenir mostres d'una setantena d'arbres, la majoria van ser testimonis de fusta, però també es van tallar seccions d'alguns troncs. La localització dels arbres al llarg de la zona d'allaus es pot veure a la figura 7.

Al laboratori, l'anàlisi dendrocronològica va detectar senyals de canvis en el creixement en els anys que s'indiquen al gràfic 1. Els senyals als anells de creixement, tal com s'ha dit anteriorment, poden ser iguals com a resposta a diferents perturbacions, perturbacions que poden afectar un arbre o molts. Per destriar els senyals produïts, amb una major probabilitat, per allaus dels originats per altres causes menors, s'acostuma a respectar un llindar,



**Taula 1. Referències d'allaus històriques al barranc de Soberpèra. La informació prové d'enquestes a tres persones diferents que recordaven el període aproximat en què va davallar l'allau sense poder concretar l'any o l'hivern. Per aquesta raó no és descartable que fos més d'una allau (Base de Dades d'Allaus, IGC.)**

Codi zona d'allaus	Data inicial	Data final	Topònim	Abast màxim	Explicació
GAR175	01/01/1895	31/12/1906	Arriu de Soberpèra	-	Baixà.
GAR175	-	-	Arriu de Soberpèra	Riu Garona	Finals del s. XIX. S'inicia al bosc cremat. Falda del Tuc des Neres. Va tancar el riu. Presa. Es recorda un cop fort.
GAR175	-	-	Arriu de Soberpèra	Carretera	Va arribar a la carretera travessant la Garona.

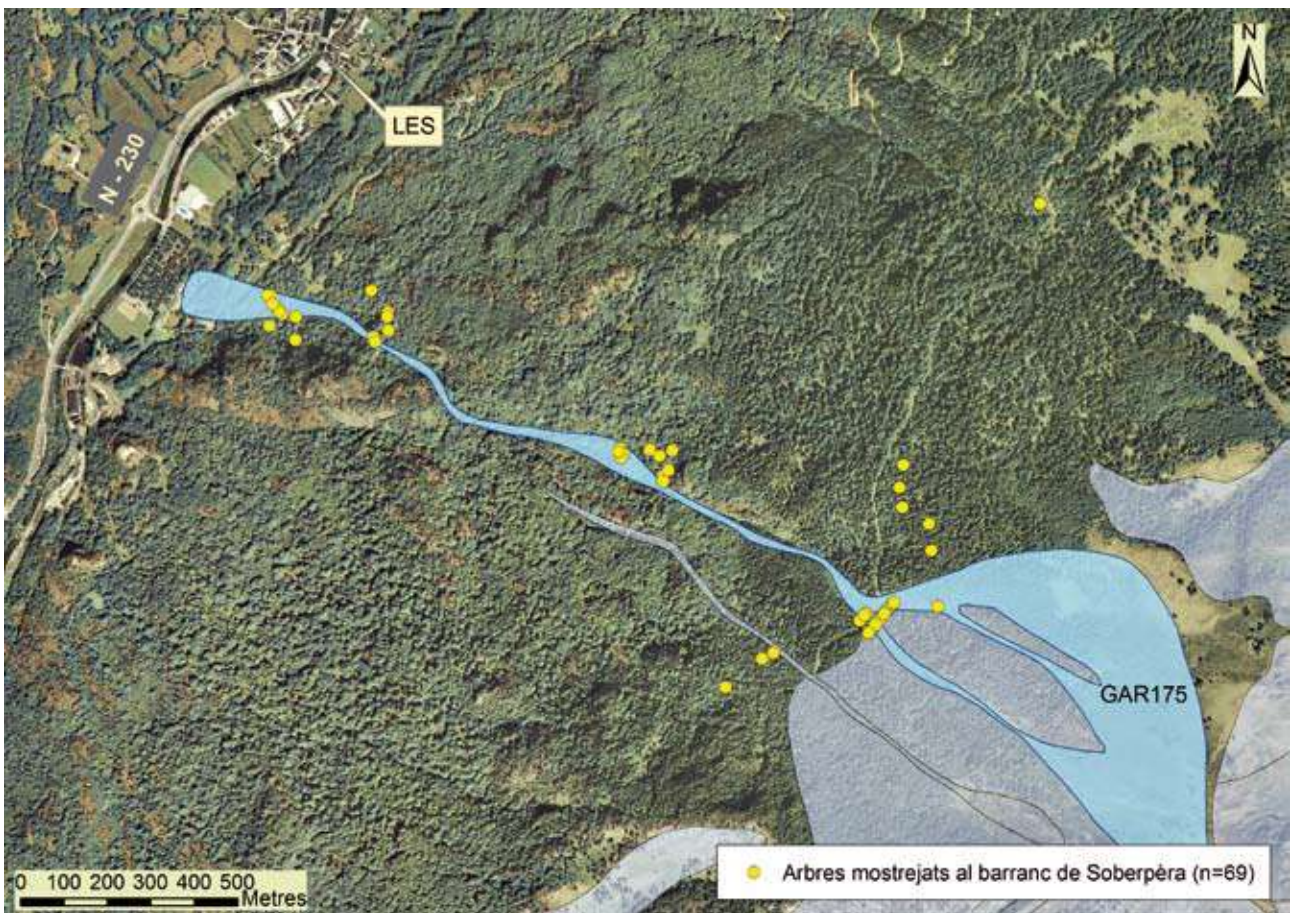


Figura 7. Mapa de la zona d'allaus on s'indica la posició geogràfica dels arbres de l'estudi dendrogeomorfològic del barranc de Soberpèra (zona d'allaus GAR175). Es van seleccionar els arbres que semblaven haver estat afectats per allaus i que podrien aportar les mostres de fusta més útils per a l'anàlisi dendrocronològica. També es van seleccionar arbres de l'interior del bosc per comparar els anells i obtenir una datació acurada de les perturbacions. (Ortofotomapa de Catalunya 1:5.000, vol agost 2005, ICC, 2006.)

és a dir, una proporció mínima d'arbres que presenten senyals un any concret. Aquest llinar és variable segons els autors i també depèn del nombre d'arbres utilitzats; és més gran si el nombre d'arbres és menor. En l'exemple present, s'han pres mostres de 70 arbres, un nombre ni gaire baix ni gaire alt, i s'ha utilitzat un valor del 20% per al llinar i

també, un mínim de 20 arbres. Per altra banda, és important observar la distribució dels arbres amb senyals sobre el mapa de la zona d'allaus, per verificar si la posició dels arbres és consistent amb la forma que hauria tingut una allau. En conseqüència, aquells anys en què el nombre d'arbres amb senyals supera el 20% del total i en què la distribució d'aquests

en l'espai coincideix amb la forma d'una allau han estat considerats temporades d'allaus.

Els anys de major concentració de senyals, que s'indiquen en color negre, correspondrien a allaus en la temporada que apareix sobreescrita. En total —respectant el criteri del 20% dels arbres amb senyals— per sota dels 1.550 m d'altitud, s'han



Gràfic 1. Histograma de freqüències d'arbres amb senyals. Les barres representen el nombre d'arbres amb senyals dendrocronològics indicadors d'alteracions del creixement. Els senyals que es daten en un any concret corresponen a una pertorbació de l'hivern anterior. Per exemple, els senyals de l'any 2003 corresponen a l'allau de l'hivern 2002-2003. El període considerat ha estat 1942-2010 (69 temporades hivernals), atès que dels anys anteriors es disposava d'un nombre insuficient d'arbres (menys de 20)

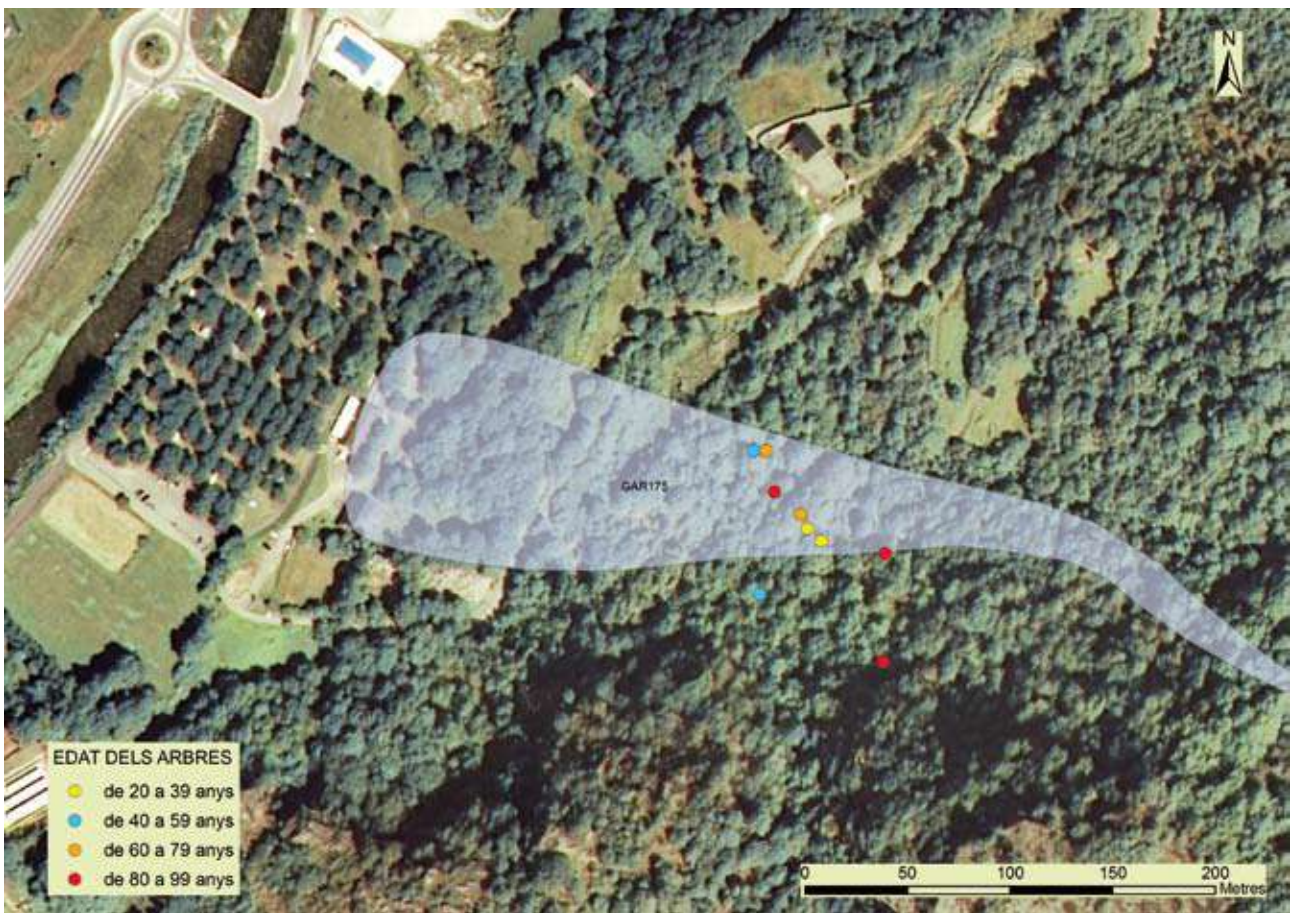
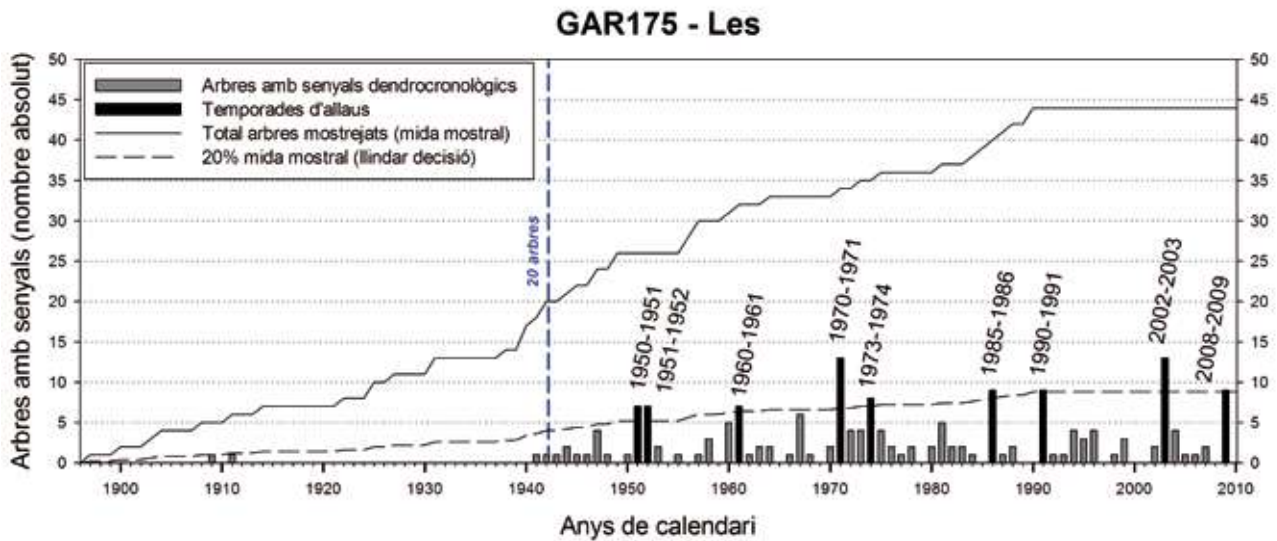


Figura 8. Ortofotomapa amb indicació de l'edat dels arbres de la zona d'arribada de l'allau. A la zona d'arribada, no s'han detectat senyals d'allaus en els anells dels arbres. Actualment, no hi ha indicis clars de cap allau que hagi davallat fins aquí. Les úniques referències documentades d'una allau major que va tapar el riu daten de finals del segle XIX i principis del XX (del 1895 al 1906). Caldria trobar arbres d'entre cent deu i cent vint anys, com a mínim, i en canvi l'arbre més vell datat té aproximadament 89 anys. (Ortofotomapa de Catalunya 1:5.000, vol agost 2005, ICC, 2006.)



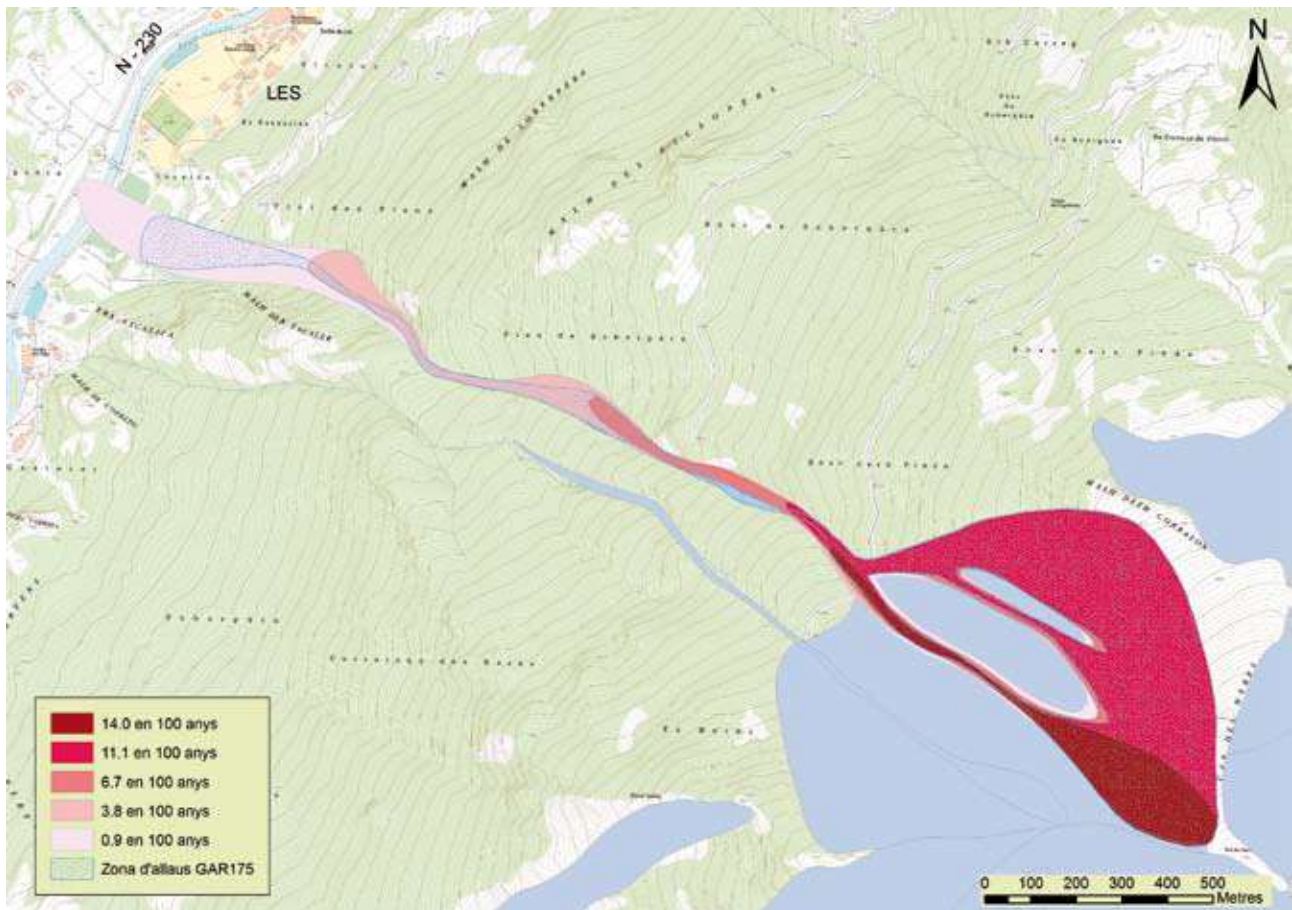


Figura 9. Mapa de la zona d'allaus de Soberpèra on s'indica la freqüència mínima per trams de la zona d'allaus. Utilitzant les datacions dendrocronològiques i les històriques i la posició dels arbres ha estat possible elaborar un mapa del nombre d'allaus detectat a cada sector (entre els 640 m i els 1.575 m d'altitud). Per damunt dels 1.575 m (sector superior de la zona de trajecte on l'allau s'eixampla), amb tota probabilitat, la freqüència és superior.

datat nou temporades d'allaus utilitzant la dendrocronologia. Cap d'aquestes temporades no havia estat documentada abans a Soberpèra. L'edat dels arbres, massa joves, ha impedit trobar senyals de l'única allau coneguda datada, fa més de cent anys. A la figura 8 s'indica el rang d'edat dels arbres de la zona d'arribada.

Si el treball de camp és suficientment extens i la presa de mostres prou densa, es pot obtenir l'abast aproximat dels diferents episodis, és a dir, una cartografia estimativa de l'extensió dels episodis d'allaus. És així com a partir de la posició dels arbres afectats cada temporada, s'ha elaborat un mapa de freqüència d'allaus. Atès que no és descartable que l'estudi dendrogeomorfològic hagi passat per alt algunes allaus, és un mapa de freqüències mínimes.

En definitiva, la datació dels senyals en els anells de creixement dels arbres ens permet dir les temporades en les quals han davallat allaus en una zona concreta. L'abast temporal de la cronologia d'allaus que es pot obtenir mitjançant la dendrogeomorfologia depèn, principalment, de l'edat dels arbres. L'abast espacial de les allaus, la seva extensió, es pot aproximar si es pren la posició geogràfica dels arbres. A partir de tota aquesta informació, es poden elaborar mapes com el de l'exemple mostrat (figura 9).

### Agraïments

El treball dendrogeomorfològic realitzat a la zona d'allaus GAR175 a Soberpèra, Les (Val d'Aran) s'ha dut a terme amb la col·laboració del Consell Generau d'Aran i l'Ajuntament de Les, i ha estat finançat per l'Institut Geològic de Catalunya.

### Bibliografia

- MUNTÁN, E.; OLLER, P.; GUTIÉRREZ, E.; MARTÍNEZ, P. (2004). «Aplicació de la dendrocronologia a l'estudi de la dinàmica d'allaus als Pirineus». *VI Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, Espot, 8-10 octubre 2003; p. 79-93.
- MUNTÁN, E.; OLLER, P.; GUTIÉRREZ, E.; MARTÍNEZ, P. (2008). «Estudi dendrogeomorfològic d'una zona d'allaus de neu». *VII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, Barruera, 25-27 octubre 2006; p. 105-113.
- MUNTÁN, E.; GARCÍA, C.; OLLER, P.; MARTÍ, G.; GARCÍA, A.; GUTIÉRREZ, E. (2009). «Reconstructing snow avalanches in the Southeastern Pyrenees». *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, núm. 9, p. 1599-1612.
- MUNTÁN, E. (2011). «Estudi dendrogeomorfològic de tres zones d'allaus a Val d'Aran (Les - GAR175, Bossòst - GAR050, Casau - GAR079)». Informe intern IGC (ALL-001/11), 79 p. ●

# Alternatives de protecció contra allaus per a les infraestructures del territori

Marc Janeras Casanova. GEOCAT Gestió de Projectes, S.A

En la latitud dels Pirineus, la societat majoritàriament associa la neu a la part alta de les muntanyes, excepte alguna nevada ocasional en cota baixa, notòria pel desgavell que ocasiona en el funcionament de la quotidianitat. El problema de les allaus pot semblar, per a un sector majoritari de la població, que només va lligat a la pràctica excursionista en sentit ampli, en els espais de cota alta. Però les allaus a vegades baixen cap al fons de la vall, i també les infraestructures humanes s'enfilen a la muntanya més del que sovint ens pensem... Així doncs, no són pas poques les construccions que es poden veure exposades en major o menor mesura a les allaus. De sempre, l'home s'ha defensat com ha pogut dels embats de les allaus a l'hora d'instal·lar-se en els espais de muntanya, però al llarg dels últims temps, en créixer l'ocupació i l'ús que en fem, la problemàtica s'ha tornat més complexa. Són moltes les maneres possibles de buscar la seguretat, que aquest article pretén exposar en un resum estructurat.



Barreres rígides de protecció de la població de Wengen, Alps bernesos.

Potser no estarà de més insistir de nou i d'entrada que el risc d'allaus deriva de dos termes ben diferenciats: la perillositat natural de la muntanya hivernal, i la vulnerabilitat de l'element que s'hi exposa. A diferència d'un muntanyenc progressant per terreny d'allaus, que no té capacitat d'intervenir en el medi i que basa la seva seguretat en evi-

tar o minimitzar la seva exposició i en adoptar mesures d'autoprotecció per sortir menys damnificat en cas d'allau, l'enginyeria civil ens permet intervenir sobre el terme de perill natural, a més de la vulnerabilitat. Però sembla prou evident que com que és l'activitat humana la que se superposa a un medi amb una dinàmica pròpia, en la mesura que es pugui

intervenir preferentment en el segon component les solucions seran més racionals i sostenibles.

Però comencem pel principi. Els habitants de la muntanya de sempre han hagut de blegar-se com un avellaner menut sota els embats de les allaus fins assolir una forma de convivència. Per assaig i error i amb el coneixement profund del medi



**ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN CONTRA ALUDES PARA LAS INFRAESTRUCTURAS DEL TERRITORIO**

Se presenta un resumen de las alternativas de mitigación del riesgo de alud que comúnmente se emplean para la protección de las infraestructuras.

Si distinguimos entre las actuaciones activas, que intervienen sobre la formación de los aludes, y las pasivas, que si acaso intervienen en su recorrido, y también entre el carácter permanente o temporal de las actuaciones, definimos cuatro grupos de técnicas que se describen brevemente. Así tenemos acciones de modificación de la superficie del terreno, control del efecto del viento, retención del manto de nieve, desencadenamiento artificial, desviación, frenada o parada del flujo, autoadaptación, planificación territorial, predicción local, regulación, detección y alerta. La combinación de estas técnicas permite establecer la estrategia de protección óptima para cada situación y elemento del territorio, de instalaciones deportivas-turísticas o industriales a vías de comunicación o edificaciones.

i el territori, han establert al llarg dels anys les construccions pròpies buscant-ne el resguard de les allaus o minimitzant l'exposició en la mesura del possible, i no sempre amb èxit. Les primeres actuacions organitzades de defensa contra allaus les podem

Taula 1. Agrupació de les alternatives de protecció segons el seu caràcter

Modificació de la superfície del terreny Control de l'efecte del vent Retenció del mantell de neu	Activa	Desencadenament artificial
Permanent		Temporal
Desviació, frenada i aturada Autoadaptació Planificació espacial	Passiva	Predicció local i regulació Detecció i alerta

situar al segle XVIII en l'arc alpi, i estes posteriorment també als Pirineus amb una progressió lenta. A banda d'un cert paper inicial de l'enginyeria militar, com en tants d'altres camps, el desenvolupament al llarg del segle XIX i fins ben entrat el segle XX s'ha d'atribuir a l'enginyeria forestal o de monts. Després de les guerres que marquen la primera meitat del segle XX, l'enginyeria civil experimenta un gran desenvolupament, i també, a la seva escala, en el camp de defensa d'allaus. També gràcies als mètodes numèrics que es desenvolupen a partir dels anys seixanta i setanta, es comencen a calcular les allaus, es comença a analitzar-se'n la dinàmica i a dissenyar mesures correctores en diversos sentits.

Així mateix, la pressió sobre els espais de muntanya ha anat creixent ràpidament. Inicialment per interessos industrials i energètics, amb el consegüent poblament associat, i més recentment per interessos tu-

rístics, esportius i recreatius, l'ocupació del domini de les allaus cada cop és més exigent en l'espai i en el temps, fins arribar als nostres dies. Actualment, disposem d'un ampli ventall de tècniques per fer front a les allaus amb enfocaments molt diferents, que cal adaptar a cada circumstància. Per estructurar les principals alternatives de defensa contra allaus, farem unes definicions prèvies dels termes:

- Defensa activa: són aquelles accions que impedeixen la formació de les allaus o en modifiquen fortament el comportament. Per tant s'intervé principalment en la zona de sortida.
- Defensa passiva: són aquelles accions que no impedeixen l'ocurrència natural de l'allau, sinó que intervenen en el seu recorregut.
- Defensa permanent: són aquelles mesures que són operatives independentment d'un seguiment humà. En general són estructures

Taula 2. Forma d'actuació sobre el risc per les alternatives de protecció

Tècniques de protecció	Actua sobre			
	Perillositat		Vulnerabilitat	
	Freqüència-magnitud	Extensió	Exposició	Debilitat
Modificació de la superfície del terreny	X			
Control de l'efecte del vent	X			
Retenció del mantell de neu	X			
Desencadenament artificial	X			
Desviació, frenada i aturada		X		
Autoadaptació				X
Planificació espacial			X	X
Predicció local i regulació			X	
Detecció i alerta			X	

fixes que no requereixen més que un cert manteniment periòdic preventiu.

- **Defensa temporal:** són aquelles mesures el funcionament de les quals passa necessàriament per una acció humana, ja sigui amb una simple activació o un seguiment continu.

Aquests dos eixos ens configuren un espai simplificat de 4 categories en què encabir les diferents alternatives de defensa possibles. A grans trets podem distingir les següents grans línies d'actuació, que resumim en les taules que acompanyen el text. Així mateix, reprent la definició de risc que hem fet, també podem mirar-ho segons si intervenen en la perillositat natural o en la vulnerabilitat de les infraestructures.

En general la solució no és única, ni simple. La mitigació efectiva del risc, que cobreixi les diferents situa-



Instal·lació de barreres tipus *umbrelli* mitjançant helicòpter a la Vall de Núria, Pirineus catalans.

### Taula 3. Resum de les Mesures Actives Permanents

Actuació	Tècnica	Comentaris
<b>Modificació de la superfície del terreny</b>		
	Silvicultura	El bosc pot fer una acció contundent d'estabilització del mantell, tant per un efecte mecànic de rugositat i ancoratge com, i sobretot, per l'efecte nivològic de transformació de la neu i configuració d'un mantell estabilitzat. No obstant això, cal un bosc amb unes propietats específiques, perquè sigui suficient per inhibir les allaus, de manera que podem pensar en reforestació, però amb treballs silvícoles especialment adaptats a aquest medi.
	Drenatge i sega	Sobretot pensat per reduir la reptació i afavorir un mantell no saturat d'aigua. Són aspectes propis de l'explotació de les pistes d'esquí, però que també poden reduir allaus de fons.
	Estructures de rugositat	Des de trípodos de fusta de disseny propi fins a sistemes comercials com l' <i>snowgripper</i> , sovint s'usen com a mesures provisionals per protegir la reforestació durant el seu creixement.
	Aterrassament	Era un recurs dels inicis de l'enginyeria de defensa contra allaus i d'eficàcia limitada, però actualment impensable des d'un punt de vista paisatgístic, excepte en mines situades a cota alta, que ja suposen un gran moviment de terres.
<b>Control de l'efecte del vent</b>		
	Control del dipòsit	Les barreres de neu que es veuen a les estacions d'esquí no només serveixen per abalisar l'espai de pista, sinó que tenen efectes en el control de l'erosió i el dipòsit de la neu.
	Control de cornises	Amb una estructura aerodinàmica que modifica el flux d'aire en les carenes ( <i>jet-roof</i> ) es pot evitar la formació de cornises, o amb viravents fer que aquestes siguin discontinües i no es desplomïn conjuntament en una gran trencada.
<b>Retenció del mantell de neu</b>		
	<b>Aquesta seria la solució d'enginyeria clàssica: si un element és inestable, es reforça.</b>	
	Barreres rígides	Amb variants anomenades rastells i graelles, siguin metàl·liques o de fusta, i amb fonaments adaptats al tipus de terreny, ofereixen una superfície de recolzament del mantell de neu fins a una certa alçada.
	Barreres flexibles	Amb dissenys de diferents cases comercials sota homologació, admeten una deformació sota l'empenta de la reptació i fluència de la neu. Hi ha variants de línia contínua i altres de modulars.



## Mesures Actives Permanents



1. Tècniques de silvicultura per a mantenir la rugositat del terreny i el vigor del bosc a Celliers, La Vanoise, Alps francesos. (Foto: IGC.)



2. Reforestació per a evitar el desencadenament d'allaus freqüents a la Val d'Aran, Pirineu català. (Foto: IGC.)



3. Estructures de rugositat tipus trípede intercalades entre barreres de retenció a Wengen, Oberland bernès, Alps suïssos.



4. Barreres de vent per al dipòsit controlat de la neu al port d'Envalira, Pirineu andorrà.



5. Mostrari de varietat de tipologies de barreres rígides de retenció del mantell en l'evolució històrica a Barèges, Pirineu francès.



6. Barreres flexibles de xarxa per a la retenció de la neu i per afavorir la reforestació a Porté, Pirineu francès.



7. Instal·lació de barreres flexibles modulars en una canal amb transport per helicòpter a la Vall de Núria, Pirineu català.

cions complexes que es poden donar, sovint demana l'elecció d'una estratègia de defensa composta de tècniques diferents que es complementen. Els estudis d'alternatives de mitigació del risc d'allaus permeten dissenyar l'estratègia òptima i dimensionar-la a les particularitats del cas. La forma de combatre el perill d'allaus dependrà de cada cas, cada tipus d'instal·lació, emplaçament, etc. Però convé tenir present que mentre ens mantinguem dins del terreny de les allaus, com en qualsevol altre risc natural, el risc no el podrem anul·lar del tot. La solució passarà per una minimització del risc a unes cotes assumibles, valoració que no és evident i exigeix un exercici de reflexió en termes de cost-benefici en termes materials, personals i socials.

Les instal·lacions esportives d'esquí, per definició, entren de ple en el terreny de les allaus: com bé saben els esquiadors de muntanya, els pendents més desitjables per al descens amb esquís són els més propicis al desencadenament d'allaus (entre 25° i 45° d'inclinació). L'exposició és, doncs, inevitable per a les pistes i per a les instal·lacions. L'interès per mantenir el caràcter natural d'aquests espais deixa les mesures permanents en un lloc complementari, i l'actuació essencial es fonamenta en mesures temporals, però això sí, vigilades permanentment! L'estratègia comuna rau en una bona predicció local que anticipi les situacions de perill d'allaus i el desencadenament artificial, precedides de mesures de control de la formació del mantell nival. Les estacions d'esquí es regeixen per un PIDA (pla d'intervenció i desencadenament d'allaus), l'eina que permet planificar totes les actuacions en situacions de perill per donar un servei amb plena seguretat. A Espanya no hi ha una normativa específica per a aquest element bàsic de seguretat, que l'exigeixi o harmonitzi entre estacions, però aquestes en general responen plenament a les seves responsabilitats, amb una combinació d'accions que també inclouen

### Taula 4. Resum de les Mesures Actives Temporals

Actuació	Tècnica	Comentaris
<b>Desencadenament artificial</b>		
	Sobrecàrrega directa pel pas	Bàsicament es distingeixen les tècniques per la forma d'aproximació i la manera de generar l'acció inestabilitzadora. Les variants més tecnològiques corresponen a models comercials.
	Càrrega explosiva de mà	Aplicada en els inicis de les estacions d'esquí, només serveix per a inestabilitats locals i té un cert risc per a l'operador.
	Càrrega explosiva amb helicòpter	Comuna en estacions d'esquí, requereix un accés ràpid i segur a les capçaleres dels punts de tir.
	Canó de tir	Ràpid accés, sempre depenent de les condicions meteorològiques, però amb la controvèrsia de trobar-se als llindars de la legislació d'explosius.
	Canó de tir	És fiable i robust, però resta limitat a l'abast de tir des de base. A Europa el més comú és l'Avalancheur, amb una mescla explosiva segura de manipulació i propulsió amb aire comprimit.
	Càrrega explosiva transportada per cable (Catex)	Requereix una inversió en infraestructura, però s'obté una bona solidesa del sistema, que permet fer tirs en múltiples punts al llarg de tota la línia.
	Contenedor de càrrega puntual (torre Wyssen)	Dispositiu autònom de tir amb explosiu, no permès per la legislació espanyola, per emmagatzemar explosius sense vigilància.
	Explosor autònom de gas propà (Gazex)	Dispositiu fix en la zona de capçalera per al desencadenament remot d'allaus, el més estès arreu del món.
	Explosor autònom de gas hidrogen (Avalhex i Obellx)	Dispositius equivalents a l'anterior amb una altra mescla gasosa i d'instal·lació encara més reduïda.
	Explosor helitransportat (Daysibell)	Dispositius de tir amb mescla gasosa d'hidrogen i oxigen que es penja d'un helicòpter i permet abastar molts punts de tir, però condicionats a les condicions aptes per al vol, fet que pot retardar la intervenció després de les tempestes.

### Mesures Actives Temporals



1. Desencadenament artificial mitjançant tir manual d'explosiu en el domini esquiable del Port del Comte, Prepirineu català. (Foto: C. Codina.)



2. Desencadenament artificial mitjançant canó d'aire comprimit Avalancheur a la vall de Núria, Pirineu català. (Foto: IGC.)



3. Dispositius de desencadenament artificial per transport d'explosiu amb cable tipus Catex a Les Deux Alpes, Alps francesos.



4. Dispositius de desencadenament artificial remot tipus Gazex a Les Deux Alpes, Alps francesos.



5. Dispositiu de desencadenament artificial remot tipus Avalhex a la vall de Núria, Pirineu català. (Foto: IGC.)



6. Dispositiu de desencadenament artificial helitransportat tipus Daysibell per a la protecció de la carretera del port de la Bonaigua, Pirineu català. (Foto: CGA.)



mesures passives temporals, com ara la regulació d'usos (tancament parcial o total de les instal·lacions, avisos, informació a l'usuari, etc.). En aquest punt però, ha d'intervenir-hi la responsabilitat dels usuaris.

Altres instal·lacions que sovint se situen en cota alta són de caràcter industrial (aprofitaments hidroelèctrics, línies elèctriques, la mineria ja pràcticament desapareguda als Pirineus, però plenament activa en

altres serralades com ara els Andes, etc.). En molts casos es minimitza la presència humana durant l'hivern i llavors la defensa s'articula amb mesures permanents, ja siguin actives o passives. Exemples típics d'aquestes situacions serien els tascons deflectors per a torres elèctriques.

Un altre tipus d'infraestructura ben comuna són les carreteres i també els ferrocarrils, o de forma genèrica les vies de comunicació. Són elements

lineals que, en general, tenen un traçat transversal a les zones d'allaus, ja que ressegueixen les valls principals longitudinalment i tenen un traçat de pendent limitat. Les canals laterals defineixen camins d'allaus entre les pales sota la carena i el fons de vall que creuen les vies de comunicació. Podem observar dues circumstàncies que cal tenir presents: hi ha un risc per impacte directe d'una allau sobre els vehicles circulant, però també al-

**Taula 5. Resum de les Mesures Passives Permanents**

Actuació	Tècnica	Comentaris
<b>Desviació</b>		
	Superior amb coberta	Solució típica per a obres lineals (carreteres i ferrocarrils) que creuen zones d'allaus en la part baixa de la zona de trànsit de l'allau; el flux es fa passar per sobre la coberta especialment dissenyada a tal efecte.
	Tascó puntual central	Per protegir un element puntual com pot ser una torre de línia elèctrica, desvia el flux, que contorneja l'element protegit.
	Dic lateral	Amb un angle de gir suau i progressiu es pot desviar en certa mesura les allaus de flux dens per preservar una part de la zona d'arribada.
<b>Frenada</b>		
	Dents i monticles	Són obstacles al pas de l'allau que li fan perdre energia per un augment de la fricció en el flux.
	Dics a la canal	És una solució que s'observa en alguns indrets dels Pirineus i consisteix en dics de concepció hidrològica clàssica dins de la canal de trajecte de l'allau. Per la seva ubicació en un tram de fort pendent i poc volum d'estocatge, només poden aturar petites allaus, però tenen cert efecte d'absorció d'energia del flux en casos d'allaus majors.
<b>Aturada</b>		
	Dics frontals de retenció	Limiten l'extensió de l'allau, en redueixen l'abast i confinen el dipòsit.
	Cubetes de dipòsit	Consisteix a habilitar uns espais planers d'aturada favorables a l'emplaçament del dipòsit de neu en la zona d'arribada de l'allau.
<b>Autoadaptació</b>		<b>Reforç de l'estructura per suportar les pressions d'impacte i el pas del flux.</b>
<b>Planificació espacial</b>		<b>Planificació més general d'un territori o més detallada de l'ordenament urbà, per tal que els usos permesos s'ajustin a les característiques dels espais que ocupen i que la distribució d'infraestructures i construccions eviti al màxim l'exposició al perill d'allaus.</b>

**Mesures Passives Permanents**



1. Galeria de coberta de la carretera D-934 del Col du Pourtalet, Pirineu francès.



2. Galeria de coberta de protecció de la carretera i el ferrocarril de Gotthard a Andermatt, Alps suïssos.



3. Tascó de desviament de protecció d'una torre d'alta tensió a la Bonaigua, Pirineu català. (Foto: IGC.)

Mesures Passives Permanents



4. Dic deflector i de confinament a Arinsal, Pirineu andorrà. (Foto: IGC.)



5. Dents de frenada en un replà sobre el Pas de la Casa, Pirineu andorrà.

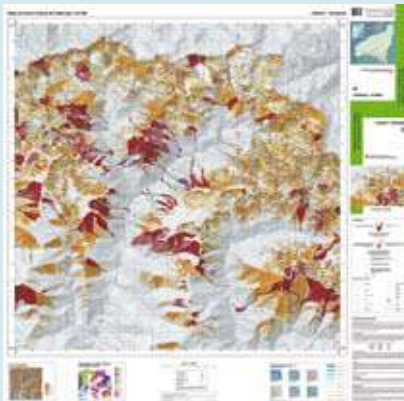


6. Dic de frenada de flux a mitja canal sobre Canfranc, Pirineu aragonès.



◀ 7. Dic d'aturada de la remuntada d'allaus cap la població minera de Sewell i protecció de l'estrep d'un pont a El Teniente, Andes xilens.

8. Bordes de muntanya a mitja vessant amb una disposició i estructura adaptades per resistir i desviar la reptació de la neu i petits fluxos a Täschalp, Alps suïssos.



◀ 9. Mapa de Zones d'Allaus de l'IGC a escala 1:25.000 (full 07 de 2005), eina indispensable per a la planificació territorial.

10. Exemple de mapa de zonificació del terreny segons la perillositat per allaus a escala de detall, eina indispensable per a la planificació urbanística.

tres riscos indirectes pel bloqueig de les vies, que poden ser tan o més rellevants. Una solució específica per a les vies de comunicació són les galeries de coberta, que tenen per objecte que la infraestructura ofereixi permeabilitat a les allaus i la seva dinàmica es pugui produir de forma natural, resguardant la carretera o el ferrocarril en un nivell protegit. Aquestes estructures estan dissenyades per a l'acció dinàmica del pas del flux de l'allau.

Finalment, mereixen una menció especial les edificacions i les zones urbanes. Recorrent els Pirineus no és infreqüent observar nuclis antics de població arraulits en zones de major seguretat, envoltats d'urbanitzacions de creixement recent que envaeixen espais de risc, com poden ser cons de dejecció al peu de canals. Als espais urbans és on es fa més evident que no hem de pensar només en les situacions comunes i altament recurrents, sinó en aquelles que són infreqüents

o fins i tot rares però que poden comportar un risc excessiu.

En una zona d'allaus es poden produir allaus petites i grans, això dependrà de les condicions en cada cas, tant meteorològiques de caràcter més regional, com per condicionants d'efecte molt local. Observem que les allaus de petites dimensions poden ser freqüents, fins i tot més d'una cada temporada, mentre que les majors són menys comunes i sols s'observen de tant en tant. Diem que hi



**Taula 6. Resum de les Mesures Passives Temporals**

Actuació	Tècnica	Comentaris
<b>Regulació d'usos sobre la base d'una predicció temporal</b>		
	Predicció local del perill d'allaus	És la base de decisió i activació de les altres accions, que consisteix a preveure l'activitat d'allaus en les zones concretes d'interès, segons es desenvolupen les condicions nivometeorològiques.
	Protocols d'actuació preventius	Per al correcte traspàs d'una predicció local de perill a una intervenció de protecció, cal tenir prèviament establerts i plenament operatius els protocols d'actuació entre els agents implicats.
	Senyalització variable i avís	Comunicació gràfica amb senyals, comunicats de text o missatges orals d'avertència als usuaris de la situació de perill existent i indicació de consells o recomanacions.
	Evacuació	Els responsables de protecció civil tenen la potestat d'evacuar una zona per motius de seguretat.
	Confinament	En construccions correctament dissenyades segons la intensitat d'afectació per allau que poden tenir, el confinament a dins és més segur que restar en espais oberts.
<b>Detecció i alerta</b>		
	Sistemes de detecció de l'allau ja en moviment	Existeixen diferents sistemes que interpreten un senyal com a indicatiu que s'ha desencadenat una allau, ja sigui per senyal sísmic de vibració del terreny, moviment d'un pèndol al mig del pas de l'allau, o detecció del moviment amb radar.
	Senyalització automàtica	Sobre la base de la mesura anterior, s'activa quan es detecta una allau. Sobretot a les carreteres, en què es pot tancar el pas per la secció exposada amb un semàfor, amb un efecte gairebé immediat.

**Mesures Passives Temporals**



2. Senyalització d'avís en una zona de caiguda d'allaus freqüents en un accés freqüentat per excursionistes a la vall d'Eriste, Pirineu aragonès. (Foto: P. Oller.)

1. Les estacions nivometeorològiques permeten obtenir dades necessàries per a la predicció local, Pirineu francès.

3. Sistema de detecció d'allaus i semàfor a la carretera D-934 del Col du Pourtalet, Pirineu francès, complementat amb un dic deflector que concentra l'afectació en un sol tram de la carretera.

ha una relació inversa entre la magnitud de l'allau i la seva probabilitat d'ocurrència. En un sentit invers a la freqüència, parlem del període de retorn en un sentit de recurrència mitjana, i que correspon a una certa dimensió de l'allau. Segons creixi el valor i el grau d'establiment de cada element del territori, a l'hora d'avaluar el risc i dimensionar una protecció convé considerar una allau de referència d'un període de retorn més elevat per fer més improbable l'afectació.

En conclusió, i reprenent el plantejament inicial, una planificació territorial i una ordenació urbana que minimitzi l'exposició a les allaus dels elements fixos és la més efectiva i sostenible de les mesures. Se'n derivarà una xarxa d'infraestructures i una estructura territorial sòlidament establerta al territori, però com que l'ocupació i l'aprofitament de l'espai muntanyenc serà impossible sense exposició de cap mena, caldrà afegir per a cada ús i element del territori unes mesures específiques de seguretat,

ja sigui preventiva o paliativa, que consideri el risc residual.

De totes les alternatives presentades aquí, les mesures passives temporals són les que tenen una defensa menys física, principalment organitzacional. És la branca que ja entronca més amb les tasques de protecció civil, és a dir de la gestió de la crisi, de la resposta adequada en el moment crític. Amb les mesures de protecció que hem exposat, el territori ha d'estar estructurat i preparat per a facilitar la defensa contra allaus, sobre-

tot en la seva part d'infraestructura. Però al final, en la situació puntual de perill acusat, cal tenir desenvolupat un operatiu adequat, que garanteixi que les mesures preventives funcionin i que l'organització social doni una resposta adequada a la situació. Aquest ja seria un altre aspecte, que s'escapa de la intenció d'aquest article.

### Bibliografia complementària

I Jornada Tècnica de Neu i Allaus, de l'Institut Geològic de Catalunya, 2004:

- «La predicció local a les carreteres C-28 i C-142b (Port de la Bonaigua i accés al Pla de Beret)»; I. MONER, J. GAVALDA.
- «La cartografia d'allaus i la seva aplicació en la prevenció del risc»; P. OLLER, J. MARTURIA, J. C. GONZÁLEZ, P. MARTÍNEZ.
- «Obras de defensa ante aludes en el Pirineo Central»; S. FÁBREGAS.

II Jornades Tècniques de Neu i Allaus, de l'Institut Geològic de Catalunya, 2006:

- «Actuacions a Arties i Garòs (Val d'Aran)»; J. HERAS.
- «Presentació del dispositiu de mitigació de risc d'allaus a Vall de Núria»; D. PARET.
- «Prevenció del risc d'allaus en el disseny i instal·lació de remuntadors»; P. MIRABET.
- «Solucions actives per a la prevenció d'allaus»; C. RAÍMAT.

III Jornades Tècniques de Neu i Allaus, de l'Institut Geològic de Catalunya, 2008:

- «Projecte de defensa contra allaus en el municipi de Bossòst»; M. SOLANELLES.
- «Análisis del riesgo de aludes en la ruta de acceso a mina Veladero (departamento de San Juan, Argentina) y estudio de alternativas de defensa»; P. OLLER, L. STOFFEL, M. JANERAS, G. ARNÓ, H. DE BUÉN, R. ARANCIBIA.
- «Actuaciones preventivas y protocolo de actuaciones en las carreteras de los Pirineos aragoneses»; J. LÓPEZ.

IV Jornades Tècniques de Neu i Allaus, de l'Institut Geològic de Catalunya, 2011:

- «Zonificació del terreny en base a la perillositat d'allaus als Pirineus de Catalunya. Contrast de metodologies en una zona pilot a Naut Aran (Val d'Aran)»; M. JANERAS, J. PONS, P. OLLER, O. COSTA, S. MARGRETH, E. MUNTÁN; P. MARTÍNEZ.
- «La planificació de les emergències per allaus a Catalunya: El pla especial Allaucat»; X. SAENZ, M. PARDO.



Galeria de protecció de la carretera N-230 al barranc de Coma Corna a la Val d'Aran, Pirineus catalans. Foto: IGC.

VIII Jornadas de Vialidad Invernal, de l'Associació Tècnica de Carreteres. Pamplona, 4-6 de febrer de 2004:

- «Análisis del riesgo de aludes en carreteras»; M. JANERAS.

La Gestió dels Riscos Naturals, Primeres Jornades del CRECIT. Andorra la Vella, 13-14 de setembre de 2001. Centre de Recerca en Ciències de la Terra – Institut d'Estudis Andorrans:

- «Els riscos naturals en zones de muntanya»; J. M. VILAPLANA.
- «Els dispositius de prevenció contra les allaus»; J. M. TAILANDIER.
- «La predicció local del perill d'allaus a Andorra»; J. F. MEFFRE.

IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada, 11-14 de novembre de 1997:

- «Caracterización, simulación y prevención de aludes en el barranco de Secras. Túnel de Somport (Huesca)»; R. LÓPEZ, A. SARASA, P. OLLER.

JANERAS, M. (2002). «Gestió del risc natural per allaus de neu: metodologia d'anàlisi i

planificació territorial. Aplicació al cas de l'Armiana de Canillo (Andorra)». Tesina d'especialitat. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. 195 p.

MCCLUNG, D. M.; SCHRAERER, P. (1993). *The Avalanche Handbook*. Seattle: The Mountaineers.

MEARS, A. I. (1992). *Snow-avalanche Hazard Analysis for Land-use Planning and Engineering*. Denver: Colorado Geological Survey – Department of Natural Resources.

Université Européenne d'Été sur les Risques Naturels – Neige et Avalanches. Chamonix, 14-25 de setembre de 1992 (ed. per CEMAGREF, Grenoble, 1995):

- «Artificial release of avalanches»; H. GUBLER.
- «Mesures temporaires et permanentes de protection des équipements touristiques contre les avalanches»; H. GUBLER.
- «Composition of the avalanche risk»; A. BURKARD.
- «A summary of french avalanche protection techniques»; F. RAPIN. ●



# Accidentes por aludes de nieve en España durante las diez primeras temporadas del siglo XXI

Pere Rodés i Muñoz i Carmen Miranda Parlón. Registro Estatal de Accidentes por Alud

## Introducción

En este balance general de los accidentes/incidentes<sup>1</sup> ocurridos debido a los aludes de nieve en el territorio español recogemos datos de todos los accidentes/incidentes ocurridos en el conjunto de las montañas del Estado español y que involucren a personas de cualquier autonomía o nacionalidad y/o afecten a cualquier infraestructura. También recogemos datos sobre los accidentes sucedidos a personas del Estado español que hayan sufrido un accidente por alud en las montañas de Andorra y la vertiente francesa del Pirineo. El hecho de recoger datos de accidentes en Andorra y el Pirineo francés ocurridos a personas del Estado sirve únicamente para aumentar la casuística de cara a la formación de estas personas que salen a la montaña en invierno; el rescate —y si se tercia hospitalización, tratamiento y cura de heridos— incluye los socorros a extranjeros que han tenido un problema con los aludes. Con toda seguridad, quizás falte algún o algunos accidentes/incidentes, puesto que no todo llega a las bases de datos del Registro Estatal de Accidentes por Alud. Como hemos dicho en otras ocasiones, el trabajo en el Estado español referente a los aludes es diverso e involucra a una gran tipología de profesionales. Aquí comentamos dos de estas tareas: una es la formativa, de cara a conocer la nieve y los aludes y prevenir su desencadenamiento, y



Alud en Dos Hermanas (Peñalara), el 10 de enero de 2010. Sin víctimas. Foto: César Martín Delgado.

la otra es el rescate. Mencionar que los datos aquí expuestos son los que se guardan en el Registro Estatal de Accidentes por Alud, y pueden diferir de otros balances de accidentes que utilizan otros datos. Por ejemplo,

Protección Civil publica sólo datos de muertos por accidentes por alud y la

1. Por accidente se entiende aquella situación en la que hay víctimas. Por incidente entiéndase aquella situación en la que, si bien hay personas involucradas, no hay ningún tipo de víctima.

**Tabla 1. Accidentes y personas muertas por aludes en diversos países en el período de tiempo estudiado**

Temporadas	2000-2001		2001-2002		2002-2003		2003-2004	
	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas
Francia (1)	58	28	39	29	41	26	53	26
Suiza (2)			20	24	14	20	16	9
Italia (3)	72	29	18	7	59	22	58	22
Estados Unidos de América (4)	46	33	45	35	40	30	24	23
Canadá (4)	14	12	10	13	14	28	9	11
Austria (5)							60	8
Noruega (5)							13	4
Alemania (5)							6	0
Estado español (6)	18	8	14	3+2*	23	3	17	10

(\*) Dos personas fueron recuperadas todavía vivas en el lugar del accidente por los equipos de rescate. Pecerían bien camino del centro sanitario o poco tiempo después.

(\*\*) Aludes que implican a personas.

Nota: Aludes y su mortalidad en algunos países alpinos, Estados Unidos de América y Canadá. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las fuentes de información y de las que constan en el Registro Estatal de Accidentes por Alud.

Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus (ACNA) recoge también cualquier accidente de la vertiente francesa de los Pirineos. Estos datos aquí expuestos pueden cambiar o ser modificados, si se incorporan nuevos datos sobre otros accidentes por alud a la base de datos del Registro Estatal de Accidentes por Alud.

Todavía hay una importante dispersión de datos sobre los accidentes/incidentes que provocan los aludes de nieve en el conjunto del Estado español, nuestro interés es intentar recoger toda la información disponible de cada uno de ellos.

Hay nieve a pesar del cambio climático. La nieve cubre las montañas del Estado español en más o menos cantidad, lo cual, junto con un empírico —ya que no hay otros datos que lo confirmen— aumento en la frecuentación del medio invernal, hace que cada año se registren accidentes por alud. La información en según qué organismos no es transmitida, por lo que es difícil hacer balances fiables de lo que ocurre con estos fenómenos de la naturaleza.

### Aludes con víctimas en el mundo

Como he comentado en numerosas ocasiones, los países alpinos, Estados Unidos de América, Canadá y Noruega disponen de entes que se dedican

al estudio de la nieve y los aludes, así como delegados ante la comisión de aludes del Comité Internacional de Salvamento Alpino CISA/IKAR que facilitan la información que permite conocer la problemática ocasionada por estos fenómenos de la naturaleza.

Hay que hacer constar que en las estadísticas de los últimos años llevadas a cabo por la comisión de aludes del CISA/IKAR no consta ningún dato referente a la problemática existente

en el Estado español en lo referente a los aludes y las víctimas que provocan (ver tabla 1).

### Obtención de datos

Las fuentes de información son diversas para abarcar todo el territorio estatal, por lo cual contamos con datos provenientes de:

- Los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM) de la Guardia Civil, que son los que hacen

Maquina pisanieves atrapada por un alud de placa en la Pista del Dilar. Sierra Nevada. Foto: CETURSA.





2004-2005		2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas	Accidentes	Personas muertas
71	25	106**	57	54	20	37	29	69	35	84	41
22	29	23	24	?	21	85	11	86	28	172	29
32	10	86	21	35	6	33	16	67	21	120	45
30	29	24	24	22	20	24	36	31	28	39	36
9	9	7	8	4	6	13	16	18	26	-	-
148	48	122	22	42	17	120	29	?	23	163	39
?	?	23	2	19	3	32	4	25	4	45	10
8	5	19	6	0?	0?	?	2	?	8	12	3
24	1	20	6	10	1	12	7	36	7	42	17

Fuentes: 1.- [www.anena.org](http://www.anena.org), 2.- [www.sfl.ch](http://www.sfl.ch), 3.- [www.aineva.it](http://www.aineva.it), 4.- [www.avalanche.org/accidents](http://www.avalanche.org/accidents), 5.- [www.cisa/ikar.org](http://www.cisa/ikar.org) (solo accidentes en los que intervienen equipos de rescate), 6.- Registro Estatal de Accidentes por Alud y [www.igc.cat/allaus](http://www.igc.cat/allaus).

el rescate en montaña en muchas de las autonomías del Estado.

- Servicio de Alertas de [www.google.es](http://www.google.es), es una herramienta que permite de forma fácil tener aquella información aparecida en la red sobre aludes.
- Amigos/amigas que, enterados de nuestro interés por esta temática, nos recogen y guardan información que encuentran concerniente a los aludes.
- Miembros de sociedades científicas de medicina de montaña distribuidos por toda la geografía hispana

facilitan alguna información de los aludes en sus demarcaciones.

- Prensa en papel o digital.
- En Cataluña es el Institut Geològic de Catalunya quien recoge datos sobre accidentes por aludes, al margen de hacer diariamente, durante toda la temporada invernal, el Boletín de Peligro de Aludes ([www.igc.cat/allaus](http://www.igc.cat/allaus)).
- Comunicaciones personales de las víctimas supervivientes, cuando ha sido posible contactar con ellas.
- La página web de ACNA ([www.acna.cat](http://www.acna.cat)).

## Resultados

Durante las diez primeras temporadas del siglo XXI ha sido posible recoger, en el Registro Estatal de Accidentes por Alud, datos sobre 214 accidentes/incidentes por alud de nieve, en los que se han visto involucradas 522 personas, de las cuales 63 resultaron muertas, 86 heridas y el resto ilesas, tal como se muestra en la tabla 2.

### Accidentes por tipo de alud

Un alto número de accidentes son debidos a las placas de viento, el resto se pueden observar en la tabla 3.

Aunque no disponemos de datos de 81 de los accidentes, éstos muestran que en 82 casos el alud fue provocado por las propias víctimas.

**Tabla 2. Aludes registrados durante las diez primeras temporadas del siglo XXI**

Temporada	Accidentes	Personas involucradas	Personas muertas	Personas heridas	Personas ilesas
2000-2001	18	46	8	2	33
2001-2002	14	68	3	7	54
2002-2003	23	70	3	6	61
2003-2004	17	40	10	15	41
2004-2005	24	39	1	3	33
2005-2006	20	40	6	10	24
2006-2007	10	27	1	7	19
2007-2008	12	33	7	3	23
2008-2009	36	63	7	11	45
2009-2010	42	96	17	22	57
<b>Totales</b>	<b>214</b>	<b>522</b>	<b>63</b>	<b>86</b>	<b>390</b>

**Tabla 3. Accidentes por tipo de alud (N=214)**

Tipo de alud	Número de accidentes
Alud de nieve reciente húmeda	4
Alud de nieve reciente seca	8
Desconocido	107
Alud de nieve húmeda	4
Placa de viento	91

### Grado de peligro previsto

Cuarenta y cuatro de los accidentes se produjeron con un grado de peligro de de alud de NOTABLE (3) de la escala europea de peligro de alud, como podemos observar en la tabla 4.

### Accidentes por zonas geográficas

La mayor parte de los accidentes/incidentes por alud ha ocurrido en las montañas de Cataluña. Cabe destacar además los que han ocurrido en las dos vertientes de la cordillera Cantábrica (ver tabla 5).

**Tabla 4. Grado de peligro (N=214)**

Grado de peligro	Número de accidentes
No consta/Desconocido	132
1	0
2	11
3	44
4	21
5	6

**Tabla 5. Accidentes por zonas geográficas (N=214)**

Zona	Número de accidentes
Andorra	4
Cordillera Cantábrica	42
Guadarrama	3
Picos de Europa	9
Pirineo Aragonés	42
Pirineo Francés	9
Pirineo de Girona	27
Pirineo de Lleida	27
Pirineo de Navarra	1
Prepirineo	3
Serra de Cadí	3
Sierra de Gredos	3
Sierras Béticas	1
Sierra Nevada	4
Sistema Ibérico	4
Val d'Aran	32

### Accidentes por tipo de actividad

La actividad realizada por las víctimas de alud se muestra en la tabla 6. En estas series empezamos a recoger accidentes provocados por practicantes de snowboard tanto en dominios esquiables como en montaña.

Recogemos los aludes que bloquean carreteras por varios motivos: porque hay que ir a comprobar que nadie haya quedado sepultado por la nieve, por los problemas que ocasiona tener una carretera cerrada que impide el acceso a instalaciones hoteleras o núcleos habitados, porque la nieve en su caída daña infraestructuras que habrá que reponer tras el deshielo y, finalmente, porque habrá que enviar a una brigada a despejar la carretera. Todo ello generará exposición de personas a nuevos peligros y unos gastos económicos de difícil cuantificación.

**Tabla 6. Accidentes por tipo de actividad (N=214)**

Actividad	Número de accidentes
Coche	6
Carretera bloqueada	35
Desconocido	10
Destrozo de árboles	1
Escalada	19
Esquí de fondo	2
Esquí de montaña	59
Esquí fuera pista	27
Esquí en pista	1
Habitáculo/tienda	4
Línea eléctrica	1
Montañismo	23
Raquetas	4
Rescatando	2
Snowboard	2
Surf de montaña	4
Surf fuera pista	8
Telemark	1
Trabajando	5

### Distribución mensual de accidentes por alud

El mayor número de accidentes se produce en los meses de febrero y enero, el resto puede observarse en la tabla 7.

### Días de la semana en los que se producen los aludes

En la tabla 8 se muestran los días de la semana en los que se producen los aludes. Obviamente, los fines de semana es cuando se recoge un volumen más alto de accidentes, pero en estas diez primeras temporadas del siglo XXI se observa que es posible encontrar accidentes cualquier día, tal vez por una mayor frecuentación del medio invernal.

### Quién realiza el rescate

Los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM) de la Guardia

**Tabla 7. Distribución mensual de accidentes por alud (N=214)**

Mes	Número de accidentes
Noviembre	4
Diciembre	31
Enero	52
Febrero	65
Marzo	39
Abril	15
Mayo	6
Junio	2

**Tabla 8. Días de la semana en los que se producen aludes (N=214)**

Día	Número de accidentes
Lunes	22
Martes	18
Miércoles	20
Jueves	19
Viernes	24
Sábado	54
Domingo	55
Desconocido	2





Alud en Alto Campoo, una persona atrapada que fue rescatada ileso el 15 de marzo de 2010.  
A: Inicio caída. B: Lugar de rescate.  
Foto: Pablo Fernández Vielba.

Civil son quienes tienen competencias en muchas autonomías para el rescate en montaña y han intervenido en 38 ocasiones. En Cataluña y el Principado de Asturias los bomberos asumen estas competencias y han intervenido en 30 rescates de accidentes por alud. Obviamente la Policía francesa (Gendarmería y CRS) actúa en los rescates de españoles que han tenido problemas con los aludes en la vertiente francesa del Pirineo (ver tabla 9).

**Tabla 9. Quién realiza el rescate (N=214)**

Rescate	Número de accidentes
Autorrescate	39
Bomberos	30
Policía francesa	5
Guardia Civil	38
Mossos d'Esquadra	1
Otros	1
Personal de pista	1
Policía local	1
Desconocido	98

### Solicitud de ayuda

Es necesario disponer de la máxima información sobre accidentes y/o incidentes debidos a los aludes. En el blog siguiente encontraréis una página en la que podéis dejar constancia de aquellos accidentes por alud de los que tengáis noticia. Gracias por adelantado por vuestra colaboración.

[www.nieveyaludes.blogspot.com](http://www.nieveyaludes.blogspot.com)

### Agradecimientos

Queremos dar las gracias muy sinceramente a todas aquellas personas que de alguna manera nos ayudan a recoger datos sobre los accidentes/incidentes por alud de nieve en el territorio estatal español y les alentamos a que lo sigan haciendo.

### Bibliografía

GARCIA. C.; «Accidents per allau durant la temporada 2008-09». *Neu i Allaus* 2010, n.º 2, pàg. 27-29.

LEO, E, CUCHI, J.A: *Los aludes en el Alto Aragon*. Lucas Mallada 1999-2004, n.º 11, pàg. 131-158.

MARTÍ I DOMÈNECH. G. «Balance de accidentes en la temporada 2009-2010». *Neu i Allaus* 2011, n.º 3, pàg. 23-25.

RODÉS I MUÑOZ, P.; MIRANDA PARLÓN, M. C. «Análisis de los accidentes por alud de nieve. Temporada 2001-2002». *An Med Socor Mont*, 2005, n.º 2, pàg. 10-12.

RODÉS I MUÑOZ, P.; MIRANDA PARLÓN, M. C. «Accidentes por alud de nieve en España. Temporada 2006-2007». *An Med Socor Mont*, 2007, n.º 6, pàg. 43-31.

RODÉS I MUÑOZ, P.; MIRANDA PARLÓN, M. C. «Aludes de nieve en España durante las cinco primeras temporadas del siglo XXI (2001-02 a 2005-06)». *An Med Socor Mont*, 2009, n.º 9, pàg. 27-30.

RODÉS I MUÑOZ, P.; MIRANDA PARLÓN, M. C. «Accidents per allau de neu a l'Estat espanyol. Temporada 2007-2008». *Neu i Allaus*, 2009, n.º1, pàg. 30-31. ●

# Els penitents: peculiaritats de la neu

Jordi Armet Unzeta. Físic meteoròleg. Comissió Meteo ACNA. meteo@acna.cat

Figura 1. Camp de penitents sobre la glacera del Chachacomani a 5.130 m d'altitud, a Bolívia. Foto: Jordi Armet.



## Introducció

Els penitents, anomenats així per la seva semblança amb els monjos que desfilen per Setmana Santa, van ser descrits per primer cop per Charles Darwin durant el seu viatge a bord del vaixell *Beagle* el 22 de març de 1835, quan es va veure obligat a esquivar-los al Piuquenes Pass de camí a Mendoza (Argentina). Darwin aportà la falsa creença, que encara perdura avui dia, que aquestes formacions eren degudes al fort vent que batia aquella zona. No fou fins al 1954 que el glaciòleg francès L. Liboutry explicà el veritable origen de la formació dels penitents, que detallem més endavant en aquest article.

## Descripció

Aquestes estructures laberíntiques en forma de crestes cantelludes tenen una mida que va de pocs centímetres a 5 metres d'alçada. Es troben generalment entre els 4.000 i els 5.200 m d'altitud a les serralades situades als tròpics i subtòpics, zones que es caracteritzen per tenir dues estacions molt diferenciades; una molt seca i l'altra molt plujosa.

Actualment, la serralada amb més concentració de penitents és la dels Andes, tot i que també se'n poden arribar a observar al Teide. Aquestes formacions poden arribar a impedir les ascensions als cims més populars dels Andes per la gran dificultat en la progressió a través d'ells.

## Formació

Per entendre el procés de formació dels penitents, primer hem d'entendre les condicions climàtiques que la propicien.

El primer requisit, i el més important, és que en aquestes regions, durant l'estació seca, la temperatura del punt de rosada<sup>1</sup> se situï per sota del punt de congelació (a causa de la baixa humitat relativa de l'ambient), la qual cosa permet que la neu pugui sublimar-se<sup>2</sup>

1. Punt de rosada: temperatura a la qual s'ha de portar una mol·lècula d'aire perquè arribi a la saturació.

2. Sublimació: pas directe de la fase sòlida d'un element a la fase gasosa sense passar per la líquida. Perquè aquest procés es pugui donar a l'atmosfera, la temperatura del punt de rosada ha d'estar per sota del nivell de congelació.



## LOS PENITENTES: PECULIARIDADES DE LA NIEVE

Este artículo recopila información obtenida de artículos publicados por distinguidos glaciólogos durante la segunda mitad del siglo xx referente a estas mágicas estructuras llamadas penitentes. Haremos una breve descripción histórica, explicaremos los fundamentos físicos de su formación y, para terminar, las futuras implicaciones climáticas que conllevaría la hipotética desaparición de los mismos en un escenario de cambio climático.



Figura 2. Alpinistes travessant el camp de penitents situat a 5.130 m d'altitud de camí al cim del Chachacomani, 6.062 m, a Bolívia. Foto: Jordi Armet.

passant directament de la fase sòlida a la gasosa evitant passar per la fase líquida. Si, a això, hi afegim la forta energia que tenen els raigs solars en aquestes latituds i els llargs períodes sense precipitacions als quals estan sotmesos durant una bona part de l'any, ja tenim els factors climàtics necessaris que propicien l'ablació diferencial,<sup>3</sup> procés responsable de la formació dels penitents.

Tot comença quan, arran de les imperfeccions microscòpiques en la superfície del mantell nival, els raigs solars que hi incideixen pateixen múltiples reflexions a l'interior, que fan les imperfeccions cada vegada més grans, a mesura que se sublima més neu, de manera que al final aquesta es comporta com un cos negre.<sup>4</sup> Aquest efecte de retroalimentació positiva, l'increment de cavitats i, per tant, de reflexions al seu interior, fa que l'aire de les depressions cada vegada estigui més saturat a causa del vapor d'aigua provinent de la sublimació, la qual cosa provoca que el punt de rosada vagi augmentant fins que supera el punt de congelació. Això permet que el procés de fusió s'hi pugui donar. El resultat és que a l'interior dels forats es comença a produir fusió, i per tant l'engrandiment de les estructures verticals, i aquesta contribució de la fusió és superior a la de la sublimació, tot i que aquesta última sigui condició indispensable perquè pugui començar el procés.

El resultat d'aquest procés físic són aquestes estètiques formacions afuades orientades d'est a oest i inclinades cap al nord a l'hemisferi sud i cap al sud a l'hemisferi nord, ja que la sublimació és màxima en la direcció zenital.<sup>5</sup>

Recentment, s'han publicat articles que demostren que les àrees amb presència de penitents eviten, en major grau, l'extinció de les zones glacials, ja que la sublimació deguda a les múltiples reflexions comporta que tota l'energia dels rajos incidents s'inverteixi a canviar d'estat (sòlid-gas) i no a incrementar la temperatura de la neu i, per tant, a la desaparició del glaç per fusió, procés molt més efectiu en l'ablació de la neu i el glaç. Aquest fet és clau si imaginem escenaris futurs en què el canvi climàtic pugui fer variar algun paràme-

tre meteorològic clau (temperatura o bé humitat) per a la formació dels penitents i, per tant, la seva absència contribueixi a l'increment de la temperatura i propiciï, per tant, la desaparició per fusió dels glaciers situats a les zones tropicals i subtropicals del nostre planeta.

## Bibliografia

LIBBOURY, L. (1954). «The origin of penitents». *Journal of Glaciology*, núm. 2 (15), p. 331-338.

CORRIPIO J. G.; PURVES R. S. (2003). «Surface Energy Balance of High Altitude Glaciers in the Central Andes: The Effect of Snow Penitents». ●

3. Ablació diferencial: procés de pèrdua de massa (ablació) mitjançant els processos de sublimació i fusió a la vegada.

4. Cos negre: cos teòric que absorbeix tota la radiació incident.

5. Direcció zenital: direcció dels rajos solars.

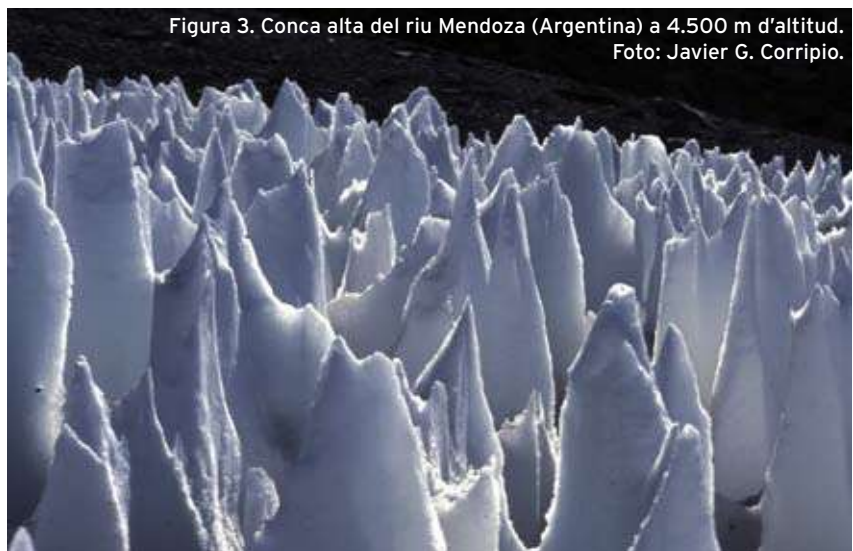


Figura 3. Conca alta del riu Mendoza (Argentina) a 4.500 m d'altitud. Foto: Javier G. Corripio.

# Estades al Canadà i a Noruega

Durant l'any 2011, dos membres de l'Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus (ACNA) han tingut la possibilitat de fer sengles estades a dos centres dedicats a l'estudi de la neu i les allaus. Ivan Moner va poder fer una estada al Canadian Avalanche Center, al petit poblet de Revelstoke, al bell mig de les muntanyes de la British Columbia, a l'oest del Canadà. Allí va observar les seves activitats, en particular els cursos i la predicció pública d'allaus, també va tenir temps de visitar altres operatius relacionats amb la gestió del risc d'allaus i, sobretot, compartir un temps inestimable amb els professionals d'aquell costat del món. Explica el programa de formació que segueixen tots els professionals de la neu del Canadà. Victor Perisé va tenir l'oportunitat de fer una estada de pràctiques al Norges Geotekniske Institutt (NGI), que és l'empresa que gestiona la predicció i el control del risc d'allaus a tot Noruega. Informa d'algunes dades sobre Noruega: superfície, demografia, clima, geologia i geomorfologia del país. Ens explica els inicis del NGI i les tasques que ha anat portant a terme des del 1953, entre elles la secció d'allaus que funciona des del 1972. L'NGI té una estació de recerca d'allaus a Fonnbu, a les muntanyes d'Strynefjellet. Aquest edifici es va inaugurar l'any 1973, tot just en començar el control d'allaus, com a mitjà per estudiar-les d'una manera més propera. Altres tasques de l'NGI són la realització d'un mapa de risc d'allaus i el control d'una base de dades sobre les allaus.

## ESTANCIAS EN CANADÁ Y EN NORUEGA

Durante el año 2011, dos socios de la Asociación per al Coneixement de la Neu i les Allaus (ACNA) han tenido la posibilidad de realizar una estancia en dos centros dedicados al estudio de la nieve y de los aludes.

Ivan Moner pudo realizar unas prácticas en el Canadian Avalanche Center, en el pequeño pueblo de Revelstoke, situado entre las montañas de la British Columbia, en el oeste de Canadá. Allí observó las actividades que llevan a cabo, en particular los cursos y la predicción pública de aludes. También tuvo tiempo para visitar otros operativos relacionados con la gestión del riesgo de aludes y, sobre todo, pudo compartir un tiempo inestimable con los profesionales de aquel lado del mundo. Explica el programa de formación que siguen todos los profesionales de la nieve de Canadá.

Victor Perisé tuvo la oportunidad de realizar una estancia de prácticas en el Norges Geotekniske Institutt (NGI), que es la empresa que gestiona la predicción y el control del riesgo de aludes en toda Noruega. Informa de algunos datos sobre Noruega: superficie, demografía, clima, geología y geomorfología del país.

Nos explica los inicios del NGI i las tareas que viene desarrollando desde 1953, entre ellas la sección de aludes, que funciona desde 1972. El NGI dispone de una estación de investigación sobre aludes en Fonnbu, en las montañas de Strynefjellet. Este edificio fue construido en el año 1973, al iniciarse el control de aludes, como medio para estudiar de forma más cercana estos fenómenos de la naturaleza. Otras misiones del NGI son la realización de un mapa de riesgo de aludes y el control de una base de datos sobre aludes.

## Estada al Canadian Avalanche Center

**Ivan Moner.** Predictor d'allaus al Centre de Prediccion de Lauegi de l'Aran. Forma part de la comissió de formació de l'ACNA.

Els primers mesos del passat hivern, des de l'octubre fins al gener, vaig ser convidat pel Canadian Avalanche Center (CAC) a observar les seves activitats, en particular els cursos i la predicció pública d'allaus. El CAC és al petit poblet de Revelstoke, al bell mig de les muntanyes de la British Columbia, a l'oest del Canadà. La situació privilegiada del meu «camp

base» em va permetre també de visitar altres operatius relacionats amb la gestió del risc d'allaus, i sobretot compartir un temps inestimable amb els professionals d'aquella banda del món. Aquesta experiència m'ha resultat extraordinàriament profitosa, i voldria compartir aquí amb vosaltres algunes de les lliçons apreses.

El Canadà és un país enorme, però quan us imagineu grans muntanyes cobertes de neu pols, esteu pensant només en un raconet (un raconet! de la mida de tres Espanyes!): la Colúmbia Britànica (BC per als amics). Allí sí que són tot muntanyes! Una serralada rere una altra fan que des de Vancouver, a la costa, fins a Calgary, a la plana interior, calgui travessar 1.000



km de muntanyes, quatre serralades diferents. La quantitat de neu varia, va disminuint de manera general a mesura que ens endinsem al continent, mentre que la temperatura es va tornant cada vegada més gèlida. El règim de precipitació hivernal arriba als 17 m de neu recent a la costa i les Colúmbies, i als 7-8 m a les Rockies.

Si a aquests gruixos de neu recent hi unim un relleu glacial molt desenvolupat, amb grans desnivells i forts pendents, el resultat és, és clar, allaus. Moltes i molt grosses!

En molts indrets aquestes allaus cauen sense afectar béns humans, la densitat de població és extremadament baixa i hi ha regions senceres on no s'hi endinsa mai ningú. Tot i això, tenen importants indústries afectades, com ara la mineria de muntanya o la indústria forestal. També les principals carreteres i vies fèrries de BC tenen problemes, i la indústria de l'heliesquí mou allà molts diners. Finalment, per a molts canadencs la neu és una joguina estimada, hi ha moltíssima gent que fa esquí fora pista, esquí de muntanya o que s'endinsa a l'*outback* cavalcant potents motos de neu. Teníem el perill, aquí veieu l'exposició: el risc està servit.

Dos accidents que han marcat la història de les allaus van ser la mort de 62 treballadors del tren al Roger's Pass el 1910 i l'accident d'heliesquí que va segar la vida d'un grup sencer, el 1979 prop de Golden.

La gestió d'aquest risc es fa a molts nivells: programes de control d'allaus als passos de muntanya, consultories que treballen per a les grans mines i indústries forestals, formació d'excel·lents guies d'esquí, programes de divulgació i formació del públic general, butlletins nacionals d'allaus... Aquí us n'explico alguns dels que em van semblar més interessants.

**La Canadian Avalanche Association (CAA) i el Canadian Avalanche Center (CAC)**

Aquestes dues institucions germanes són associacions sense ànim de lucre. La segona, el CAC, es va escindir de

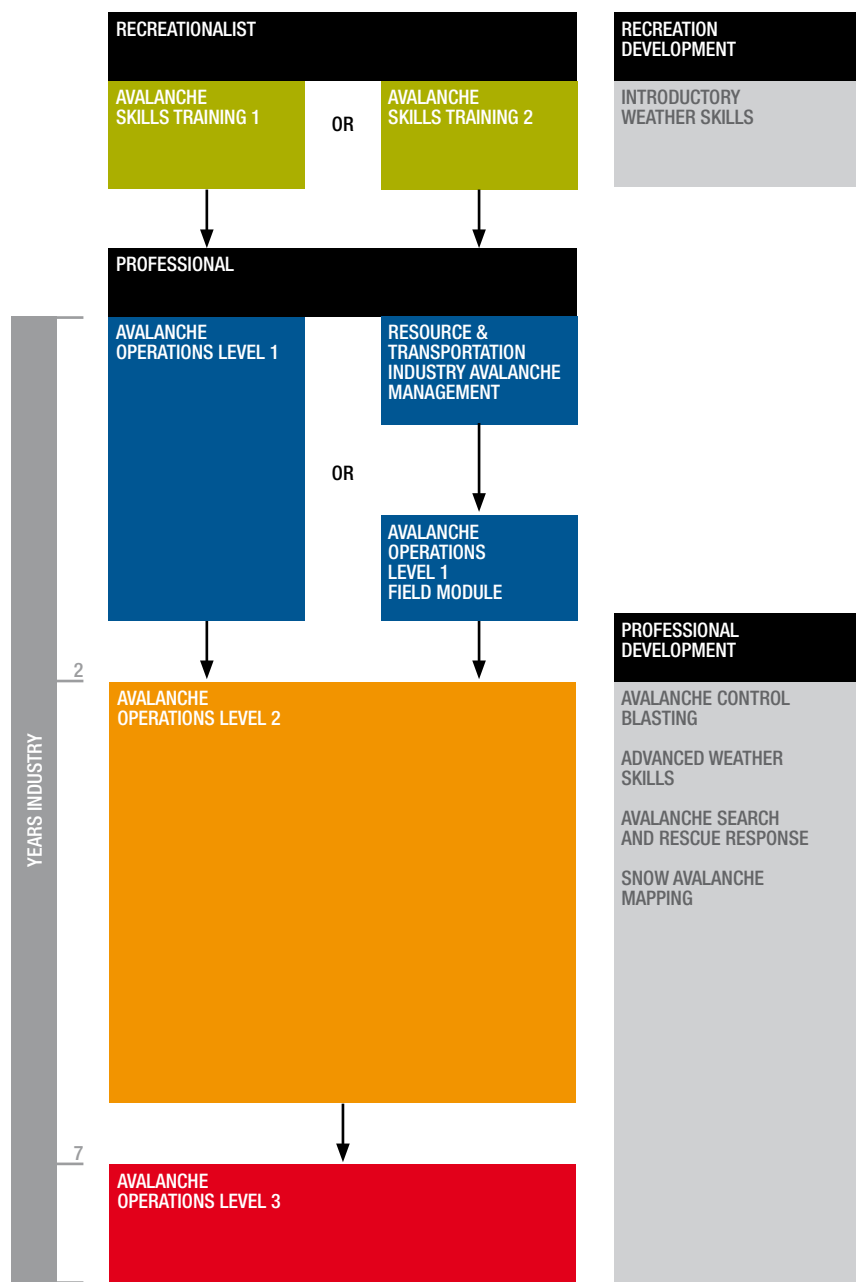
la primera quan es va veure la necessitat de separar clarament el que era servei públic (CAC) del que atenyia a representar i recolzar la comunitat de professionals de les allaus que treballen al Canadà (CAA).

Parlant primer de la CAA, l'associació professional, hi ha potser dues coses que destaquen: l'estandardització de la presa de dades relacionades amb les allaus i l'intercanvi d'aquestes dades, i el programa de formació. Quan felicitates un canadenc per la fantàstica or-



Obrint traça a les Selkirk Mountains. «Just another day in the Selkirks...». Foto: Ivan Moner.

**Figura 1. Diagrama que mostra els cursos professionals que organitza el CAA**



Font: CAA.

ganització de la seva indústria tots et diuen el mateix: la base són les OGRS. Les Observation Guidelines and Recording Standards (OGRS) permeten que les dades que pren qualsevol pister, guia, responsable de carretera, etc., siguin perfectament comparables amb les d'un altre professional. I l'Infoex, una base de dades basada en Internet i emprada per tota la indústria, permet compartir aquestes dades de manera immediata. Què falta? Formació per modelar tothom amb un mateix motlle? La CAA ofereix el millor programa de formació de professionals de la neu del món, sense competència. La formació gira entorn de tres nivells, que cal un mínim de 5 anys per completar, i es complementa amb tot tipus de cursos aplicats (explosius, mapes, meteorologia...).

D'altra banda, el CAC s'ocupa del servei públic, bàsicament entorn de tres eixos: la difusió, la formació de no professionals i la predicció pública d'allaus. La predicció es fa des de Revelstoke i Vancouver, pràcticament sense programa de camp i per regions immenses. El pressupost de què disposen és ajustat, es nodreixen de subvencions públiques i donacions particulars. I tot i aquests impediments se'n surten i fan un producte de gran qualitat. Com ho fan? L'Infoex torna a ser clau: els predictors tenen accés a les dades que generen les més de 100 operacions relacionades amb les allaus, 50 d'elles companyies d'heliesquí. Aquestes dades, de gran qualitat, un equip de predictors molt flexible i molt bo i una gestió acuradíssima

dels fons són el que nodreix els seus butlletins. El CAC no fa directament la formació del públic general, però proveeix els continguts i els materials a les empreses que s'hi dediquen, de manera que hi ha sempre un lligam directe entre el que apareix als butlletins i el que s'ensenya als cursos.

Les diferències entre els seus problemes i els nostres són molt grans, però hi ha molt a aprendre de l'experiència canadenca. Qualsevol semblança que trobeu entre el butlletí de l'Aran o els cursos de l'ACNA amb el que fan allà NO és pura coincidència... I us escric això dos dies després de tornar d'una nova estada en aquelles muntanyes per completar la meua formació... La BC enganxa!

Molt més a: [www.avalanche.ca](http://www.avalanche.ca)

## Allaus a Noruega: una estada al Norges Geotekniske Institutt (NGI)

**Victor Perisé**

Durant la primavera passada vaig tenir la gran oportunitat de realitzar una estada de pràctiques al Norges Geotekniske Institutt (NGI), que és l'empresa que gestiona la predicció i el control del risc d'allaus a tot Noruega.

### Noruega

Noruega té una població de vora 5 milions de persones, distribuïdes en una superfície de 385.165 km<sup>2</sup>, cosa que ens dóna una densitat de població de 12,74 habitants/km<sup>2</sup>.

Des del punt més al nord, Nordkapp, fins al punt més al sud, Pysen, hi ha uns 2.000 km de distància, que seria equivalent a 13 graus de latitud, és a dir, la mateixa distància que d'aquest mateix punt al mar Mediterrani. I tot en un mateix país, fet que explica els climes tan diversos que s'hi poden trobar.

### Clima

Hi ha una dita popular noruega que és «*Det fins ikke dårlig vær, bare dårlige*

*klær*», que vindria a significar que no existeix mala climatologia, només mala vestimenta. Amb això ja ens fem una idea que el clima a Noruega és de tot menys comfortable.

Però, tot i tenir una latitud similar a països com Suècia, Finlàndia, Alaska o el Canadà, Noruega gaudeix de temperatures més elevades a causa de la influència del corrent del Golf, que dóna uns climes més temperats.

En matèria de temperatures, podem observar diferències molt importants entre la costa i l'interior. A les zones de la costa tenim una temperatura anual mitjana d'entre 5 i 8 graus positius, mentre que a les zones més continentals com Finmark o Jotunheimen trobem temperatures anuals mitjanes de -5 graus, i fins i tot més fredes si ens n'anem a la zona més muntanyosa i alpina.

Un fenomen semblant es dóna pel que fa a les precipitacions, ja que la costa en rep unes quantitats molt elevades, com per exemple els 3.575 mm

anuals a Brekke, a Sogn og Fjordane, ben a prop de la famosa ciutat de Bergen. Per contra, la localitat de Skjåk, a Oppland, a aproximadament uns 150 km en línia recta per la costa noruega, només en rep 270 mm anuals, una pluviositat més aviat de zona desèrtica, i té una ombra pluviomètrica important, creada en gran part per la zona més al nord de la cadena muntanyosa de Jotunheimen, amb els pics més alts de tot Escandinàvia.

Un fenomen semblant es dóna a Finmark, però en menor mesura.

### Geologia i geomorfologia

Per entendre el relleu de Noruega cal entendre primer la geologia general del país. A mode de resum es pot dir que el país es va formar amb l'orogènia caledoniana, fa aproximadament uns 400 milions d'anys. Això li dóna uns relleus arrodonits, especialment a la zona més interior del país, ja que és la que més ha patit l'acció de les glaceres. Per contra, el terreny més espatat,



Figura 1. Temperatura anual normal 1961-1990 (°C)

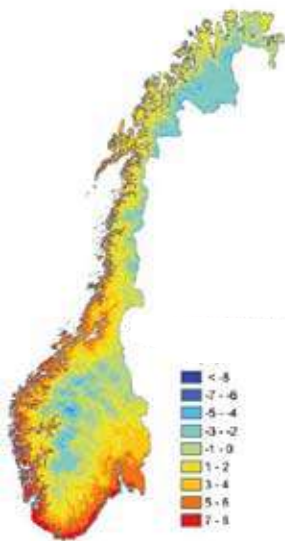
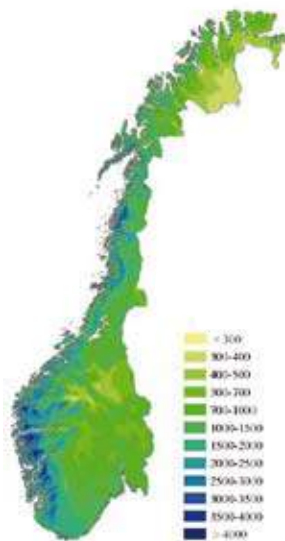


Figura 2. Precipitació anual normal 1961-1990 (mm/anyals)



i al mateix temps més jove, es troba a la costa, on la roca no ha patit tant l'erosió glacial com a l'interior del país, i té uns relleus més verticals, molts amb una gran espectacularitat.

**NGI: Els inicis**

El Norges Geotekniske Institutt es va formar l'any 1953 a Oslo, la capital del país. Van obrir departaments a Trondheim, també, i actualment també disposen d'una oficina a Houston, als Estats Units.

Durant els anys cinquanta del segle xx es va començar a guanyar el prestigi internacional per la seva

recerca en la construcció sobre argiles. Noruega començava a patir esllavissades de *quick clay*, que és un tipus d'argila molt sensible amb un contingut molt alt d'aigua, i que pot canviar d'un estat de rigidesa a un estat pràcticament líquid amb molta facilitat, i això va ser una via d'investigació de l'NGI.

Als anys seixanta es va treballar molt en el disseny i l'estudi de les preses, per aconseguir energia hidràulica, a més de la millora de la construcció de túnels en argiles toves.

La consolidació li va arribar als anys setanta, amb el boom del pe-

trolí, quan Noruega va deixar de ser un país pobre de pescadors per convertir-se en un dels països més rics del món. A l'NGI es va desenvolupar el sistema de construcció de plataformes petroleres GBS (*gravity based structures*), que seria revolucionari per l'època i encara s'utilitza.

L'any 1972 l'NGI es va convertir en el responsable del control d'allaus per mandat del Parlament noruec, i només un any més tard, el 1973, es va construir l'estació d'estudi d'allaus Fonnbu.

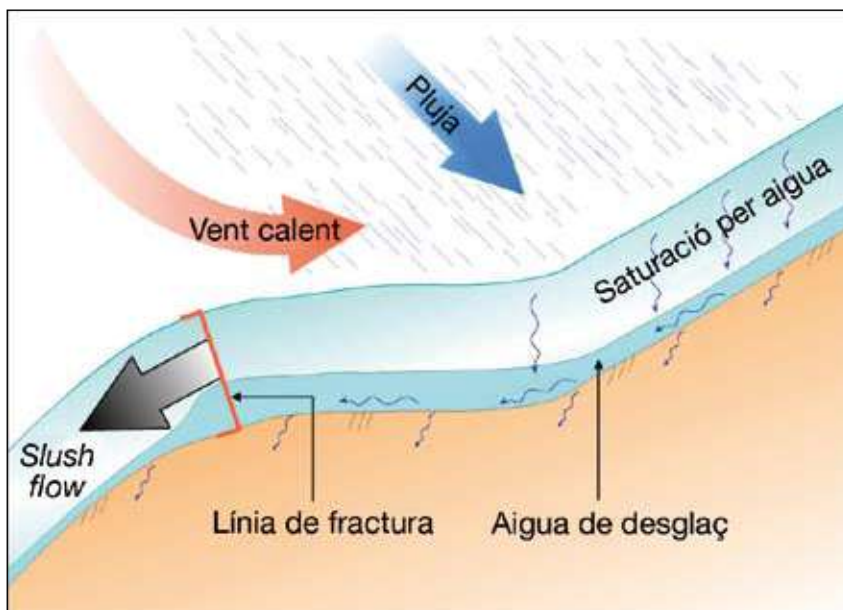
Un fet important d'aquella dècada va succeir l'any 1978, quan va tenir lloc l'esllavissament de *quick clay* de Rissa, que va ser enregistrat en vídeo. Aleshores va començar l'estudi i la cartografia de les possibles zones perilloses.

Durant les últimes dècades s'ha continuat fent aquesta feina de millora de la construcció i el disseny de molts projectes, tan diferents com plataformes petroleres, túnels, ponts, estudi d'allaus i, en definitiva, tot el que tingui relació amb la geotècnia.

**Riscos naturals a Noruega**

Noruega és un país que té una gran diversitat de riscos naturals, com per exemple les fortes tempestes, els tsunamis, les esllavissades submarines (tant a la costa com a l'oceà), la *quick clay*, les inundacions, les esllavissades de material terrigen, les caigudes de roques i, per últim, el tema que més ens interessa: les allaus i els *slush flows*.

Aquests últims, els *slush flows*, són un fenomen molt important a Noruega durant la primavera. Després d'un llarg hivern amb molta precipitació en forma de neu, i d'un bon gruix de neu acumulat, arriben els primers fronts més càlids que els anteriors, que porten precipitació en forma de pluja, a més d'aire calent. Aquesta pluja s'esmuny per entre la capa de neu fins que arriba al sòl, on començarà a crear un torrent d'aigua superficial entre el sòl mateix i el mantell de neu. Quan el relleu



presenti alguna convexitat, tindrem una possibilitat de trencament del mantell de neu, debilitat per aquesta capa d'aigua, i aleshores es crearà un *slush flow*, que podrà arribar fins a velocitats de 100 km/h i amb una densitat d'entre 800 i 1000 kg/m<sup>3</sup>, sense comptar les roques que pot arrossegar. Per això és un fenomen tan perillós i destructiu.

### NGI: Secció d'allaus

La secció d'allaus, com ja he comentat abans, va ser creada l'any 1972 per Steinar Bakkehoi i Karstein Lied i encara continua activa, amb els dos creadors retirats, un fa uns anys i l'altre la mateixa primavera del 2011.

Els projectes que duen a terme actualment són els següents:

- **Control d'allaus de la carretera número 15, Strynefjellet.** Aquesta és una ruta molt important que connecta la Noruega central amb la costa a través de les muntanyes d'Stryn per mitjà d'uns túnels, i l'NGI té la missió de mantenir-la segura ja que travessa zones de recorregut d'allau.
- **Control d'allaus de la línia de tren entre Bergen i Oslo,** especialment el tram entre Voss i Geilo. Aquesta línia és de vital importàn-

cia, ja que comunica les dues ciutats més importants del país. En especial la franja on hi ha més control és una zona que depassa els mil metres d'altura i on hi ha acumulacions de neu molt importants per la proximitat a la costa. El control es duu a terme per mitjà d'unes estacions meteorològiques molt completes situades al llarg de la línia de ferrocarril, i que permeten fer un seguiment molt acurat, juntament amb sortides puntuals de camp.

A més d'aquests dos projectes específics, s'elabora el **butlletí d'allaus**. Aquest és diari, es publica a les 9 am i seguint l'escala europea. A més, sempre hi ha un telèfon d'allaus disponible per a qualsevol tipus d'usuari, professionals o particulars que fan activitats d'oci.

En col·laboració amb les autoritats del nord de Noruega, com la policia i la Creu Roja, l'NGI ha elaborat un **pla d'evacuació** per a certes poblacions en possible perill d'allaus. A causa de l'orografia de Noruega és molt difícil, i econòmicament inviable, controlar ells mateixos el perill d'allaus. S'estableixen uns paràmetres de neu acumulada, vent i altres factors que puguin desencadenar un perill d'allaus a la zona i, si en alguna de

les zones en què es treballa se supera aquest lllindar, les autoritats avisen l'NGI i aleshores es procedeix a l'evacuació. Algunes d'aquestes zones són ciutats de gran importància, ja sigui per l'existència de petroli, com Hammerfest; per l'interès econòmic, com Nordkapp; o simplement ciutats que tenen un possible perill d'allau, com Lyngseidet, Tromsø o Alta.

### L'estació de recerca Fonnbu

Un dels grans projectes de l'NGI és l'**estació de recerca d'allaus Fonnbu**. Aquest edifici va ser creat l'any 1973, tot just quan es va començar a fer el control d'allaus, com a mitjà per estudiar d'una manera més propera les allaus. A causa d'un incendi, es va haver de reconstruir l'any 2005, aquest cop amb tot luxe per acollir els investigadors i fer que la seva estada fos al més agradable possible en un terreny tan inhòspit.

Està situada a les muntanyes d'Strynefjellet, ben a prop de la carretera que l'NGI té la tasca de protegir de les allaus. Aquí es duen a terme estudis del terreny per protegir la carretera en si, ja que travessa zones amb possibles allaus, i també hi ha una zona destinada a la creació intencionada d'allaus per estudiar-ne el comportament. Aquest experiment, moltes vegades fet per a l'àmbit europeu, en col·laboració amb altres institucions de recerca d'allaus, es realitza normalment un cop l'any a Ryggfonn, en una zona perfecta per a estudiar-ne la velocitat, la propagació i les conseqüències.

A la imatge es pot observar la situació de l'estació de recerca, tots els camins d'allaus que creua la carretera i, en blau, la zona on es duen a terme els experiments. A més, en color vermell, les zones que tenen un pendent de més de 30 graus, cosa que les converteix en zones propenses a desencadenar allaus.

Una de les funcions més importants que l'NGI duu a terme és l'elaboració de **mapes de risc d'allaus** per a la construcció d'edificacions. Qualsevol construcció requereix que

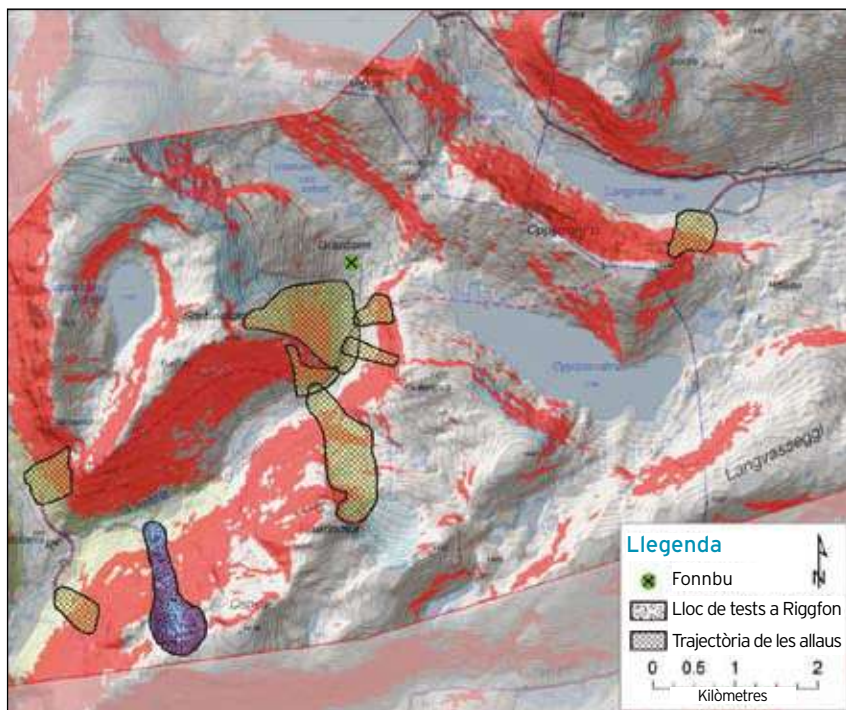
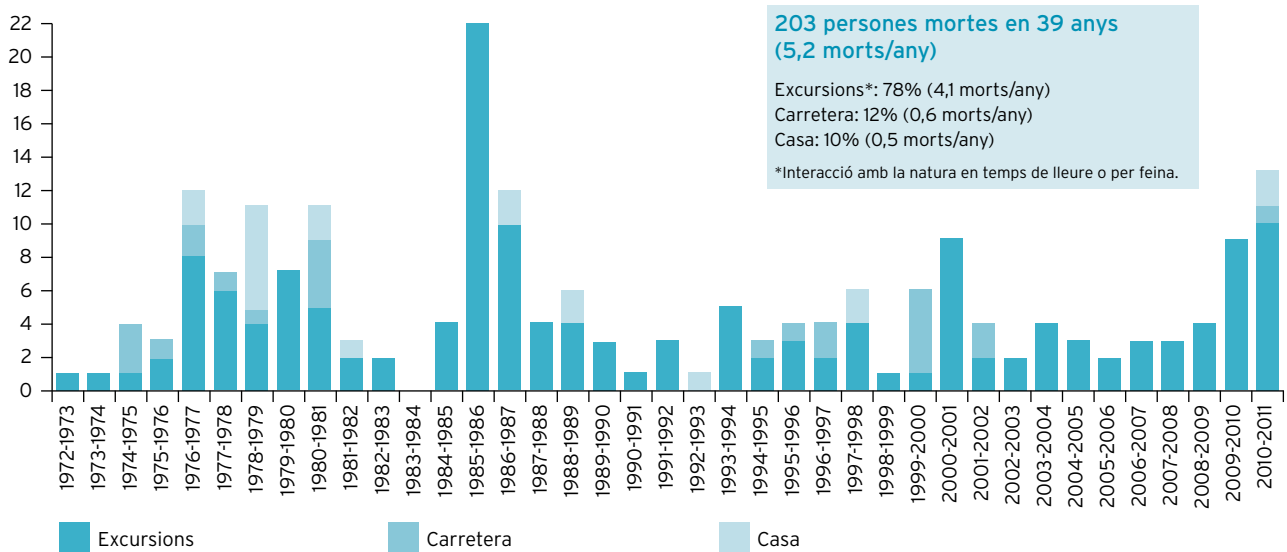




Figura 3. Víctimes mortals i allaus a Noruega els darrers 39 anys



s'elabori un mapa de risc per poder ser construïda de manera legal, i hi trobem tres categories diferents:

- S1: és la necessària per a construir garatges, magatzems i qualsevol edificació on no hi visqui ningú. Permet un període de retorn màxim de 3/1.000 anys.
- S2: destinada a cases unifamiliars, cabanes i construccions similars, amb un període de retorn de 1/1.000 anys.
- S3: la última és per a edificis plurifamiliars, urbanitzacions i qualsevol edifici que impliqui l'habitatge de més d'una família. El període de retorn és de 1/5.000 anys.

Els edificis públics com ara hospitals, escoles i altres han d'estar fora de tot perill.

Altres projectes de la secció d'allaus inclouen la pàgina web [www.snoskred.no](http://www.snoskred.no), on s'informa del nivell d'allaus, a més de recopiar informació del món de les allaus, així com informació pràctica. A més, s'elabora un informe postallau de cada episodi amb conseqüències, amb explicació a càrrec d'un tècnic, fotos de l'allau, testimonis i vídeos.

Finalment, en el marc d'un projecte de col·laboració amb institucions com la Universitat d'Oslo, la Universitat de Trondheim i l'NVE, l'organisme que controla l'aigua, les glaceres i l'energia, i altres, s'ha creat

la pàgina web [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), un recull de tots els tipus d'allaus i esllavissades en un mapa accessible a tothom que el necessiti.

### Resum de la temporada 2010-2011

La temporada 2010-2011 va ser una temporada tràgica pel que fa a les allaus a Noruega, amb 13 persones mortes, la pitjor dels últims 25 anys. Només és superada per la temporada 1985-1986, en què van morir 22 persones, però si tenim en compte que 11 van morir en unes maniobres militars de l'OTAN, ens farem una idea encara més rellevant de com n'ha estat, d'important, aquesta temporada en matèria d'allaus.

Dels 13 morts d'aquesta temporada, 10 han estat en sortides a la muntanya, tant per oci com per motius professionals, 1 per una allau que va arribar a la carretera i 2 en una allau que va arrossegar una casa fins al fons del fiord.

### Conclusions generals

Ja per acabar, les conclusions generals que es poden extreure són que l'NGI té un pressupost molt baix per tot el terreny que ha de cobrir. A més, l'orografia tan complexa del país i les diferències climatològiques del territori que ja he comentat abans no ajuden a realitzar la predicció d'una

manera senzilla. Cal sumar-hi, a més, la meteorologia canviant i inestable per la proximitat de l'oceà.

Això ha fet que es generessin alternatives privades més locals, com per exemple <http://snoskredvarsler.no>, que és un butlletí local de la zona de Romsdalen, una de les zones més famoses de Noruega per a esquiar i fer snowboard de muntanya, i que proporciona informació molt precisa sobre el risc d'allaus d'aquella zona.

Però aquesta temporada les coses han canviat. El govern noruec, a través de l'NVE, l'organisme que controla l'aigua, les glaceres i l'energia, passarà a controlar la predicció d'allaus. Hi destinarà 30 milions de corones noruegues, i s'elaborarà una predicció diferent per a cadascuna de les 23 zones seleccionades a tot el país. S'elaboraran 2 butlletins setmanals, els dilluns i els dijous, que es podran consultar a [www.varsom.no/no/Snoskredvarsler/Snoskredvarsling/](http://www.varsom.no/no/Snoskredvarsler/Snoskredvarsling/), triant la zona desitjada. Durant els propers dos anys estarà en període de proves, i l'NGI continuarà col·laborant en la predicció d'allaus, aportant el seu coneixement, el seu saber fer i la seva experiència d'aquests aproximadament quaranta anys d'estudiar la neu, les allaus i les seves conseqüències.

Per a més informació, no dubteu a contactar-me a: [victor.perise@gmail.com](mailto:victor.perise@gmail.com)

# Accidents per allau durant la temporada 2010-2011

**Jordi Gavalrà.** Nivòleg del Conselh Generau d'Aran. Membre de la Comissió d'Accidents de l'ACNA.

**Glòria Martí.** Nivòloga de l'Institut Geològic de Catalunya. Membre de la Comissió d'Accidents de l'ACNA.



Allau a La Cigalera (Val d'Aran), el 4 de març de 2011. Foto: J. Gavalrà.

Abans d'entrar en l'anàlisi dels accidents, és bo fer un advertiment sobre les dades que es presenten en aquest article. Cal tenir en compte que, si bé és fàcil enregistrar gairebé la totalitat dels accidents greus (aquells que provoquen morts o ferits) o que requereixen la intervenció dels equips de rescat, més difícil és tenir infor-

mació d'aquells accidents o incidents d'allaus que es resolen amb l'autorescat i que no tenen conseqüències físiques per als afectats. És per això que, per a tenir un registre més acurat dels accidents que es produeixen, cal que els mateixos afectats facin pública aquesta informació a través d'Internet (fòrums, blogs o a la web

de l'ACNA) o directament als organismes que s'ocupen a cada sector del recull d'aquesta informació.

Durant la temporada 2010-2011 s'ha enregistrar un total de 10 accidents d'allaus a l'Estat espanyol i al conjunt dels Pirineus, amb 2 persones mortes i 6 de ferides, tal i com veureu a la taula 1.

Taula 1. Llistat d'accidents per massissos i balanç global de la temporada

Temporada	Massís	Accidents	Persones mortes	Persones ferides	Total accidents	Total persones mortes	Total persones ferits
2010/2011	Pirineu andorrà				10	2	6
	Pirineu francès	2		1			
	Pirineu català	5		2			
	Pirineu aragonès	1	1				
	Sierra Nevada	1	1	2			
	País Basc	1		3			



**Taula 2. Llistat dels accidents per data i lloc. Inclou també l'activitat que feien durant l'accident i el grau de perill previst**

Data	Lloc	Persones afectats	Integrants	Activitat	Grau de perill previst
04/12/10	Cara Este Monte Anboto (Biscaia)	3 ferits	3	Alpinisme	-
23/01/11	Normal de Sabocos (Panticosa)	1 mort	2	Escalada en gel	?
01/02/11	Cara Est del Bastiments	1 ferit	1	Esquí de muntanya	3
21/02/11	Barranco de San Juan (Sierra Nevada)	1 mort	3	Alpinisme	-
04/03/11	Circ de Baciver (Naut Aran)	1 il·lès	2	Surf fora pista	4
05/03/11	Porté-Puymorens (Porté-Puymorens )	1 ferit	3	Esquí fora pista	3
09/03/11	Pic Ceciré (Luishones)	5 sense lesions	7	Esquí de muntanya	3
10/03/11	Estany Flamisella (Certascan)	1 ferit	-	Esquí de muntanya	2
13/03/11	Coma Oriola (Masella)	1 ferit	4	Esquí fora pista	3
13/03/11	Vall de Moró (Vall de Boí)	1 sense lesions	2	Esquí fora pista	4

### ACCIDENTES POR ALUD EN LA TEMPORADA 2010-2011

Ante todo hay que reconocer que no es fácil recoger toda la información sobre todos los accidentes o incidentes ocasionados por los aludes de nieve.

En la temporada 2010-2011 se ha registrado un total de 10 accidentes en el Estado español y en el conjunto de los Pirineos (vertiente francesa incluida), con 2 muertos y 6 heridos.

Todos los accidentes han ocurrido a causa del desencadenamiento accidental de placas de viento por las propias víctimas.

Marzo ha sido el mes con mayor accidentabilidad y los Pirineos la zona donde se contabiliza el mayor número de accidentes. Respecto al grado de peligro, es el MARCADO (3).

Destacamos que las 2 víctimas mortales practicaban alpinismo y no llevaban consigo el material de seguridad invernal.

La temporada 2010-2011 ha sido escasa en nieve y tardía, en el Pirineo ha nevado a finales de febrero en la vertiente norte y a inicios de marzo en la sur, y esta nieve ha caído sobre un manto escaso y con niveles de baja cohesión.

Aquesta és una xifra molt per sota de la mitjana anual de víctimes mortals, que se situa en 4 morts a l'Estat espanyol o 7 víctimes de mitjana al conjunt dels Pirineus. (Font: IGC.)

La totalitat dels accidents ocorreguts han estat causats per plaques desencadenades per les mateixes víctimes.

### Accidents ocorreguts durant la temporada 2010-2011

Quant a la distribució temporal, més de la meitat dels accidents es produeixen al mes de març, amb 5 casos, mentre que als mesos de desembre, gener i febrer, tradicionalment amb més accidents, tan sols se n'enregistren 4.

Els Pirineus són el massís amb més accidentalitat, amb 1 accident al Pirineu aragonès, 5 al Pirineu català i 2 al Pirineu francès. No tenim registres d'accidents ocorreguts a Andorra. Fora dels Pirineus, se n'ha produït 1 a Sierra Nevada i 1 al País Basc.

Tenint en compte les circumstàncies dels accidents, les activitats d'esquí i surf fora pista són les que concentren més accidents, amb 4; les segueix l'esquí de muntanya, amb 3, i l'alpinisme (que agrupa ac-

tivitats com l'escalada amb gel, neu o roca), també amb 3 accidents.

Crida l'atenció que les dues víctimes mortals s'han donat practicant l'alpinisme i que les víctimes en cap cas portaven el material bàsic de seguretat DVA, pala i sonda.

Respecte al grau de perill destaca el MARCAT (3) com el grau de perill amb més accidentabilitat. Aquest és l'índex en què es donen la major part dels accidents (més del 60% al Pirineu de Catalunya). També continuen donant-se accidents en altres massissos que no disposen de sistema de predicció d'allaus, com Sierra Nevada, o al País Basc.

La distribució de l'accidentalitat està molt relacionada amb l'evolució de les condicions nivometeorològiques de la temporada. Sense fer una anàlisi de la situació de cada accident, pot dir-se que la temporada va començar amb un important dèficit de neu al Pirineu, que va allargar-se fins a mitjan febrer. A finals de febrer al vessant nord del Pirineu i al començament de març al vessant sud, van produir-se les precipitacions més significatives de la temporada, que en general van caure sobre un mantell força escàs i amb nivells de baixa cohesió. ●

# CRÒNICA LLIBRES

## ACCIDENTES EN MONTAÑA Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Ramón Pascual Berghaenel

Como hemos dicho en diversas ocasiones, en la montaña el peligro cero no existe. En la montaña los factores que pueden presentar problemas para nuestra integridad física y también psíquica son diversos y pueden proceder de muchas vertientes. Una de ellas serían los procedentes de los efectos de la meteorología que pueden incidir en el momento de un accidente.

Ramón Pascual, meteorólogo de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), ha ido recogiendo concienzudamente y estudiando aquellos accidentes de montaña en los que la meteorología ha jugado un papel desencadenante, y los ha publicado en un libro de cien páginas.

Nos explica cuáles son estos riesgos meteorológicos. Tor-

mentas, aparato eléctrico, nevadas, vientos fuertes, temperaturas tanto muy altas como muy bajas, nieblas. Nos indica qué efectos directos e indirectos de cada meteoro afectan a todas aquellas actividades que se puedan realizar en el medio natural.

Empieza la selección de casos (7 casos) para el estudio en 1900, basándose en un artículo publicado en la revista *Muntanya* del Centre Excursionista de Catalunya en el año 1953, firmado por el Dr. Jordi Perelló. Describe cada accidente comentando la causa de muerte de las víctimas, el tipo de actividad que estaban realizando y las condiciones atmosféricas existentes.

Selecciona otro periodo, 1965-2005, con 47 casos, a nivel estatal, de accidentes que apare-



cieron en la prensa. También selecciona 72 casos del año 2005 en Cataluña, haciendo una descripción mensual de los mismos.

En el capítulo 6 hace un análisis del tipo de accidente/incidente. Expone las distintas tipologías y

su frecuencia de aparición y gravedad: ahogo (8 casos), impacto de rayo (8 casos), imposibilidad en la progresión (8 casos), hipotermia (17 casos), agotamiento, caídas a distinto nivel, pérdidas (58 casos), aludes (8 casos), etc.

En el capítulo 7.2 compara si la predicción que había previa a los accidentes era la correcta. También sugiere algunas medidas de prevención y mitigación del riesgo meteorológico en montaña.

Una completa bibliografía completa este interesante libro.

En la mayoría de las páginas del libro podemos observar fotografías del autor que reflejan en imágenes lo que nos está contando por escrito.

Ricard Llorens Badia

## Normes de publicació a NEU i ALLAU

Neu i Allaus és un òrgan d'expressió de l'ACNA, conjuntament amb l'indret web, i una eina de difusió de coneixements i experiències entre els aficionats i professionals implicats en les diverses temàtiques pròpies de l'associació. Si teniu material publicable d'interès per al col·lectiu i afí a les missions de l'ACNA, no dubteu a contactar amb la redacció de Neu i Allaus.

Per publicar a Neu i Allaus cal seguir les normes següents:

**Temàtica:** pot ser en tot l'espectre de treball de l'ACNA, amb un to divulgatiu o més tècnic segons el cas. Es valorarà el rigor del treball, la ponderació de les opinions, la capacitat de comunicació i l'interès que pugui suscitar. El consell de redacció es reserva el dret d'acceptar o declinar els textos rebuts, i a continuació farà les revisions i correccions que consideri oportunes, però en tot cas sempre potenciarà la interacció amb l'autor per a l'adequació òptima dels treballs al públic lector i la satisfacció de tot-hom. Segons la naturalesa de les aportacions s'estudiarà el canal més apropiat –entre la revista i el web– per a la seva difusió.

**Format:** cal enviar els textos en format digital editable estàndard.

**Idioma:** els textos es podran lliurar en qualsevol de les llengües pirinenques (català, aranès, castellà, euskera i francès) i en aquesta llengua seran publicades. Caldrà presentar també un resum de l'article en castellà, en cas que no sigui escrit en aquesta llengua.

**Autoria:** totes les aportacions aniran signades, i qualsevol ingredient del qual no se'n sigui autor estarà degudament identificat amb la referència de la font d'origen per a la seva cita o oportuna autorització. Els treballs seran inèdits o, si han estat publicats parcialment, l'autor notificarà aquest fet i lliurarà còpia del treball previ. És imprescindible acompanyar els treballs amb les dades de contacte de l'autor per tal que la redacció pugui contactar-hi.

**Il·lustracions:** les fotografies seran en format digital amb resolució original superior a 6 megapíxels, aspecte que sempre condicionarà la mida d'impressió. No s'acceptaran imatges baixades d'Internet, per la seva baixa qualitat i drets d'autor. Si les imatges són en paper o diapositiva cal que arribin digitalitzades a 300 ppp. Alternativament, es podran lliurar diapositives. En cas de croquis, figures o altres s'aportaran en format digital o, en el seu defecte, en paper i s'estudiarà la forma de digitalització apropiada. Totes les il·lustracions aniran acompanyades del peu de text explicatiu amb indicació del contingut i de l'autor, etc.

**Extensió:** hi ha tres modalitats de contribució:

- Article llarg: 6.000 paraules com a màxim (sense figures, amb figures haurien de ser menys)
- Article curt: 3.000 paraules com a màxim (sense figures, amb figures haurien de ser menys)
- Notícia: 750 paraules com a màxim (sense figures, amb figures haurien de ser menys)

Resum dels articles: 250 paraules com a màxim.

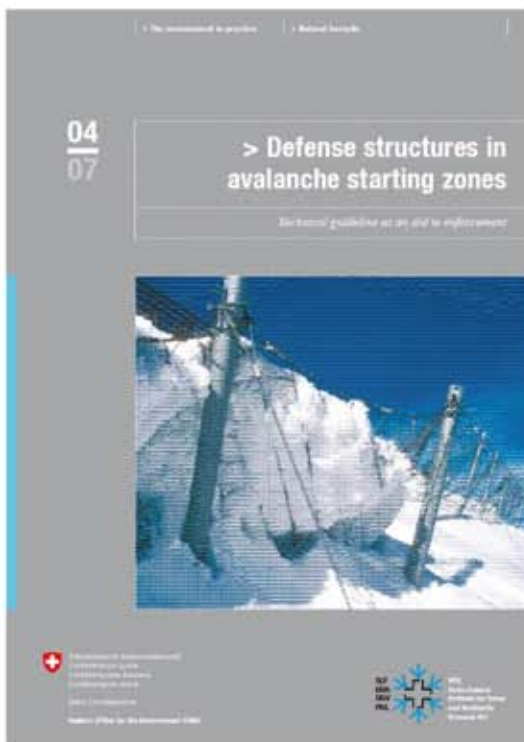
Enviament d'articles: envieu els articles a l'adreça: [prodesmunoz@gmail.com](mailto:prodesmunoz@gmail.com)





## Control de la generación de aludes de nieve con barreras flexibles

Las estructuras anti-aludes de Geobrugg, previenen la generación de aludes en las zonas de inicio, limitan la propagación de la fractura y el volumen del alud, produciendo una discontinuidad en la cobertura nivosa, y a la vez permite detener pequeños aludes impidiendo que vayan ganando dimensiones. La estructura se construye en hileras continuas sobre la totalidad del ancho generador y la longitud de la zona de comienzo de los aludes. La distancia entre filas o hileras es función de la inclinación de la ladera y de la profundidad de la nieve. Estas estructuras deben ser por lo menos iguales al espesor de nieve esperado para un periodo de retorno de 100 años.



### Geobrugg Ibérica, SAU

Calle Gomera 8, 1º B  
28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid)  
Tel. (+34) 916 592 830  
Fax (+34) 916 592 835  
info@es.geobrugg.com  
www.geobrugg.com



**T'agrada la neu?**  
**Coneixes les allaus?**  
**Associa't amb un clic:**

**[www.acna.cat](http://www.acna.cat)**



**ACNA**  
ASSOCIACIÓ PER  
AL CONEIXEMENT DE  
LA NEU I LES ALLAUS