Núm. 15 – Novembre **2023**

NiA

ACNA
Associació Coneixement Neu i Allaus

Neu i Allaus. Revista de l'Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus.



GESTIONAR EL RIESGO: DECIDIR CÓMO DECIDIR
Pàg. 18

JORDI TENAS RIDE IN PEACE
Pàg. 48

HOKKAIDO: EL MIRACLE DE LA NEU AL JAPÓ
Pàg. 54



06
Balanç nivometeorològic



12
El metamorfismo de la nieve



18
Gestionar el riesgo: decidir cómo decidir



26
Transición del turismo de invierno: ¿Qué dice la ciencia?



36
El servei austríac de control de torrents i allaus (WLV)



42
Resumen de la accidentalidad por aludes



62
L'observació remota i en temps real: eines de teledetecció per a la predicció d'allaus



68
Sistemes de comunicació i localització



70
Sabies que...? 5 curiositats sobre la neu que et volíem aclarir...

ÍNDEX



Jordi Tenas
Ride in peace

48

Hokkaido: el miracle de la neu al Japó



54

EDITA

ACNA
Associació Coneixement Neu i Allaus

Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus
www.acna.cat
info@acna.cat

Direcció *Neu i Allaus*: Aitor Díaz Anabitarte i Montse Bacardit Peñarroya
Consell editorial: Pere Oller Figueras, Oriol Prieto Martín, Maria Farré Domech, Albert Piqué Badia, Iban González Abadías
Redacció: Carretera de la Vall d'Aran, 31, 1r – 25595 Llavorsí
Dipòsit legal: B-9113-2018
ISSN: 2013-3227
Revisió lingüística: Coral Romà
Disseny i maquetació: www.alvarorubioc.com

Fotografia de portada: "*Fuerza*" *en el Pico Arnousse*. Primer premi del concurs Instagram d'ACNA. Autor: Endika Larrazabal.

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.



Editorial

La darrera temporada ha estat marcada per la falta de precipitacions i unes temperatures anòmales per l'estació. Les minses nevades que hi va haver a l'inici de l'hivern van dificultar la pràctica dels esports de neu a gran part del país. Ben entrat el mes de gener es van reactivar les nevades. A partir de llavors, les principals serralades van estar cobertes de neu fins a mitjan març, quan, un altre cop, l'anomalia climàtica va tornar a guanyar protagonisme i va repetir el patró de final d'any.

Aquests registres han posat sobre la taula la vulnerabilitat del nostre medi respecte als efectes del canvi climàtic. Els destins turístics de muntanya impulsats econòmicament per la neu miren amb preocupació els patrons climàtics que s'estan enregistrant i es comença a plantejar si el camí que s'ha recorregut i que s'està recorrent serà viable al llarg del temps. La comunitat científica és força clara amb el posicionament al respecte i amb les projeccions futures: la temperatura s'ha incrementat acceleradament i ho continuarà fent.

Pel que fa a l'economia, aquest nou context obliga els centres turístics basats en la neu a cercar noves estratègies per garantir la viabilitat dels projectes. Pel que fa a l'esport, redueix les opcions per practicar els esports de neu. Pel que fa a la societat, creix la incertesa per l'increment de la precarietat laboral. Finalment, tampoc no podem oblidar com afectarà aquest canvi a l'estabilitat de la neu... Doncs bé, no hi ha un consens respecte d'això. En altres paraules...: no en tenim ni idea! Creuarem els dits perquè a escala global ens conscienciem que el que estem fent amb el planeta ens està perjudicant seriosament, esperant que es prenguin les mesures adients per frenar aquesta tendència i estiguem a temps de revertir aquesta situació...

Però no tot són males noves. La bona és que durant la temporada atípica que hem deixat enrere no s'ha produït cap víctima mortal per allau al nostre país. No obstant això, sí que és cert que el nombre d'accidents no varia i es manté en els llindars dels registres anuals. Aquestes estadístiques ens obliguen, un cop més, a no abaixar la guàrdia i a conti-



Trobada de professores i professors ACNA a l'inici de la temporada 2022-2023 a la Vall d'Aran.

nuar treballant. I oferint una formació de qualitat, i explorant nous canals i eines de comunicació perquè els coneixements sobre la neu i les allaus arribin al major nombre de persones que interaccionen amb la muntanya hivernal. Cada cop són més els organismes públics i les empreses privades, tant a escala local com estatal, que inclouen el programa formatiu ACNA al seu currículum formatiu, tant per a integrants del seu equip, com per al seu alumnat.

Amb tot, un any més ens complau tenir a les mans una nova edició de la revista *Neu i Allaus*, fruit de la inestimable feina altruista de totes les persones que componen activament la comissió que dedica el seu temps, any rere any, a crear aquesta magnífica obra. Aquest cop dirigida per la Montse Bacardit, la revista ens brinda l'oportunitat de poder gaudir d'una sèrie d'articles molt interessants.

No podem deixar d'esmentar en aquest editorial que, darrere de l'ACNA, hi ha una sèrie de persones que treballem amb molt d'entusiasme perquè l'associació sigui una realitat i s'hagi convertit en un referent estatal. En nom de la Junta Directiva us donem les gràcies per formar part d'aquesta gran família polifacètica que uneix les seves energies per donar forma a l'ACNA.

Per concloure, us recordarem que aquest 2023 hi ha un canvi de junta directiva. El Pere Oller i l'Albert Piqué deixen els seus càrrecs per passar a ser socis numeraris. Esperem que les persones que en prenguin el relleu aportin noves idees i l'entusiasme que l'ACNA es mereix.

Sense més preàmbuls, us deixem amb la lectura de la quinzena edició de la *Neu i Allaus*. Gaudiu de la lectura!



Balanç nivo-meteorològic

Temporada 2022-2023 al Pirineu andorrà i català

Autors:
Guillem Martín Bellido, meteoròleg i predictor d'allaus del Servei Meteorològic d'Andorra
Montse Bacardit Peñarroya, predictora d'Allaus del Centre de Lauegi del Conselh Generau d'Aran

Segons les dades i observacions d'Andorra i Val d'Aran, la temporada d'hivern passada va caracteritzar-se per la manca de precipitacions i les altes temperatures. La sequedat associada, però, va afavorir la persistència de les capes febles als vessants obacs fins a la primavera.

DIVULGACIÓ



La persistència de la dorsal

L'inici del mantell nival continu va tardar a arribar. Al llarg de la tardor va anar fent petites nevades que només van resistir als indrets més alts i obacs dels cims del Pirineu. Així doncs, després d'una Castanyada inusualment càlida, un front va fregar el Pirineu i va deixar algunes nevades efímeres a principi de novembre, fet que es va repetir al voltant del dia 23. Aquestes van ser les excepcions fredes d'un novembre càlid i sec, que semblava que continués la tendència de les onades de calor de l'estiu. Les altes pressions que pujaven de latitud des del nord-oest d'Àfrica, acompanyades d'una massa d'aire càlid, continuaven persistint. A principis de desembre es va instaurar una fase negativa de la NAO, amb baixes pressions a la Península i l'anticicló a Islàndia. Però aquesta situació, amb flux dominant de sud-oest, només va portar nevades minses que, llavors sí, van començar a deixar un mantell de neu que perduraria fins a la primavera. Les temperatures al voltant de les normals, o com se'n podria dir ara, el "nou fred", es va mantenir fins al dia 17 de desembre, fet que va permetre a la tecnologia, l'aigua emmagatzemada i l'energia elèctrica suplantar la falta de neu natural per cristalls de gel que formaven unes contrastades vies blanques a les muntanyes explotades comercialment. Però a partir de llavors i fins el dia de Reis va instaurar-se de nou una potent dorsal anticiclònica[1] que va deixar un Nadal ben càlid.

Nevades minses a partir de mitjan gener

Amb un mantell de neu escàs als vessants nord, la neu facetada era la protagonista de les muntanyes obagues del Pirineu i feia preveure problemes d'allaus de neu seca si arribaven episodis abundants. Aquests, però, no van arribar a la meitat oriental dels Pirineus, amb excepció de les nevades de Reis a l'Alta Ribagorça. Als vessants sud, en canvi, la vegetació d'alta muntanya patia la sequedat i l'efecte del sol sense la protecció de la neu.

La segona quinzena de gener va ser més freda, amb alguns episodis de nevades menys rellevants a Andorra (fins a 32 cm de neu nova en 4 dies a Ransol) però més rellevants a l'Aran i al vessant atlàntic (més d'1 m de neu nova acumulada a Comalada). Aquestes nevades, de més abundants a més febles i minses com més a l'est i al sud del Pirineu, van continuar caient fins a principis de febrer, agreujant la formació de capes febles que anaven quedant enterrades.

Aquestes nevades, amb cautela, van permetre obrir terreny i fer viables més rutes d'esquí de muntanya i, als dominis comercials, obrir més quilòmetres, amb l'ajuda impagable dels recursos naturals. Tanmateix, la humitat ambiental no era abundant ja que la configuració atmosfèrica venia dominada per l'anticicló de l'Atlàntic, que portava al Pirineu vent de nord i sovint les precipitacions que ens afectaven eren simplement orogràfiques. És a dir, el vent, en trobar-se la serralada pirinenca, ascendeix i la humitat es condensa. Però majoritàriament no hi havia una humitat abundant en tota la columna d'aire que afavorís les precipitacions generalitzades i abundants. Això sí, aquesta situació era la idònia per anar enterrant les capes febles, pel metamorfisme de la neu seca i per la formació de plaques de vent reactives.

Al llarg del mes de febrer l'anticicló de l'Atlàntic va continuar sent el protagonista. Les oscil·lacions de temperatura venien donades pel seu moviment. Quan s'aproximava i guanyava força, les temperatures pujaven notablement i provocaven problemes de neu humida als vessants sud, mentre que quan s'allunyava permetia l'entrada d'una massa d'aire més freda, normalment continentalitzada. D'aquestes entrades fredes s'ha de destacar la massa d'aire siberià que ens va afectar a finals de mes i que va registrar temperatures de -20,6 °C a les Fonts d'Arinsal (2.681 m) i -15,6 °C a Comalada (2.075 m), els valors més baixos de l'hivern. Tot i que ens poden semblar registres molt freds, és habitual que en aquestes altures es registrin aquests valors al llarg de l'hivern. De fet, el que no és habitual és que es registri només un dia. Amb aquesta glopada d'aire siberià, va entrar una nevada més minsa a Andorra (10-20 cm en quatre dies a Ransol) i una mica més generosa a l'Aran (30-40 cm).

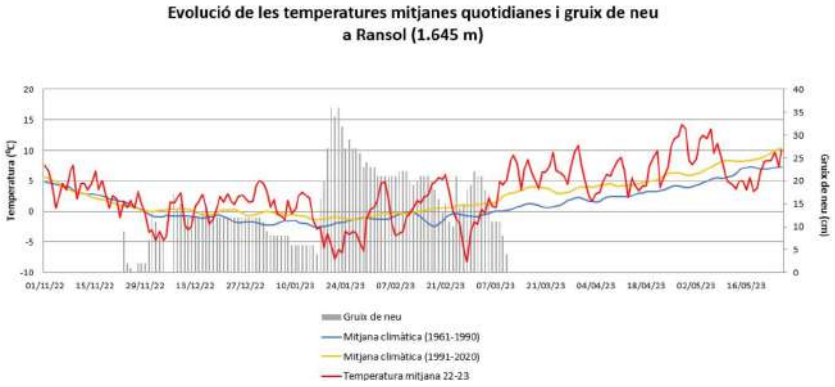
[1] Una elongació en forma d'"U invertida" d'un centre d'altes pressions que porta temps estable i sec.

Primavera càlida i seca

Després de l'episodi siberià amb algunes nevades de finals de febrer, el març va començar amb un repunt brusc de les temperatures i la primera entrada d'aigua líquida a l'interior del mantell, que reactivaria les capes febles enterrades. Així, només començar la primavera meteorològica, es van registrar nombroses allaus accidentals entre els dies 2 i 4 a Andorra.

També cal destacar l'episodi de plaques humides naturals del 12 i 13 de març a l'Aran, a causa d'un episodi de sud que va causar una nevada densa seguida de pluja abundant fins a cotes altes. En aquest episodi es va produir l'única entrada i deposició de pols sahariana de la temporada, que sense que tingués la mateixa quantitat que les de la temporada anterior (2021-2022) sí que va tornar a deixar la superfície de la neu lleugerament marró (fotos 1 i 2).

A partir d'aquí, el gràfic 1 confirma l'agonia de la neu al llarg de la primavera. A Ransol es va registrar la fosa més prematura del mantell de neu de l'hivern, el 14 de març, i a Comalada va ser el 2 d'abril. Les muntanyes anaven quedant ràpidament sense neu, i la qualitat per circular amb seguretat era molt dolenta, ja que l'escàs gruix de neu i la poca cohesió provocada pels grans facetats i/o humitejats la feien poc resistent.



Gràfic 1a. Evolució de la temperatura mitjana diària a Ransol (1.645 m) durant la temporada 2022-2023 en comparació amb la mitjana climàtica de dos períodes diferents. A l'eix secundari es mostra l'evolució del gruix de neu del conjunt de la temporada. Font: Servei Meteorològic Nacional.

El final de la temporada comercial va ser un calvari, només salvat per l'habilitat dels maquinistes i la possibilitat de tornar a beneficiar-se de la tecnologia a principis d'abril gràcies a algunes nits amb humitats extremadament baixes. Fora d'aquestes àrees comercials, les opcions per esquiar per mitjans propis, sense alteració de la natura ni dels processos naturals, quedaven molt reduïdes.

L'escàs gruix de neu es va traduir en cabals de rius que amb prou feines van notar el desgel tot i l'arribada de la primavera. El gràfic 2 ens mostra l'evolució del cabal del riu Valira al seu pas per la Seu, però aquest cas és extrapolable a les altres conques del Pirineu. Només un juny plujós va salvar, temporalment, algunes conques.

L'estiu càlid i sec que sembla no acabar-se fins ben entrada la tardor ens aboca a l'estació més seca de l'any, l'hivern, amb reserves hídriques sota mínims i nivells similars a la sequera del 2007.

Sequera

Una temporada amb poca neu ens porta a parlar, indubtablement, de sequera. La vegetació i la fauna salvatge en són els primers i els més perjudicats, però com a persones pertanyents a una societat molt avançada, hem de ser conscients de la magnitud del problema. Els conreus de les zones més fèrtils de la Península ho pateixen. Pateixen la sequera meteorològica, però també pateixen la reducció dels cabals dels rius a causa de l'absència de neu, com hem vist amb el tancament del canal d'Urgell i els pantans sota mínims.

Amb aquesta situació és lògic qüestionar seriosament la idoneïtat de certes activitats econòmiques, ja que és difícil justificar la desconnexió d'una realitat cada cop més inviable només amb la indústria del turisme.

I és que no hem d'oblidar que el que fem amb l'esquí és gaudir, i lucrar-nos, d'un recurs natural escàs i molt preuat, ecològicament parlant. Cal fer una reflexió profunda sobre el fet que la satisfacció comercial d'aquesta temporada de rècords (la 2022-2023) sigui inversament proporcional a l'equilibri dels ecosistemes. No hauria

de ser tan rendible gastar energia amb tanta facilitat fabricant i movent neu, ni esgotar reserves d'aigua, per més que algunes d'elles, i només algunes, siguin basses artificials construïdes amb aquesta finalitat.

Balanç final

En conjunt, a la temporada d'hivern 2022-2023, que es pot qualificar com a seca quant a precipitacions, nevades, gruixos i cobertura de neu, així com innivació, s'hi poden distingir tres períodes.

El primer, fins a principis de gener, amb persistència de la dorsal anticiclònica i l'aire càlid provinent del nord d'Àfrica. Amb aquest patró, sembla que la inèrcia tèrmica de les corrents oceàniques ascendents per l'Atlàntic a través de l'oest d'Àfrica, i que amplifiquen les onades de calor a l'estiu, persisteix fins ben entrat l'hivern, com sembla repetir-se aquesta tardor.
El segon període el podríem definir entre mitjan gener i principis de març, amb episodis hivernals que porten variabilitat meteorològica i les nevades més rellevants.



Gràfic 1b. Evolució del gruix de neu (línia contínua) a Comalada (2.075 m) durant la temporada 2022-2023. El mantell de neu hivernal es desfà completament a primers d'abril. Com a referència, la línia discontínua indica el gruix de neu mitjà i les línies de punts indiquen el màxim i el mínim de la sèrie de dades per la data. Font: Centre de Lauegi, Conselh Generau d'Aran.

I per últim, el tercer, a partir del març, amb una primavera sense gaires rèpliques de l'hivern que acaba amb una retirada del mantell de neu molt prematura.

A escala global, sembla que les repetides onades de calor als estius i l'augment desenfrenat de la temperatura dels oceans està escurçant l'hivern, i les nevades queden a mercè de l'ondulació de la corrent en jet, amb el perill de ser afectades per la fase càlida d'aquesta ondulació dominada per l'oscil·lació de l'Àrtic. L'any passat, justament, aquesta oscil·lació va caracteritzar-se per una corrent en jet forta i un vòrtex força estable. Podríem dir que va haver-hi una manca d'ondulacions de la circulació general atmosfèrica que va impedir que ens arribessin masses d'aire polars. Aquesta manca d'ondulacions del jet també va afavorir la manca d'invasions de pols en suspensió marcades, com ha passat altres temporades.

Pel que fa a les allaus, els episodis més importants van estar concentrats principalment entre el febrer i el març. Aquests episodis han estat marcats per les capes febles persistents activades en episodis de formació de plaques de vent als vessants obacs i per la neu humida als vessants assolellats. També s'ha de destacar l'episodi breu però intens de plaques humides de mitjan març (reactivació de les capes febles persistents per entrada d'aigua líquida al mantell de neu) i la continuada activitat de lliscaments basals durant tota la temporada, coincidint amb els períodes amb temperatures anormalment altes.

Perspectives per a l'hivern 2023-2024

Si fem una previsió estacional mirant només els mapes d'anomalies mensuals (temperatures i precipitació), ens quedarem a la superfície i no acabarem d'entendre com pot comportar-se l'hivern a través dels diferents episodis meteorològics. A més, en un context de canvi climàtic, cada vegada més, els mapes d'anomalia de temperatura tenen pocs més colors que el vermell, o el morat. Com hem vist, registrar temperatures més altes del normal (anomalies positives) no és incompatible amb tenir neu a les muntanyes.



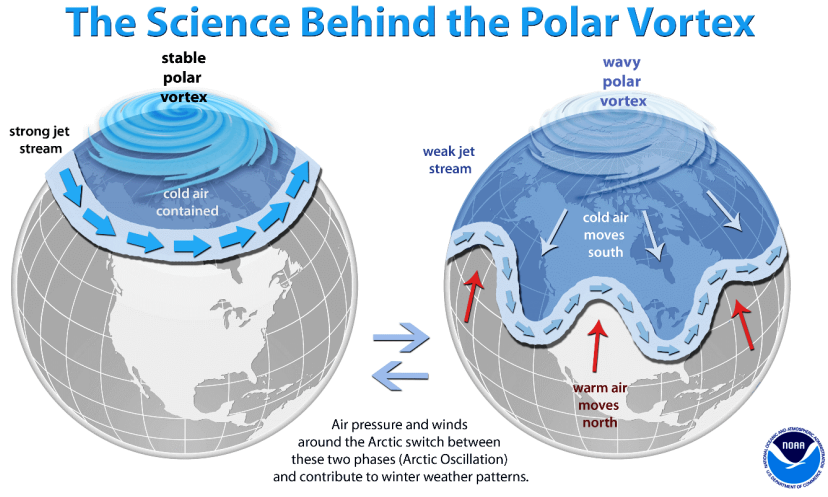
Gràfic 2. Evolució del cabal mitjà diari del riu Valira a l'alçada de la Seu d'Urgell en comparació amb la mitjana calculada entre el 1998 i el 2017. Font: SAIH-Ebro.

Per tenir neu, el més important és tenir precipitacions, i aquestes venen marcades pels patrons sinòptics i el tipus de circulació atmosfèrica a què estarem sotmesos.

Com ja vam fer en aquest mateix apartat la temporada passada, ens fixarem en les principals tres teleconnexions que marquen la circulació atmosfèrica al Pirineu. Tot i així, no podem oblidar la influència que tindrà un marcat fenomen del Niño a l'Oscil·lació Àrtica, que determina el famós vòrtex polar. Començarem per aquesta teleconnexió, l'Oscil·lació de l'Àrtic (AO). Recordem que a la nostra latitud és més fàcil tenir fenòmens hivernals amb un jet més feble que amb un jet més fort, ja que d'aquesta manera l'aire polar pot baixar més de latitud (imatge 1).

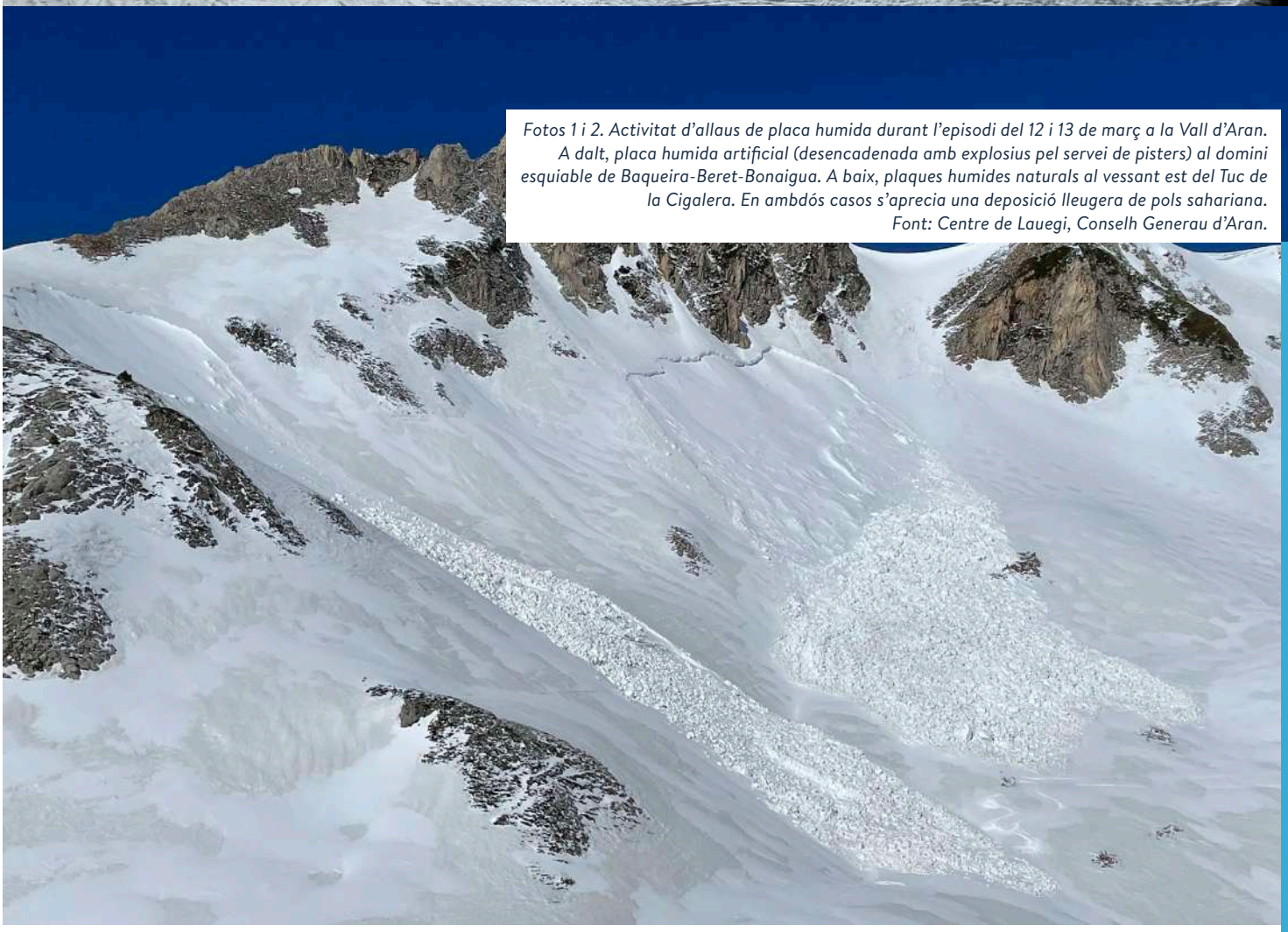
Sota una fase potent del Niño, aquest proper hivern és probable que aquesta oscil·lació (AO) estigui en una fase negativa, és a dir, que tindríem una atmosfera més semblant a la imatge de la dreta, amb fortes ondulacions de la corrent en jet. Ara bé, per saber si majoritàriament tindrem l'afectació de dorsals anticiclòniques o de tàlvegs, hem de mirar les altres dues teleconnexions, l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord (NAO) i la del Mediterrani Occidental (WeMO). Es preveu que a la primera, aquest hivern domini la fase negativa de la NAO, és a dir que sigui més habitual tenir baixes pressions a l'oest de la península Ibèrica que a Islàndia. Aquest tipus de situació pot afavorir l'afectació de tàlvegs de les ondulacions del jet a sobre de la península Ibèrica. Alhora, l'Oscil·lació del Mediterrani Occidental es preveu que comenci sent neutra o lleugerament negativa al novembre (baixes pressions a la Península respecte al nord del mar Adriàtic), mentre que aquesta tendència s'aniria revertint a mesura que avanci l'hivern.

Així doncs, amb una corrent del jet feble i una fase negativa de la NAO, és més probable que tinguem un hivern amb fenòmens hivernals intensos i més o menys recurrents. Ara bé, l'inici de l'hivern pot tardar una mica a arribar, atesa la inèrcia tèrmica dels oceans que encara impulsen masses d'aire tropicals a sobre de la Península durant la tardor i una fase lleugerament negativa de la WeMO fins al novembre, que pot afavorir la formació de depressions aïllades de la circulació general atmosfèrica que no deixin gaires precipitacions al Pirineu. Posteriorment, podríem tenir una temporada hivernal més normal, una bona notícia que esperem que es compleixi pel que fa a les reserves d'aigua.



*Imatge 1. SEQ "Imatge" *Arabic 1. A l'esquerra, corrent del jet més forta i, per tant, lineal a causa d'un vòrtex estable. A la dreta, la fase negativa, una corrent del jet més feble a causa d'un vòrtex inestable, que facilita el desallotjament de l'aire polar cap a latituds més baixes. D'aquesta manera, la circulació general atmosfèrica està formada per variacions periòdiques de dorsals anticiclòniques (irrupcions de masses d'aire tropicals en forma d'"U" invertida") i tàlvegs (entrades d'aire fred en forma de V).*





Fotos 1 i 2. Activitat d'allaus de placa humida durant l'episodi del 12 i 13 de març a la Vall d'Aran. A dalt, placa humida artificial (desencadenada amb explosius pel servei de pisters) al domini esquiable de Baqueira-Beret-Bonaigua. A baix, plaques humides naturals al vessant est del Tuc de la Cigalera. En ambdós casos s'aprecia una deposició lleugera de pols sahariana. Font: Centre de Lauegi, Conselh Generau d'Aran.

El metamorfismo de la nieve

Este artículo es un breve glosario explicativo de los procesos que determinan el cambio de los cristales de nieve en el manto nivoso. El póster incluido en la parte central de la revista es el complemento ilustrado del artículo, que describe los distintos tipos de granos y resume los procesos que actúan entre ellos.

Cuando hablamos de *metamorfismo* de la nieve nos referimos al cambio o transformación de los cristales en el seno del manto nivoso. Desde su formación en la atmosfera hasta su fusión al final del invierno, los cristales de nieve evolucionan y cambian continuamente. El manto nivoso está en constante dinamismo debido a los múltiples cambios producidos por la sublimación y deposición de vapor de agua, la fusión y la congelación, la compactación debida al peso del mismo manto nivoso, la redistribución del viento, la difusión en los límites de los granos, etc. Así, los cristales de nieve cambian en tamaño y forma, alterando de esta manera sus características físicas y, por lo tanto, su comportamiento dentro del manto nivoso.

La comprensión de estos procesos es fundamental para estimar la inestabilidad de la nieve y el peligro de aludes. Los centros de predicción monitorean continuamente estos cambios para entender mejor la estructura del manto nivoso en su región, y así poder prevenir mejor las tensiones y los puntos donde puede ser más débil.

Los procesos de metamorfismo se dividen en dos grandes grupos: el metamorfismo de nieve seca, cuando no hay agua en forma líquida en el manto, y el metamorfismo de nieve húmeda, cuando sí que hay presencia de agua en estado líquido en el manto. Aquí va una breve explicación de los citados procesos.

Autores: Nil Terés y Montse Bacardit



Foto 1: Escarcha de superficie en Whistler, diciembre 2013. Foto: Montse Bacardit.

Metamorfismo de nieve seca

Facetado
El grano facetado (facetas o *gobelets*) está causado por fuertes gradientes de presión de vapor en el manto de nieve, que se forman como resultado de fuertes gradientes de temperatura (ver *gradiente de temperatura* en la pág. 16). El vapor de agua se desplaza de las regiones con alta presión de vapor a las regiones con baja presión de vapor. Este movimiento de vapor de agua cambia la forma de los granos de nieve a cuadrados, copas u otras formas angulares y tridimensionales que no se adhieren tan bien a los granos circundantes. Este proceso suele producirse cerca de la superficie de la nieve, alrededor de las costras o cerca del suelo. A veces, todo el manto de nieve puede facetarse durante olas de frío prolongadas o en un manto de nieve poco profundo.

Redondeo
El redondeo se produce bajo gradientes débiles de temperatura y presión de vapor, que son más comunes cuando el manto de nieve es relativamente profundo y/o cálido (i.e. poco frío) (ver *gradiente de temperatura* en la pág. 16). En estas condiciones, el vapor de agua se deposita preferentemente entre los granos de nieve, ayudando a que se adhieran, o en las concavidades de los cristales de nieve. El redondeo hace que la capa de nieve sea más compacta y resistente.

Atención, importante para llevarse a casa:

¿Cómo se interpreta la nieve redondeada y la facetada en el manto de nieve? Un manto de nieve uniformemente redondeado no es un problema; de hecho, es la situación ideal para unas condiciones seguras de avalancha. Sin embargo, el problema surge cuando hay granos de nieve redondeados que forman una placa fuerte y cohesiva sobre una capa más débil, como facetas o escarcha profunda, que tarda más en fortalecerse.

¿Cómo podemos identificar la nieve redondeada respecto a la facetada? Se pueden identificar los granos redondeados en un perfil de nieve observando su forma bajo una lupa; a menudo parecen cacahuetes agrupados. Si los haces rebotar en tu mano enguantada, tienden a agruparse como la harina, en lugar de rebotar y caer entre tus dedos como el azúcar, que en este caso sería la nieve facetada.

Cohesión (o sinterización)
La cohesión o sinterización es el proceso de formación de enlaces entre los granos de nieve, tanto dentro de una capa como entre capas adyacentes. Los granos de nieve seca se unen entre sí debido a su descomposición causada por el viento, la compactación mecánica, la difusión en los límites de los granos y el redondeo debido al movimiento del vapor de agua (que hemos explicado arriba). El proceso depende de la temperatura y es mucho más lento con temperaturas frías (muy negativas) respecto a suaves (próximas a 0 °C).

Atención, importante para llevarse a casa:

La **estabilidad del manto de nieve** mejora a medida que las capas débiles se sinterizan o se unen con las capas adyacentes. En el caso de las capas situadas a pocos metros de profundidad, los tests de estabilidad proporcionan información general sobre el grado de adherencia de las capas que forman el manto. Cuanto más profunda sea la capa en cuestión, menos informativas serán estas observaciones. La observación de la dureza de las capas, la forma y el tamaño de los granos nos aporta información relevante sobre la estructura del manto nivoso y por lo tanto su cohesión.

Asentamiento
El asentamiento es el proceso de consolidación de la nieve, ya sea debido a la fuerza de la gravedad, que reorganiza los granos de manera que hay más puntos de contacto entre sí, o como resultado del metamorfismo de redondeo explicado anteriormente. En ambos casos, la nieve se vuelve más densa y resistente a nuevas sobrecargas. El asentamiento puede producirse con bastante rapidez en la nieve nueva. Por ejemplo, una tormenta puede dejar caer 30 cm de nieve en polvo de muy baja densidad y, al día siguiente, sobre todo si hay un ascenso progresivo de temperatura hacia valores cercanos a los 0 °C, esa misma cantidad de nieve puede haberse asentado unos centímetros. Este fenómeno se puede apreciar a simple vista ya que se forman “conos” de nieve alrededor de los árboles debido a este fenómeno.

Atención, importante para llevarse a casa:

Aunque el asentamiento rápido puede formar placas y provocar inestabilidades superficiales temporales en la nieve nueva caída, generalmente con algo más de tiempo conduce a un manto nivoso más fuerte y estable. Sin embargo, las capas débiles de nieve facetada y también escarcha de superficie son más resistentes a este proceso, de aquí viene que su debilidad sea persistente.

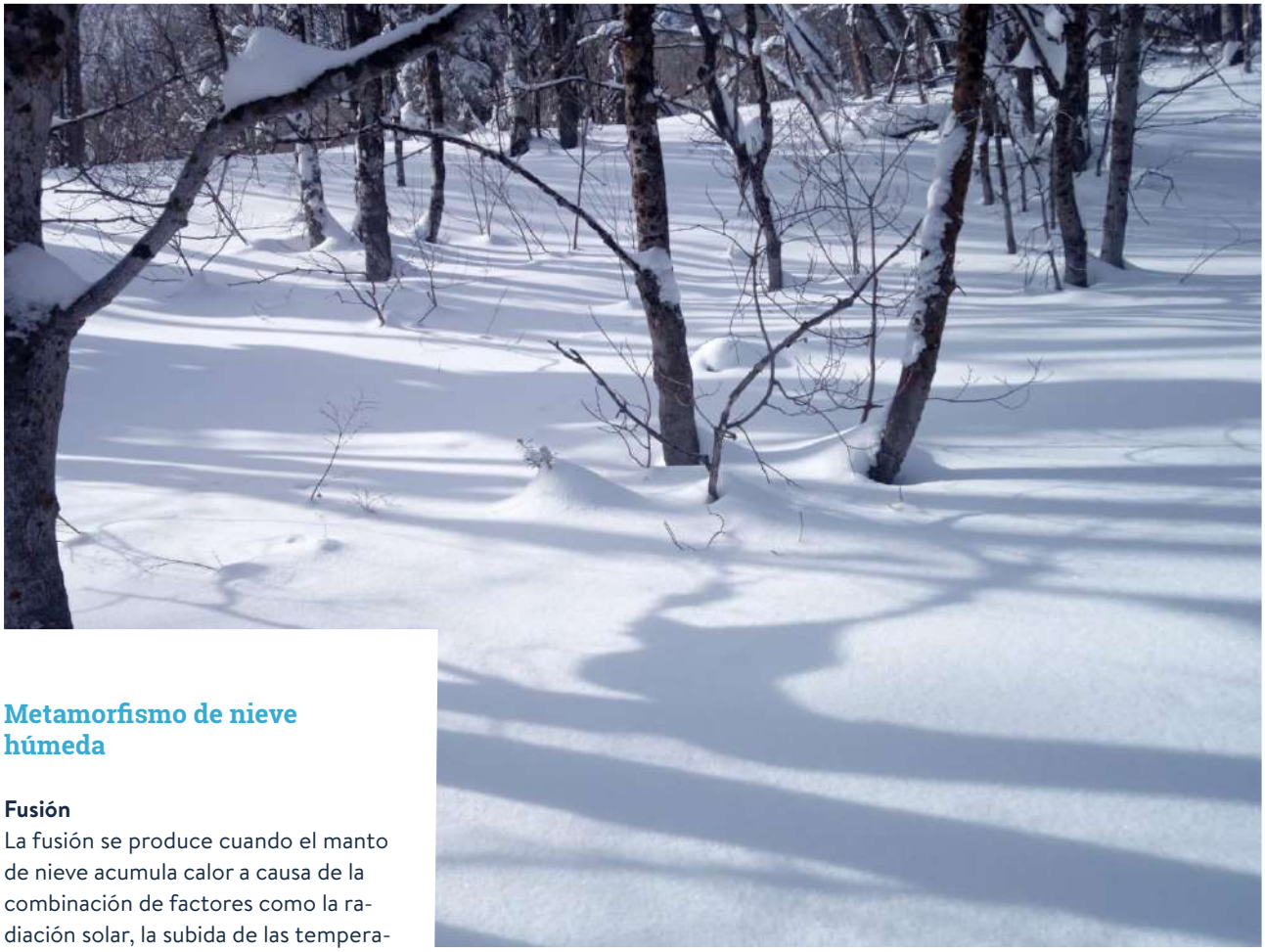


Foto 2. Se observan conos de asentamiento alrededor de los árboles. Utah, USA. Foto: Nil Terés.

Metamorfismo de nieve húmeda

Fusión
La fusión se produce cuando el manto de nieve acumula calor a causa de la combinación de factores como la radiación solar, la subida de las temperaturas, el flujo de aire o lluvia sobre la nieve. Pequeñas cantidades de agua líquida pueden reforzar las capas de nieve al añadir cohesión entre ciertos tipos de nieve o después de que los granos húmedos se vuelvan a congelar formando costras. Por el contrario, un exceso de agua de fusión puede romper las uniones del manto nivoso, disminuir su cohesión y, por lo tanto, su resistencia y actuar como causante de actividad de avalanchas de nieve húmeda.

Atención, importante para llevarse a casa:

Cuando podemos hacer una bola de nieve con la mano al presionarla ligeramente este ya es un indicador de humedad en esta nieve. Cuando el guante queda mojado ya quiere decir que la nieve contiene una cantidad relevante en forma de agua líquida, que hace disminuir su cohesión.

Fusión-congelación
Es debido a la incorporación de agua en estado líquido dentro del manto nivoso por fusión. Cuando esto ocurre seguido de un enfriamiento posterior de la nieve, el agua líquida se congela creando puentes de hielo muy fuertes entre los cristales de nieve. Los procesos más comunes son los siguientes:

Costras de fusión y congelación (i.e. rehielo): se deben a que la superficie de la nieve se derrite o se humedece por temperaturas positivas y/o cercanas a los 0 °C y, posteriormente, se vuelve a congelar. El espesor y la dureza de estas costras dependen de la cantidad de agua disponible para volver a congelarse y de la intensidad de la congelación.

Costras de lluvia: se forman por la congelación de la lluvia depositada en la superficie de la nieve. Se caracterizan por tener una superficie dura y fina, a menudo quebradiza, que se forma en todas las orientaciones por debajo de la transición lluvia/nieve. El grosor y la resistencia de estas costras pueden variar drásticamente con la altitud.

Costras de sol: son un tipo de costra de fusión y congelación que se forma por el calentamiento de la radiación solar cerca o en la superficie de la nieve. A diferencia de las costras de lluvia, las costras solares solo se forman en laderas que reciben mucho sol, por lo que su presencia depende de la orientación, el ángulo de la pendiente y la sombra que proyectan los árboles

o las características del terreno circundante. Las costras solares suelen ser superficies finas y quebradizas, que se forman cuando la radiación solar funde una capa de nieve cercana a la superficie y ésta se vuelve a congelar por enfriamiento radiactivo.

La nieve primavera, o maíz: Este tipo de nieve está compuesta por granos que han sufrido múltiples procesos de fusión-congelación. Los granos de nieve de deshielo aumentan de tamaño a medida que maduran y empiezan a adoptar una forma similar a la del maíz, como suele denominarse este tipo de nieve en América del Norte.

Atención, importante para llevarse a casa:

Sí, las costras en superficie son "terribles" desde el punto de vista de la progresión con esquís y disfrutar de los descensos, pero también tienen una función importante a la hora de comportarse como capas fuertes que estabilizan capas débiles peligrosas más profundas.

Para esquiar con el mayor disfrute posible la nieve primavera es necesario una buena recongelación durante la noche y programar el descenso cuando sólo se hayan ablandado los primeros centímetros. A medida que la profundidad de la fusión aumenta alo largo del día, las posibilidades de que se produzcan avalanchas de nieve húmeda pueden aumentar rápidamente.

Gradiente de temperatura

El gradiente de temperatura dentro del manto nivoso es un concepto importante en la ciencia de la nieve, porque impulsa el metamorfismo, o los cambios de los cristales de nieve de las capas en el manto nivoso.

Ahora piensa en la calefacción de una habitación fría. Si enciendes la calefacción, el aire caliente empieza a migrar y a mezclarse con el aire frío hasta que la habitación se calienta. El manto de nieve intenta constantemente establecer temperaturas de equilibrio, por lo que el aire caliente cargado de vapor de agua migra hacia el aire frío. Esta transferencia de vapor de agua impulsa el metamorfismo de la nieve a escala microscópica. Los gradientes de temperatura fuertes hacen que una capa de nieve se fracture, o se debilite. Por el contrario, un gradiente de temperatura débil permite que la nieve se redondee y se fortalezca. Los gradientes de temperatura se forman a partir de diversos procesos térmicos en la nieve que añaden o quitan calor. El calor en el manto nivoso puede proceder del suelo caliente, de la aportación solar, de la lluvia o de temperaturas cálidas. El enfriamiento del manto nivoso puede deberse a temperaturas frías o al enfriamiento radiactivo de la superficie de la nieve bajo cielos despejados. Si los procesos de calor y enfriamiento confluyen en un corto espacio de tiempo, pueden formarse fuertes gradientes de temperatura en el manto nivoso.

Atención, importante para llevarse a casa:

Se considera un gradiente fuerte de temperatura cuando hay una diferencia promedio de por lo menos 1 °C por 10 cm de espesor de nieve. Se considera un gradiente débil de temperatura cuando hay una diferencia de menos de 1 °C por 10 cm de espesor.

Podemos estimar el gradiente de temperatura midiendo la temperatura de la nieve a distintitas profundidades con un termómetro de contacto de un decimal de precisión. Para el proceso de facetado en o cerca de la superficie, es especialmente interesante medir el gradiente de temperatura en los primeros 10 cm desde la superficie de la nieve. Y como protocolo en general, continuamos cada 10 cm hasta el suelo, donde debemos encontrar una temperatura de alrededor de 0 °C.

Efecto del viento

El viento desempeña un papel importante en el metamorfismo de la nieve. El viento modifica el manto nivoso al romper o erosionar físicamente los granos de nieve y al redistribuirlos heterogéneamente. En terrenos expuestos al viento, éste suele dictar la distribución espacial de las placas y las capas débiles. Los vientos pueden dañar o erosionar las capas débiles. Las placas crecen o disminuyen debido a los cambios en los patrones del viento. El viento altera la textura y la dureza de la superficie de la nieve, formando capas de partículas lisas, duras y compactas (costras de viento o placas de viento) y superficies rugosas y texturadas (sastrugi).

Atención, importante para llevarse a casa:

En nuestra progresión en terreno de avalanchas debemos prestar atención en todo momento a los efectos del viento en la nieve. Identificar las zonas erosionadas como terreno seguro y, por el contrario, las zonas de deposición como sospechosas, sobre todo si la carga es reciente.

Escarcha de superficie

La escarcha de superficie es un tipo de grano fácilmente identificable, delicado pero potencialmente peligroso, que se forma en determinadas condiciones invernales. Estas frágiles estructuras de hielo se desarrollan durante las noches despejadas de invierno, cuando se alinean varios factores. En primer lugar, los cielos despejados permiten que la superficie de la Tierra irradie calor rápidamente a la atmósfera, haciendo que la temperatura cerca del suelo descienda considerablemente. Al mismo tiempo, una capa de aire húmedo cerca de la superficie es esencial para la formación de escarcha superficial. Esta humedad, a menudo provocada por inversiones de temperatura, se congela directamente sobre la superficie de la nieve, cristalizando en estructuras parecidas a plumas o hojas. Los cristales de escarcha superficial varían de tamaño, normalmente entre unos pocos milímetros y varios centímetros, y crecen verticalmente sobre la superficie de la nieve, creando un espectáculo invernal impresionante pero potencialmente traicionero.

La escarcha superficial supone un riesgo significativo en las regiones propensas a las avalanchas debido a su papel en la creación de capas débiles en el manto de nieve, si es enterrado. Estas capas débiles pueden persistir durante largos periodos de tiempo. Por eso, los profesionales de las avalanchas vigilan de cerca la presencia de escarcha superficial y su distribución en el manto de nieve.

Fuentes

- Sommerfeld, R. A. y LaChapelle, E. (2017, January 30). “The classification of Snow Metamorphism”. *Journal of Glaciology*. Cambridge Core.
- Muster, P. (sense data). “Snow metamorphism”. SLF. https://www.slf.ch/en/snow/snow-as-a-material/snow-metamorphism.html
- Avalanche.org (2022). “Snow Metamorphism”. Avalanche.org. (2022, December 15). https://avalanche.org/avalanche-encyclopedia/snowpack/snow-metamorphism/
- Avalanche Canada (sense data). *Glossary*. Avalanche Canada. https://www.avalanche.ca/glossary/terms/metamorphism-of-snow



Foto 3: Escarcha de superficie en Naut Aran, Febrero 2023.
Foto: Montse Bacardit



Denali National Park, Ruth Fork (Estados Unidos). Foto: François Kern.

DIVULGACIÓN

Gestionar el riesgo:

decidir cómo decidir

Autor: Nacho Olmedo Manich. Profesor ACNA y guía de alta montaña

Durante años, en las salidas invernales, una cierta incomodidad y frustración me ha acompañado frente a la incertidumbre cada vez que he tenido dudas al estimar la peligrosidad de una pendiente. Esta incomodidad se debe a que dudar, y sobre todo equivocarse, no es aceptable socialmente. Especialmente cuando se trata de personas razonables y prudentes como nosotros. Pero seamos sinceros, todos dudamos y vosotros también os equivocáis, independientemente de nuestro nivel de experiencia y conocimiento del medio. Dedicamos pues este artículo a la cuestión de la toma de decisiones, con la intención no tanto de resolver el asunto sino de poner el foco en un elemento clave en la gestión del riesgo de avalanchas que hasta el momento parece ocupar un incomprensible segundo plano.

La toma de decisiones en la montaña es compleja. El esquiador y el alpinista deben tomar decisiones y este proceso es particularmente delicado. Si lo comparamos con otros contextos como, por ejemplo, las decisiones de un juez o las de los directivos de una empresa, nos damos cuenta de que, dadas las particularidades del medio, las consecuencias de la decisión y la carga emocional nos sitúan frente a una ruda tarea:

- El medio en el que nos desplazamos es complejo, incierto y peligroso. El manto nivoso es extremadamente complejo, demasiado para que podamos estimar su estabilidad de forma detallada. Los procesos físicos asociados a una avalancha igualmente lo son. Así, existe una incertidumbre que es propia de los peligros, ya sean avalanchas, desprendimientos, fenómenos meteorológicos...

- Durante una salida de montaña invernal debemos tomar decisiones rápidas. El tiempo de reflexión y decisión es limitado. Esto, junto al hecho de que las consecuencias de las decisiones tomadas pueden ser graves para las propias personas que deciden, añade estrés a la cuestión, lo cual propicia errores.

- En las salidas en grupo, la seguridad en terreno de avalanchas puede verse comprometida por las interacciones de las personas que componen dicho grupo. Las relaciones humanas son complejas, y ciertas actitudes o vivencias pueden interferir en la toma de decisiones.

Vista la complejidad de este proceso de decisión, es natural que aparezca el sentimiento de duda. La mayoría de los accidentes por avalanchas están asociados a una mala toma de decisiones por parte del grupo de la víctima o de la propia víctima (75%) (McCammon, 2002). Es lo que llamamos el factor humano, o la contribución humana a las causas de un accidente o evento. Esta cifra es muy similar a la contribución del error humano a los accidentes en la aviación civil en los años setenta del siglo xx, que se estimó en superior al 80% (Morel, 2009).

Viéndose frente a un número de accidentes importante, constructores y compañías aéreas adoptaron procesos y herramientas para limitar la accidentabilidad (protocolos, alarmas, *check-lists*, cambios de jerarquía, etc.). Una de las medidas adoptadas por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) fue la sistematización de los *feedbacks* e informes cada vez que ocurre un incidente (acontecimiento anormal) o accidente (incidente con consecuencias materiales o humanas). Estos *feedbacks* son compartidos entre pilotos y los resultados se presentan en un informe anual.

El Sindicato de Guías de Alta Montaña francés ha instaurado desde 2003 una base de datos que recopila los accidentes o incidentes ocurridos. El Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) y ACNA, a través de la declaración de los accidentes en su página web, hacen igualmente un seguimiento de este tipo de accidentes (ver el artículo en esta misma revista). Los testimonios de accidentes en la revista *Neu i Allaus* (NiA) se inscriben también en esta cultura de análisis y divulgación de los mismos. El interés principal de estas iniciativas no es simplemente analizar las causas de los accidentes, sino normalizar la conciencia del error humano. Cada uno de nosotros puede identificarse con las experiencias relatadas. Esto es importante para poder aceptar las dudas que todos tenemos a la hora de tomar decisiones en la montaña y poder hacer así una gestión del riesgo serena.

Los análisis de los accidentes por avalancha muestran que incluso las personas experimentadas siguen sufriendo accidentes. Tener conocimientos del medio, la nieve y experiencia en la montaña nos puede ayudar a tomar mejores decisiones, pero no es una garantía de que no cometeremos errores. Así pues, una vez hemos aceptado el hecho de que somos falibles, si queremos reducir la accidentabilidad debemos interesarnos por el funcionamiento de nuestro cerebro, para entender las causas de nuestros errores. Ello implica descubrir los procesos cognitivos que nos llevan a tomar decisiones. Es decir, saber cómo procesamos la información a partir de nuestras observaciones, experiencia y capacidades.

Este artículo toma el esquí de montaña como contexto, pero muchos de los conceptos expuestos son extrapolables al resto de deportes y actividades en montaña invernal.

La cognición del esquiador

Según los estudios sobre el comportamiento humano de Kahneman (Premio Nobel de Economía por sus investigaciones en la materia), nuestro cerebro puede funcionar de dos modos distintos, llamados sistema 1 y sistema 2 (Kahneman, 2012).

El sistema 1 es rápido, intuitivo e inconsciente. Nos permite tomar decisiones de forma veloz y ahorrando energía. Es el sistema que utilizamos por ejemplo al recitar las tablas de multiplicar, o el que permite al karateca moverse de forma intuitiva en función de los movimientos de su contrincante. O al esquiador experto adaptar sus movimientos en función de la nieve de forma automática.

El sistema 2, al contrario, es lento y utiliza el proceso lógico y la razón. Es el sistema que utilizamos al analizar el manto nivoso en función de las observaciones y nuestros conocimientos.

Gracias al aprendizaje conseguimos pasar del sistema 2 al sistema 1. Un conductor novel debe concentrarse y pensar cómo activar sus pies para cambiar de marcha. Con el tiempo y la práctica, estos gestos se convierten en automatismos (sistema 1).

El sistema 1, el rápido e inconsciente, es extremadamente eficaz en un entorno previsible y constante: por ejemplo, cuando conducimos por la autopista, podemos pensar en otras



Siberia Pic BAM (Rusia). Foto: Thibault Lacombe.



Parque Nacional de los Écrins, sector Pilatte (Francia). Foto: Olivier Latouille.



Parque Nacional de los Écrins, sector Pilatte (Francia). Foto: Olivier Latouille.

cosas sin dejar de conducir de manera segura. Pero el problema aparece cuando la situación que debemos afrontar es más compleja de lo que aparenta o cuando el contexto es imprevisible. En tales situaciones, activamos el sistema 1 (de forma incorrecta) para resolver problemas que necesitan reflexión o más información, y ello nos lleva a cometer errores, llamados sesgos cognitivos.

Se han identificado más de cien sesgos cognitivos diferentes, situaciones en las que nuestro cerebro e inconsciente nos juegan malas pasadas. Gracias a estos avances en las ciencias cognitivas podemos identificar qué errores típicos hacemos en ciertas situaciones; el ser humano es previsiblemente irracional. Mediante el análisis de una gran cantidad de accidentes de avalanchas, se han identificado las situaciones típicas que inducen a sesgos cognitivos en la práctica del esquí. Son 6 trampas mentales frecuentes y se conocen como FACETS por su acrónimo (McCammon, 2002): Familiaridad, Aceptación, Compromiso, (Aura del) Experto, Trazas y Social. Cada uno de nosotros será más o menos sensible a estas trampas en función del contexto, el grupo y ciertos factores agravantes como el cansancio, el estrés, el miedo... (Moner, 2018).

Conocer estas trampas mentales es un paso importante para evitarlas, pero insuficiente. Necesitamos protegernos de nuestro inconsciente. Es equivalente a cuando sabemos que podemos olvidar el bocadillo del mediodía al salir de casa y ponemos un post-it en la puerta para evitar caer en el despiste. A continuación, os proponemos algunas herramientas que pueden ayudarnos a evitar estas trampas mentales, ¡una especie de post-its del FACETS!

→ **Familiaridad:** es la trampa mental típica de las salidas conocidas, que realizamos con cierta frecuencia. Las experiencias pasadas sin incidentes nos inducen a bajar la guardia y a pasar al modo "automático" (sistema 1), dejando de lado una gestión del riesgo apropiada. Conocemos el terreno y asumimos que las condiciones actuales son similares a las encontradas en el pasado.

  En tales situaciones la tentación de reducir/negligir la preparación de la salida es fuerte. Así, sistematizar el 3x3[1] es fundamental. La preparación de la salida, integrando en ella el análisis de los componentes del grupo, las condiciones y las particularidades del terreno, debería ser una línea roja de la práctica del esquí. Es decir, evitar el: "No tengo tiempo para preparar la salida, vamos a dónde vamos siempre, que me lo conozco muy bien".

  Otra herramienta útil en estas situaciones es dejar que lidere el grupo un miembro del equipo que no conozca el sector. Aunque ello pueda ralentizar la progresión, el líder caerá más difícilmente en un automatismo, y las personas conocedoras del itinerario podrán corregir/controlar las decisiones del líder creando una redundancia.

→ **Aceptación:** la voluntad de ser aceptado y respetado por el resto del grupo o colectivo es algo propio del ser humano. Es común que esa voluntad conlleve asumir mayor riesgo. Especialmente en un grupo nuevo o en grupos mixtos (¡sí, sí, nos gusta impresionar!), podemos caer fácilmente en la tentación de no expresar nuestra voluntad o preocupación sobre la peligrosidad de una pendiente. Una reflexión típica que conlleva asumir un riesgo mayor de lo aceptable/aceptado es: "no seré yo quien diga que no bajemos por aquí".

  El deseo (totalmente legítimo) de realizar alguna proeza que implique tener que asumir un riesgo importante debería, en cualquier caso, ser consciente. El ejemplo extremo es el de caerse de un acantilado al hacerse un *selfie*. ¿La persona accidentada había decidido hacerse el *selfie* teniendo en cuenta todos los elementos y asumiendo el riesgo de una posible caída? (Jain y Mavani, 2017). La respuesta probablemente es que no. Al contrario, el esquiador profesional de *freeride* conoce los peligros y asume de forma consciente el riesgo al que se expone.

  Todo ello nos lleva a una etapa clave en la gestión del riesgo, es decir, a preguntarse: ¿cuál es mi objetivo para este día de esquí?, ¿cuál es mi objetivo como practicante de la montaña? La respuesta a esta pregunta determina el nivel de riesgo aceptado individual y colectivamente. Así pues, una buena costumbre a adquirir es exponer las motivaciones individuales de cada miembro del grupo en la preparación de la salida y definir un objetivo común coherente. Una vez consensuado el objetivo común, la toma de decisiones se vuelve (un poco) más sencilla.

→ **Compromiso con el objetivo:** imaginemos el caso siguiente: llevas toda la semana trabajando y siguiendo las condiciones meteorológicas, preparando la salida del único fin de semana del mes que podrás esquiar. Tus compañeros llevan un mes esquiando buena nieve, tú has tenido que gestionar asuntos personales los otros fines de semana. Has encontrado un plan perfecto, adaptado al grupo, con buenas condiciones según las últimas informaciones disponibles y un buen desafío que calmará las ansias de esquiar que tienes.

  Si analizamos esta situación, que puede ser bastante común, nos daremos cuenta de que, según cómo se plantee la jornada, cualquier decisión tendrá dos consecuencias posibles: el grupo prosigue con el plan inicial hasta el final o el grupo decide en un momento dado dar media vuelta sin alcanzar el objetivo. En definitiva, la decisión conllevará en un caso una gran satisfacción (cima del objetivo) o, en el otro, la frustración de no poder aprovechar el fin de semana tan deseado.

[1] Método de reducción de riesgo comúnmente utilizado en esquí y esquí de montaña. Es el método que se enseña en las formaciones ACNA, y que consiste en analizar los parámetros de Grupo, Terreno y Condiciones en tres etapas distintas: en casa (preparación), al llegar al aparcamiento o sector y durante la salida.

Este es un caso típico de trampa mental de compromiso con el objetivo. Nuestro subconsciente nos empujará a adoptar la opción que nos aportará la mayor satisfacción. Al ser humano no le gusta fracasar (Mannberg, 2018).

Entonces, ¿cómo evitar de antemano meterse en esta situación? Podemos protegernos estableciendo diferentes planes alternativos. En vez de tener un único objetivo en mente, podemos preparar soluciones para cada punto de decisión. Así podemos adaptar el itinerario en función de las condiciones y el estado del grupo de manera serena. Si ordenamos las opciones llamándolas plan A, B, C... estaremos jerarquizándolas. Por definición, el plan A será mejor que el plan B, y estaremos tentados de elegir la primera opción. Así pues, un truco es preparar planes alternativos, variantes, sin jerarquías y en consecuencia acabar la jornada sin frustraciones y satisfechos de haber escogido el plan más adaptado a las condiciones y al grupo.

→ **Aura del Experto:** los grupos raramente son completamente homogéneos en experiencia, nivel de esquí, conocimientos de la nieve... Las diferencias de nivel conllevan a considerar a uno o varios miembros del grupo como expertos. El error aparece en el momento en el que consideramos inconscientemente que las personas expertas son las únicas con legitimidad para observar, juzgar o decidir. El típico "yo de todos modos no sé mucho, así que mejor decid vosotros". Este fenómeno aparece igualmente en grupos formados por varias personas experimentadas, especialmente entre profesionales. En tales situaciones la reflexión recurrente es: "yo creo que es peligroso, pero si él/ella no dice nada es que seguro que ya lo contempla".

Tal como se ha introducido previamente, el nivel de experiencia no reduce la probabilidad de accidente, al contrario: las personas experimentadas tienen tendencia a asumir más riesgos. Sabemos que el hecho de ser expertos no nos impedirá cometer errores, así pues, disponer de la opinión de todos los miembros del grupo, aunque sean completamente inexpertos, es un plus que no debemos desaprovechar. Cuantos más ojos y cerebros estén a disposición de la toma de decisiones, mejor.

Entonces, ¿cómo podemos incentivar la implicación de las personas con menos conocimientos o que se consideran menos expertas? Quienes sean líderes pueden comenzar por dar la palabra y pedir la opinión al resto de los miembros del grupo, responsabilizándolos y implicándolos así en la toma de decisiones. Imaginemos que la persona considerada experta interviene diciendo: "me parece que la nieve está muy ventada cerca de las aristas, ¿qué pensáis vosotros?". El resto del grupo concentrará su atención en las aristas y en la nieve ventada, pudiendo pasar por alto el hecho de que hace calor y la nieve se está humedeciendo mucho. Con el fin de evitar condicionar las observaciones y el juicio de los compañeros, es preferible que las personas con más experiencia se expresen en último lugar.

Estos ajustes se inspiran en la gestión de la jerarquía en la aviación civil. Como se ha comentado previamente, a partir de los años setenta del siglo XX se tomaron medidas para reducir el número de accidentes asociados al factor humano. Uno de los problemas recurrentes era el hecho de que el copiloto no osaba corregir el pilotaje del piloto principal, más experimentado, a pesar de haber identificado un error. Este hecho era significativamente más frecuente en las compañías aéreas asiáticas, culturalmente más sensibles al respeto de la jerarquía. Para contrarrestar estos sesgos, se decidió que el copiloto tomara el control del avión bajo la supervisión del piloto (Morel, 2012), fiabilizando así el pilotaje por redundancia.

→ **Trazas:** Se ha demostrado que la "competición" frente a otros grupos de esquiadores para aprovechar las buenas (y raras) condiciones influye negativamente en la asunción de riesgos. Ante la posibilidad de perder la oportunidad de hacer la primera traza, los grupos tienen tendencia a negligir todo proceso de gestión de riesgo: análisis, comunicación, decisión.

El aumento del número de practicantes y la rareza de las buenas condiciones hacen que esta trampa mental sea cada vez más frecuente y que debamos aprender a gestionarla. Un primer paso puede ser respetar sistemáticamente el *briefing* de la jornada. En el aparcamiento, por ejemplo, antes de realizar nuestro *check* de DVA, dediquemos un momento a compartir las informaciones sobre:

- Las condiciones: boletín, informaciones y observaciones.
- El estado del grupo: ánimos, forma física, conocimientos...
- El itinerario y las alternativas.
- Las reglas de funcionamiento del grupo: ¿quién lidera?, ¿en qué momentos decidimos colectivamente (puntos de decisión)?
- Las líneas rojas: ¿qué sectores o pendientes nos prohibimos de antemano esquiar? La idea es definir qué tipo de terreno debemos evitar, aunque otros grupos tomen otra decisión. Definir explícitamente nuestros límites de antemano nos facilita permanecer coherentes con nuestro nivel de aceptación del riesgo.

Aunque requiera un punto de creatividad y más trabajo de preparación, incluir la frecuentación en nuestra preparación de la salida nos puede evitar de antemano caer en esta trampa mental. Ello pasa por encontrar otros lugares o adaptar los horarios para no encontrarnos en la situación de tener que sacrificar el análisis y la decisión para poder disfrutar de las mejores condiciones. Los alpinistas y escaladores en hielo conocen bien esta problemática y forma parte de la elección de los itinerarios, los *timings* y la organización.

→ **Social:** Sabemos que el comportamiento de individuos y grupos varía en función de la presencia de otras personas. Por ejemplo, se ha observado que personas expertas tienen tendencia a tomar mayores riesgos en presencia de personas con menos experiencia. Dentro de un grupo, tendemos a adoptar una actitud de conformismo con la opinión general o la opinión que creemos general.

Una herramienta que funciona bien para luchar contra esta trampa mental es jugar a una especie de piedra/papel/tijera. Ante la toma de una decisión cada uno de los participantes debe indicar su voluntad con el pulgar arriba (favorable) o abajo (en contra). Por ejemplo, frente a un terreno complejo, nos preguntamos: ¿bajamos por esta ladera o no? Todos al unísono deben expresar su acuerdo o desacuerdo con el pulgar. Esto permite dar su opinión sin previo condicionamiento de algún miembro y concentrarse en un análisis individual.

Debriefing

Las jornadas en la montaña son intensas desde muchos puntos de vista: gestión del riesgo, interacciones entre personas, gestión del esfuerzo... Muy a menudo las vivimos, volvemos a casa, y pasamos a la siguiente guardando un buen o mal recuerdo. Es muy fácil que hayamos pasado muy cerca de un incidente sin darnos cuenta. O tal vez un compañero ha pasado miedo toda la jornada sin que lo hayamos notado. Sería una lástima desaprovechar la oportunidad de mejorar nuestra práctica de la montaña gracias a un análisis de nuestras salidas. El *debrifing* es un momento fundamental para poder identificar colectivamente los puntos positivos (lo que nos ha gustado) y qué optimizar para que las próximas salidas sean mejores, ya sea desde el punto de vista de la seguridad, ya sea desde el punto de vista del simple placer. Este *debrifing* se puede materializar entorno a un aperitivo o una cena, de forma completamente informal.

Conclusiones

El error es propio del ser humano y, tal como se ha detallado, es la causa principal de los accidentes de avalancha y de montaña en general (Vanpoulle, 2022). Sabemos que cometemos y cometeremos errores; entonces, ¿cómo evitar sus consecuencias? La respuesta pasa por mejorar la comprensión de cómo pensamos y decidimos, y por establecer una metodología para protegernos. Los accidentes por avalancha, al igual que los accidentes laborales, acostumbran a ser por una sucesión de errores y malas decisiones, raramente hay una simple y única causa. A menudo, todos los ingredientes para que las cosas salgan mal están presentes incluso antes de salir de casa: una semana cargada de trabajo, preocupaciones, poco tiempo para preparar la salida y mirar las condiciones, ansias por aprovechar la única nieve polvo de la temporada, imperativos que nos obligan a volver a una hora precisa de la salida y nos hacen ir con prisas... La gestión del riesgo pasa por protegernos de nosotros mismos. Podemos preguntarnos individualmente: ¿estoy en la mejor predisposición para analizar y tomar buenas decisiones? Asimismo, podemos aprovechar el poder del colectivo para controlarnos mutuamente y mejorar día a día.

Teniendo en cuenta los peligros inherentes a la actividad que nos apasiona, tal vez vale la pena plantearse de una vez por todas cuáles son nuestros objetivos, qué nivel de riesgo estamos dispuestos a aceptar y cómo deseamos funcionar como grupo. Estos aspectos, a menudo obviados y que pueden parecer muy profundos y esotéricos, son la base de toda toma de decisiones. La duda siempre estará presente en un medio incierto y variable, pero al menos podemos decidir cómo queremos abordarla y hacia dónde vamos.

Bibliografía

- Jain, Mohit J. y Mavani, Kinjal J. (2017). *A comprehensive study of worldwide selfie-related accidental mortality: a growing problem of the modern society*. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 24(4), p. 1-6.
- Kahneman, Daniel (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona, Debate.
- Mannberg, Andrea (2018). *Who's at risk in the backcountry? Effects of individual characteristics on hypothetical terrain choices*. Journal of Environmental Psychology, vol. 59, p. 46-53.
- McCammon, Ian (2002). *Heuristic Traps in Recreational Avalanche Accidents: Evidence and Implications*. International Snow Science Workshop.
- Moner, Ivan (2018). *¿Lo hicimos bien o solo tuvimos suerte?*. Neu i Allaus, núm. 10.
- Morel, Christian (2009). *Las decisiones absurdas*. Madrid: Modus Laborandi.
- Morel, Christian (2012). *Les décisions absurdes : Tome II*. Gallimard Folio.
- Neu i Allaus – Testimonios. https://www.acna.cat/revista-nia/
- Vanpoulle, Maud (2022). *Accidentologie des sports de montagne : combiner les approches quantitatives et qualitatives pour définir des axes de prévention.* Université de Lyon.

DIVULGACIÓN

Transición del turismo de invierno: ¿Qué dice la ciencia?

Autor: Jon Apodaka (Universitat d'Andorra - Andorra R+I| arRISKeus).





El turismo de invierno está experimentando una transición debido al cambio climático y sus efectos sobre la nieve y el hielo. Son numerosos los artículos científicos publicados en las últimas décadas que tratan de explorar los impactos del cambio climático en el turismo de invierno y las posibles soluciones para adaptarse a estos cambios. Uno de los principales efectos del cambio climático es la reducción de la duración y calidad de la nieve durante la temporada. La disminución del espesor de la nieve y la variabilidad de la temperatura están afectando a la economía local y global de las actividades invernales. Diferentes publicaciones analizan la relación entre el cambio climático y la duración de la temporada de esquí, destacando la necesidad de diversificar la economía de las regiones turísticas de invierno para reducir su dependencia de la nieve. Otro tema recurrente en las publicaciones científicas es la influencia del cambio climático en la seguridad en las montañas y los aludes. Los estudios sobre la relación entre el cambio climático y la frecuencia e intensidad de los eventos de avalancha se han convertido en *mainstream*. Algunas publicaciones citadas de forma sintetizada en este artículo resumen las investigaciones más relevantes sobre el impacto de las irregularidades en la precipitación de nieve y las anomalías de temperatura positiva en diversas regiones del mundo. Estos estudios muestran que, desafortunadamente, estos fenómenos climáticos extremos están adquiriendo cada vez más protagonismo y están teniendo un impacto significativo en la sociedad y el medio ambiente. Es importante tomar medidas para abordar estos problemas y trabajar en equipos multidisciplinares para reducir la vulnerabilidad de las comunidades afectadas por este nuevo paradigma al que nos enfrentamos.

INTRODUCCIÓN

El turismo de invierno en la montaña, tradicionalmente popular entre aficionados a los deportes de nieve y amantes de la naturaleza, se enfrenta a desafíos debido al calentamiento global. La reducción de la cobertura de nieve pone en jaque la viabilidad de las estaciones de esquí, generando preocupación por su sostenibilidad. Recientemente, se discute la idea de realizar los Juegos Olímpicos de Invierno en los Pirineos. Además, hay proyectos de ampliación de áreas esquiables en diversas regiones, incluidos los Pirineos. Aunque dichas expansiones podrían fortalecer la economía local, también podrían perjudicar zonas de relevancia geológica y medioambiental. La ampliación de infraestructuras turísticas altera el paisaje natural y puede dañar ecosistemas frágiles.

Surge el debate sobre si estas expansiones realmente beneficiarán a las economías regionales. Si bien hay quienes creen que generarían más empleo y atraerían a más turistas, otros lo cuestionan. El cambio climático ya ha afectado a las regiones montañosas de la península Ibérica, acortando las temporadas de nieve y aumentando las lluvias. Estos cambios podrían disminuir la rentabilidad de las estaciones de esquí.

El deshielo y los cambios en las precipitaciones pueden afectar al suministro de agua, impactando en la agricultura, la industria y la vida de las comunidades. El turismo de invierno se enfrenta al reto de equilibrar el desarrollo económico con la preservación ambiental. La solución requiere un enfoque sostenible para que las futuras generaciones puedan disfrutar de estas montañas.

Foto 1. Últimos giros de la temporada 2022-2023 en el Valle del Aragón. © Ana Zamorano

El calentamiento global es un problema urgente. El Acuerdo de París estableció un límite de 1,5 °C para mitigar el cambio climático (figura 1). Expertos estiman que podríamos alcanzar ese aumento entre 2030 y 2050 (IPCC, 2019). Esta realidad subraya la importancia de abordar el impacto en sectores como el turismo de invierno.

La finalidad de esta publicación es revisar la literatura científica sobre el impacto del cambio climático en el turismo de invierno, proporcionando una visión actualizada. Al analizar investigaciones previas, podemos entender los desafíos del sector y buscar soluciones para mitigarlos. Conociendo la evidencia científica, los agentes involucrados pueden tomar decisiones para fortalecer la sostenibilidad y resiliencia del turismo de invierno. Esta publicación sirve como recurso para investigadores y contribuye al diálogo sobre estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático, destacando la urgencia de actuar para apoyar a quienes dependen de la industria de la nieve.

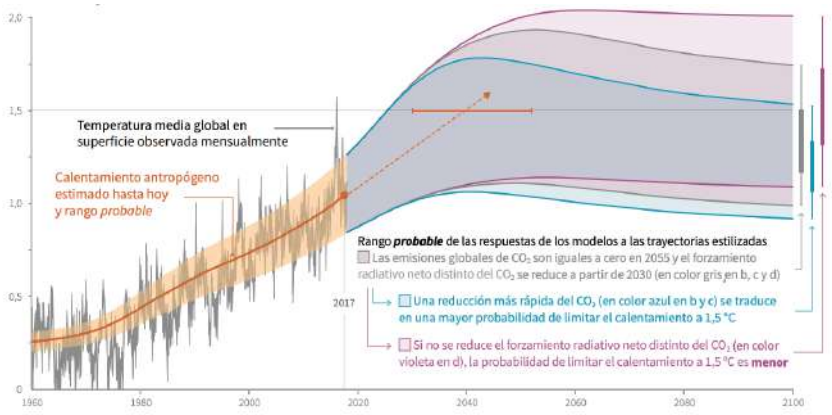


Figura 1. Cambio en la temperatura global observada y respuestas de los modelos a las trayectorias estilizadas de las emisiones antropógenas y del forzamiento. Calentamiento global con respecto a 1850-1900 (C°). © IPCC.

METODOLOGÍA

Para realizar la revisión bibliográfica y estudiar las principales investigaciones sobre cambio climático, nieve y turismo invernal, se siguió una metodología sistemática e integral. Se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Identificación de palabras clave: Se identificaron palabras clave y frases relevantes relacionadas con el tema de investigación. Estas incluyeron términos como *cambio climático, nieve, turismo de invierno, estaciones de esquí, adaptación, mitigación e impactos.*

2. Búsqueda de literatura: se realizó una búsqueda exhaustiva en varias bases de datos académicas, como Web of Science, Scopus y Google Scholar, utilizando las palabras clave identificadas. La búsqueda incluyó artículos científicos, trabajos de investigación, informes y publicaciones relacionadas con el cambio climático y sus impactos en el turismo de invierno. Para llevar a cabo esta fase también se utilizaron nuevas herramientas de inteligencia artificial (IA) en la búsqueda de información relevante en grandes bases de datos y en internet. Se han incorporado criterios temporales al proceso de selección, considerando estudios de un máximo de 20 años atrás, con un énfasis especial en aquellos realizados durante la última década. Además, se ponderó la relevancia de cada trabajo en función de su impacto y el número de citaciones recibidas, y se tuvo en cuenta el área geográfica de estudio para asegurar una muestra que refleje adecuadamente la realidad global del cambio climático y su efecto en el turismo de invierno.

3. Criterios de inclusión y exclusión: los resultados de la búsqueda se examinaron en función de criterios de inclusión y exclusión predefinidos. Solo se consideraron artículos revisados por pares y estudios publicados en inglés. Se evaluó la relevancia de cada publicación para el tema de investigación y se excluyeron los estudios irrelevantes o duplicados.

4. Extracción de datos: Se extrajo información y datos relevantes de los artículos seleccionados. Esto incluyó detalles como los autores, el año de publicación, los objetivos de la investigación, la metodología, los hallazgos clave y las recomendaciones.

5. Análisis y síntesis: los datos extraídos se analizaron y sintetizaron para identificar temas comunes, tendencias y hallazgos clave en los estudios seleccionados.

REVISIÓN LITERARIA Y PRINCIPALES INVESTIGACIONES

El cambio climático tiene implicaciones significativas para el turismo de invierno, particularmente en actividades que dependen de la nieve, como el esquí. La sensibilidad del turismo de invierno alpino al cambio climático es bien conocida (Trawöger, 2014). La disponibilidad de nieve es un factor crucial para las estaciones de esquí y los cambios en la capa de nieve pueden tener un impacto profundo en la industria (Steger et al., 2013). La percepción del cambio climático entre los actores del turismo de invierno es un factor importante en sus estrategias de adaptación. Las percepciones de riesgo de las partes interesadas pueden impulsar o limitar sus acciones en respuesta al cambio climático (Trawöger, 2014).

Los estudios han demostrado que existe una conciencia cada vez mayor sobre el cambio climático entre las partes interesadas en el turismo de invierno. Sin embargo, esta conciencia a menudo se limita a percibir el cambio climático como un fenómeno global, y hay una falta de conciencia sobre las consecuencias regionales y específicas del cambio climático. Esto destaca la importancia de obtener y transferir conocimientos sobre los impactos específicos del cambio climático en los destinos de turismo de invierno para inducir la acción a nivel de destino (Trawöger, 2014).

Una medida de adaptación que han empleado las estaciones de esquí es la fabricación de nieve, que consiste en la producción de nieve artificial. La fabricación de nieve se ha convertido en un componente rutinario de las operaciones de las estaciones de esquí y tiene el potencial de contrarrestar la disminución de la nieve natural. Sin embargo, la eficacia de la fabricación de nieve como medida de adaptación ante el cambio climático futuro es un tema de debate (Falk y Vanat, 2016; Hennessy et al., 2008; Pütz et al., 2011; Rixen et al., 2011; Schmidt et al., 2012; Spandre et al., 2015, 2016, 2019; Steiger, 2010; Steiger y Mayer, 2008). Los estudios han demostrado que la fabricación de nieve puede mejorar la confiabilidad de la nieve, pero su relevancia como medida de adaptación a largo plazo depende de varios factores, incluida la disponibilidad de recursos hídricos y condiciones meteorológicas adecuadas (Spandre et al., 2019). Si bien la fabricación de nieve se ha empleado como una medida de adaptación, aún se debate su eficacia y relevancia en el escenario de temperaturas positivas. La fabricación de nieve implica el uso de tecnología para producir nieve artificial, que puede ayudar a complementar las nevadas naturales y extender la temporada de turismo de invierno (Dawson & Scott, 2013; Duglio & Beltramo, 2016; Scott et al., 2003). Un estudio recientemente publicado en la revista *Nature* analiza 2.234 estaciones de esquí en 28 países europeos, descubriendo que, en un escenario de calentamiento global de 2+ °C, el 53% de ellas estarían en un riesgo muy elevado de no poder tener suficiente suministro de nieve sin la producción artificial de la misma. En un escenario de +4 °C, este riesgo asciende al 98%. Aunque la producción de nieve artificial puede mitigar parcialmente estos riesgos, también aumenta significativamente la demanda de agua y electricidad, exacerbando la huella de carbono de las estaciones de esquí y presentando un dilema en el cruce entre la adaptación al cambio climático, la mitigación y el desarrollo sostenible. Frente a este reto, se suscita un intenso debate sobre la sostenibilidad de las prácticas actuales y la necesidad de reevaluar y posiblemente transformar los modelos de negocio y vida en las regiones montañosas de Europa. (François et al., 2023). En las últimas décadas, se ha enfatizado la importancia de incluir la fabricación de nieve y otras estrategias de adaptación en las evaluaciones de vulnerabilidad de la industria del esquí y el turismo de invierno.



Foto 2. Condiciones primaverales en el Valle de Tena durante enero de 2023. Al fondo se aprecia la línea de nieve de cultivo en el sector Sextas de la estación de esquí de Formigal, en Aragón, para poder llegar a la base de la estación, a 1.500 msnm. | © Jon Apodaka.

Los impactos del cambio climático en el turismo de invierno no se limitan a los Alpes o los Pirineos, sino que también afectan a las estaciones de esquí de otras regiones del mundo. Los estudios realizados en Australia, Estados Unidos, China, Andorra, Grecia, Finlandia, Suecia, Dinamarca, Canadá, África, entre otros, también han destacado la vulnerabilidad de las estaciones de esquí al cambio climático (Dawson y Scott, 2013; Fang et al., 2021; Haanpää et al., 2015; Hoogendoorn et al., 2020; Pickering et al., 2010; Pons-Pons et al., 2012; Scott et al., 2019; Tsilogianni et al., 2023; Wilkins et al., 2021). Las investigaciones realizadas en la estación de esquí más grande de Australia, en Andorra y otros países, concluyeron que un porcentaje significativo de esquiadores esquiaría con menos frecuencia si hubiera poca nieve natural, lo que indica el impacto negativo potencial de la reducción de la capa de nieve en los patrones de visitas (Pickering et al., 2010; Pons-Pons et al., 2012; Prettenthaler et al., 2022). Varios estudios también plantearon que los esquiadores creían que el cambio climático afectaría a la industria del esquí y que este impacto ocurriría antes de lo que se pensaba (Abegg et al., 2007; Bausch y Gartner, 2020; Pickering et al., 2010; Pons-Pons et al., 2012, Pons et al., 2015; Steiger et al., 2017).

El retroceso de los glaciares, los cambios en la cantidad y frecuencia de las nevadas y los cambios en la biodiversidad son ejemplos de la sensibilidad de los ecosistemas de montaña ante el cambio climático, que tiene implicaciones para el turismo de invierno (Pons-Pons et al., 2012). La vulnerabilidad de los destinos turísticos de nieve ante el cambio climático varía en función de factores como la ubicación, la altitud y la capacidad de adaptación. Los estudios han demostrado que los destinos turísticos basados en la nieve en el norte global han sido el foco de investigaciones previas sobre turismo, cambio climático, adaptación y actividades de turismo de invierno. Sin embargo, es importante considerar las experiencias y vulnerabilidades de los destinos turísticos de nieve en otras regiones también (Hoogendoorn et al., 2020).

El turismo de invierno es un sector altamente vulnerable al cambio climático debido a su dependencia de recursos climáticos como las bajas temperaturas y las nevadas. Los impactos del cambio climático en el turismo de invierno han sido objeto de preocupación e investigación (Haanpää et al., 2015; Hendrikx y Hreinsson, 2012; Pons et al., 2015; Scott et al., 2008). Los estudios han demostrado que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación pueden tener efectos significativos en la capa de nieve, lo que a su vez afecta a la viabilidad de las actividades de turismo de invierno (Brown y Mote, 2009).

A continuación, se presenta una tabla que resume los factores y variables que amenazan el turismo de nieve.

Factor principal	Variables / Detalles
Cambio climático	Calentamiento global Cambios en patrones de precipitación y temperatura Retroceso de glaciares Cambios en la biodiversidad
Disminución de la capa de nieve	Disminución en la extensión y duración de la capa de nieve Menos profundidad de nieve Menos días con cobertura de nieve
Percepción pública	Falta de conciencia sobre las consecuencias regionales del cambio climático Poca conciencia de los impactos específicos en destinos de turismo de invierno
Fabricación de nieve	Uso de nieve artificial Debate sobre su eficacia y relevancia a largo plazo Dependencia de recursos hídricos, energéticos y condiciones meteorológicas
Localización geográfica	Vulnerabilidad variada según ubicación y altitud Afecta a estaciones de esquí en varias regiones del mundo
Avalanchas	Posible aumento del riesgo de avalanchas en ciertas regiones Avalanchas de nieve húmeda desencadenadas por lluvia o calentamiento Impacto del cambio climático en avalanchas de placas de nieve húmeda

La tabla anterior ofrece una visión condensada de los múltiples desafíos a que se enfrenta el turismo de nieve a raíz del cambio climático y otros factores relacionados. Estos desafíos varían según la región, las condiciones específicas del lugar y las respuestas de adaptación implementadas por las estaciones de esquí y las partes interesadas.

El artículo titulado “Overall negative trends for snow cover extent and duration in global mountain regions over 1982-2020” examina las tendencias en la extensión y la duración de la capa de nieve en las regiones montañosas de todo el mundo durante un período de casi cuatro décadas. La investigación, publicada en la revista *Nature*, analizó datos satelitales de 1982 a 2020 para evaluar los cambios en la capa de nieve en varias regiones montañosas. Los hallazgos indican una disminución general tanto en la extensión como en la duración de la capa de nieve durante este período. Los investigadores observaron tendencias negativas consistentes, que revelaron una reducción en la cobertura espacial y el tiempo que la nieve cubre las áreas montañosas (Notarnicola, 2022).

En los Alpes, los conjuntos de datos de referencia y algunos de los conjuntos de datos evaluados proporcionan tendencias pasadas en línea con la literatura disponible actual. Durante



Foto 3: Nieve de cultivo en la Cerdaña francesa en otoño de 2021, en días previos al inicio de la temporada.
© Jon Apodaka.

los últimos 50 años (1968-2017) a escala regional, los Alpes europeos han experimentado un calentamiento invernal de 0,3 a 0,4 °C por década, una débil reducción de las precipitaciones invernales y una disminución sustancial de las características de la capa de nieve, con una disminución de la profundidad de la nieve invernal y la duración de la capa de nieve que alcanza un -10 % por década y un -10 días por década, respectivamente, especialmente en elevaciones bajas e intermedias (Monteiro y Morin, 2023). Y el estudio de Marty et al., 2023 se centra en la importancia de la capa de nieve como un sistema de almacenamiento de agua crucial para las áreas río abajo, al tiempo que reconoce sus peligros potenciales y su importancia para el turismo de invierno. Los investigadores utilizaron una gran cantidad de mediciones manuales del equivalente en agua de la capa de nieve (SWE) de casi 30 estaciones en los Alpes de Europa central, que abarcan varios programas de monitoreo que datan de 1937. Al analizar estas mediciones, el estudio obtuvo series temporales diarias de SWE para cada estación, lo que les permitió investigar las diferencias espaciales y los cambios temporales en las últimas siete décadas (1957-2022). Los hallazgos indican tendencias decrecientes significativas en el SWE medio (noviembre-abril) y el SWE máximo, junto con una aparición más temprana del SWE máximo y una desaparición más rápida de la cubierta de nieve continua. El estudio también revela que la serie de inviernos con poca nieve desde la década de 1990 no tiene precedentes en los datos registrados. Adicionalmente, se observa un mayor derretimiento durante el período de acumulación por debajo de los 2.000 metros sobre el nivel del mar (msnm), particularmente en los últimos años, junto con tasas de derretimiento más lentas en primavera y una mayor variabilidad día a día. En particular, estas tendencias fueron consistentes en todas las estaciones investigadas, lo que sugiere su transferibilidad a otras regiones de los Alpes a pesar de su variabilidad climatológica. La investigación destaca los cambios significativos en las características de la capa de nieve en los Alpes de Europa central durante las últimas siete décadas. Estos hallazgos tienen implicaciones para los recursos hídricos, los peligros naturales y la industria del turismo de invierno en la región.

A escala pirenaica, el artículo titulado “Long-term trends (1958–2017) in snow cover duration and depth in the Pyrenees” investiga los patrones a largo plazo de duración y profundidad de la capa de nieve en la cordillera de los Pirineos desde 1958 hasta 2017. Los investigadores analizaron registros históricos y datos de observación para evaluar las tendencias en la duración y profundidad de la capa de nieve. Encontraron cambios significativos en las características de la capa de nieve durante el período de estudio. Los resultados revelaron una clara disminución en la duración de la capa de nieve y una reducción en la profundidad de la nieve en los Pirineos (López-Moreno et al., 2020).

En relación con los aludes, el cambio climático tiene el potencial de afectar a las avalanchas de nieve, aunque no se comprende bien la relación exacta entre el cambio climático y el peligro de avalancha (Beniston et al., 2018). Si bien existe la suposición común de que el aumento de las temperaturas daría como resultado menos nieve y menos avalanchas de nieve, estudios recientes han demostrado que el calentamiento del clima puede aumentar el riesgo de avalanchas de nieve en ciertas regiones. Por ejemplo, una investigación realizada en el Himalaya occidental encontró que el calentamiento climático ha llevado a un aumento de la ocurrencia de avalanchas y distancias de escape en las últimas décadas. Esto contradice la

suposición intuitiva y tiene importantes implicaciones para la gestión del riesgo de desastres en la región (Ballesteros-Cánovas et al., 2018). Para evaluar las posibles consecuencias de los cambios potenciales en la acumulación de nieve y la temperatura, investigadores suizos han presentado recientemente un marco para modelar avalanchas a gran escala incorporando escenarios de cambio climático. Procesaron datos del escenario de cambio climático suizo CH2018 bajo el extremo escenario de emisión RCP8.5, considerando seis cadenas de modelos climáticos. Con estos datos, han simulado los mantos de nieve de 100 inviernos futuros utilizando el modelo SNOWPACK. Se han simulado escenarios de períodos de retorno con futuras profundidades de fractura de avalancha para mediados (2060) y finales del siglo (2085). Estos parámetros modificados se modelizaron con el *software* de simulación de avalanchas RAMMS. Como resultado, se han obtenido mapas que muestran posibles efectos del cambio climático en el peligro de avalanchas. Las simulaciones indican que los cambios en la acumulación de nieve y la temperatura afectan significativamente a las avalanchas, pero los resultados dependen del modelo climático considerado. Aunque no hay una tendencia clara, generalmente se observa una disminución en las áreas afectadas por avalanchas con menores presiones y recorridos más cortos, especialmente considerando un posible aumento de la línea de nieve en el futuro. Estos mapas mejorados del peligro de avalanchas podrían ayudar a evaluar riesgos futuros y a diseñar estrategias para enfrentarse a los objetivos relacionados con el cambio climático (Ortner et al., 2023).

La ocurrencia de avalanchas de nieve húmeda a menudo se desencadena por la lluvia o el calentamiento de la capa de nieve, lo que permite que el agua de deshielo se filtre. Las avalanchas de nieve húmeda generalmente ocurren en primavera cuando la capa de nieve se calienta y el agua de deshielo comienza a filtrarse. En cadenas montañosas con un clima de nieve de transición, las avalanchas de placas de nieve húmeda son comunes durante estas condiciones (Baggi y Schweizer, 2009).

Los cambios en los patrones climáticos, incluidas la temperatura y las nevadas, pueden alterar la frecuencia de las avalanchas de nieve y los patrones de perturbación que provocan en los bosques. Si bien los datos climáticos a largo plazo muestran un aumento de la temperatura invernal en muchas áreas montañosas, las tendencias en la profundidad de la nieve, la duración de la capa de nieve y las condiciones climáticas extremas suelen ser menos claras (Bebi et al., 2009). El impacto del cambio climático en las avalanchas de nieve y sus patrones de perturbación en los bosques es complejo y requiere más investigación.

Los efectos del cambio climático en los accidentes por avalanchas y la supervivencia son multifacéticos. Con un clima de nieve más húmedo y cálido, las consecuencias del entierro por avalancha pueden volverse más graves. Las densidades de nieve más altas en los escombros de avalanchas pueden interferir con la respiración de las víctimas completamente enterradas, lo que aumenta el riesgo de asfixia. Además, el aumento de la rugosidad del terreno y la capa de nieve más delgada asociada con el cambio climático pueden provocar traumatismos y lesiones secundarias más frecuentes (Strapazzon et al., 2021). El impacto general del cambio climático en las muertes por avalanchas es complejo y está influenciado por varios factores, incluido el comportamiento de los recreacionistas invernales y los cambios en la duración de la temporada de nieve (Techel etal., 2016).

Es posible que los equipos de búsqueda y rescate (SAR) y los proveedores de atención médica involucrados en el rescate de avalanchas deban adaptar sus estrategias en respuesta a las características cambiantes de las avalanchas causadas por el cambio climático. Sin embargo, es poco probable que las estrategias establecidas necesiten cambios significativos en áreas donde ya están implementadas y que sea necesario ampliar las estrategias de mitigación, como las medidas de control de avalanchas, para abordar el aumento del riesgo de avalanchas asociado con el cambio climático (Strapazzon et al., 2021).

Es importante señalar que los efectos del cambio climático en las avalanchas no son uniformes en todas las regiones montañosas. La sensibilidad de la criosfera montañosa al forzamiento climático varía en función de factores como las propiedades fisiográficas y la extensión de la cobertura criosférica. Por lo tanto, diferentes bloques montañosos pueden experimentar diferentes trayectorias de cambio geomórfico y actividad de avalanchas en respuesta al cambio climático (Knight y Harrison, 2023).

CONCLUSIONES

En conclusión, el cambio climático presenta desafíos significativos para el turismo de invierno, especialmente en relación con la temperatura y la disponibilidad de nieve. La vulnerabilidad de los destinos turísticos de invierno requiere medidas de adaptación y mitigación, así como una mayor concienciación sobre la importancia de la sostenibilidad. La colaboración entre los diferentes actores es crucial para garantizar un futuro sostenible para el turismo de invierno en un contexto cambiante como el actual. Es fundamental que las estaciones de esquí y la industria turística se apoyen en la ciencia para abordar el cambio climático. Sin embargo, debemos ser conscientes de las limitaciones de los estudios climáticos basados en registros de series históricas cortas. Aunque las tendencias generales muestran un deterioro en las condiciones de nieve y un posible aumento del peligro de aludes en determinadas ocasiones, el clima es variable y pueden ocurrir temporadas con abundantes nevadas. La gestión adecuada implica también adaptar los protocolos de seguridad y prevención de aludes. Se requiere un equilibrio entre el desarrollo turístico, la protección del medio ambiente y la seguridad de los visitantes. Al mantenernos informados y adoptar un enfoque holístico, podemos enfrentarnos a los desafíos del

cambio climático y garantizar que las estaciones de esquí y el resto de actividades invernales sean atractivas y seguras en todas las condiciones climáticas.

A continuación, se presenta una tabla con las principales conclusiones de la revisión bibliográfica y estudios de las principales investigaciones:

Área de conclusión	Detalles / Descripción
Vulnerabilidad	Turismo de invierno vulnerable al cambio climático. Dependencia de recursos climáticos como temperaturas bajas y nevadas.
Adaptación	Fabricación de nieve como medida técnica de adaptación.
Factores a considerar	Ubicación, altitud y capacidad de adaptación. Estrategias personalizadas según características del destino.
Necesidad de investigación	Expandir conocimiento sobre cambio climático y sectores específicos del turismo.
Medidas de adaptación y mitigación	
Eficiencia energética	Mejorar eficiencia en iluminación, calefacción y refrigeración.
Energías renovables	Instalación de sistemas como paneles solares y turbinas eólicas.
Gestión del agua	Reutilización y reciclaje del agua, sistemas de agua eficientes en pistas.
Conservación de la biodiversidad	Evitar expansión excesiva y proteger fauna y flora. Infraestructuras verdes.
Planificación del uso del suelo	Evitar construcción en áreas de alto valor geológico o ambiental y zonas de riesgo.
Educación ambiental	Fomentar conciencia y educación entre visitantes y trabajadores.
Diversificación de actividades	Promover turismo de naturaleza, senderismo, ciclismo, etc., en temporadas bajas.
Colaboración y cooperación	Alianzas con organismos gubernamentales e instituciones científicas para compartir conocimientos y mejores prácticas.
Llamada a la acción	Las investigaciones subrayan la urgencia de afrontar los efectos del cambio climático en montañas y promover la sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS

- Abegg, B., Agrawala, S., Crick, F., y De Montfalcon, A. (2007). *Climate change impacts and adaptation in winter tourism. Climate Change in the European Alps: Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management*, 9789264031692, 25–60. https://doi.org/10.1787/9789264031692-EN
- Baggi, S. y Schweizer, J. (2009). Characteristics of wet-snow avalanche activity: 20 years of observations from a high alpine valley (Dischma, Switzerland). *Natural Hazards*, 50(1), 97–108. https://doi.org/10.1007/S11069-008-9322-7
- Ballesteros-Cánovas, J. A., Trappmann, D., Madrigal-González, J., Eckert, N. y Stoffel, M. (2018). Climate warming enhances snow avalanche risk in the Western Himalayas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(13), 3410–3415. https://doi.org/10.1073/PNAS.1716913115
- Bausch, T. y Gartner, W. C. (2020). Winter tourism in the European Alps: Is a new paradigm needed? *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 31, 100297. https://doi.org/10.1016/J.JORT.2020.100297
- Bebi, P., Kulakowski, D. y Rixen, C. (2009). Snow avalanche disturbances in forest ecosystems—State of research and implications for management. *Forest Ecology and Management*, 257(9), 1883–1892. https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2009.01.050
- Beniston, M., Farinotti, D., Stoffel, M., Andreassen, L. M., Coppola, E., Eckert, N., Fantini, A., Giacona, F., Hauck, C., Huss, M., Huwald, H., Lehning, M., López-Moreno, J. I., Magnusson, J., Marty, C., Morán-Tejéda, E., Morin, S., Naaim, M., Provenzale, A. y Vincent, C. (2018). The European mountain cryosphere: A review of its current state, trends, and future challenges. *Cryosphere*, 12(2), 759–794. https://doi.org/10.5194/TC-12-759-2018
- Brown, R. D. y Mote, P. W. (2009). The Response of Northern Hemisphere Snow Cover to a Changing Climate. *Journal of Climate*, *22*(8), 2124–2145. https://doi.org/10.1175/2008JCLI2665.1
- Dawson, J. y Scott, D. (2013). Managing for climate change in the alpine ski sector. *Tourism Management*, 35, 244–254. https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2012.07.009
- Duglio, S. y Beltramo, R. (2016). Environmental Management and Sustainable Labels in the Ski Industry: A Critical Review. *Sustainability 2016*, vol. 8(9), p. 851. https://doi.org/10.3390/SU8090851
- Falk, M. y Vanat, L. (2016). Gains from investments in snowmaking facilities. *Ecological Economics*, *130*, 339–349. https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2016.08.003
- Fang, Y., Scott, D. y Steiger, R. (2021). The impact of climate change on ski resorts in China. *International Journal of Biometeorology*, *65*(5), 677–689. https://doi.org/10.1007/S00484-019-01822-X
- François, H., Samacoïts, R., Bird, D. N., Köberl, J., Prettenthaler, F. y Morin, S. (2023). Climate change exacerbates snow-water-energy challenges for European ski tourism. *Nature Climate Change*, *13*, 935–942. https://doi.org/10.1038/s41558-023-01759-5ï
- Haanpää, S., Juhola, S. y Landauer, M. (2015). Adapting to climate change: perceptions of vulnerability of down-hill ski area operators in Southern and Middle Finland. *Current Issues in Tourism*, *18*(10), 966–978. https://doi.org/10.1080/13683500.2014.892917
- Hendrikx, J. y Hreinsson, E. Ö. (2012). The potential impact of climate change on seasonal snow in New Zealand: Part II-industry vulnerability and future snowmaking potential. *Theoretical and Applied Climatology*, *110*(4), 619–630. https://doi.org/10.1007/S00704-012-0713-Z
- Hennessy, K. J., Whetton, P. H., Walsh, K., Smith, I. N., Bathols, J. M., Hutchinson, M. y Sharples, J. (2008). Climate change effects on snow conditions in mainland Australia and adaptation at ski resorts through snowmaking. *Climate Research*, *35*(3), 255–270. https://doi.org/10.3354/CR00706
- Hoogendoorn, G., Stockigt, L., Saarinen, J. y Fitchett, J. M. (2020). Adapting to climate change: the case of snow-based tourism in Afriski, Lesotho. *Https://Doi.Org/10.1080/19376812.2020.1773878*, *40*(1), 92–104. https://doi.org/10.1080/19376812.2020.1773878
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5°C*. Resumen para responsables de políticas. www.ipcc.ch
- Knight, J. y Harrison, S. (2023). The sensitivity and evolutionary trajectory of the mountain cryosphere: Implications for mountain geomorphic systems and hazards. *Land Degradation & Development*, *34*(9), 2464–2482. https://doi.org/10.1002/LDR.4630
- López-Moreno, J. I., Soubeyroux, J. M., Gascoin, S., Alonso-Gonzalez, E., Durán-Gómez, N., Lafaysse, M., Vernay, M., Carmagnola, C. y Morin, S. (2020). Long-term trends (1958–2017) in snow cover duration and depth in the Pyrenees. *International Journal of Climatology*, *40*(14), 6122–6136. https://doi.org/10.1002/joc.6571
- Marty, C., Rohrer, M. B., Huss, M. y Stähli, M. (2023). Multi-decadal observations in the Alps reveal less and wetter snow, with increasing variability. *Frontiers in Earth Science*, *11*. https://doi.org/10.3389/feart.2023.1165861
- Monteiro, D. y Morin, S. (2023). Multi-decadal past winter temperature, precipitation and snow cover information over the European Alps using multiple datasets. *EGUsphere [Preprint]*. https://doi.org/https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-166
- Notarnicola, C. (2022). Overall negative trends for snow cover extent and duration in global mountain regions over 1982–2020. *Scientific Reports 2022 12*:1, 12(1), 1–16. https://doi.org/10.1038/s41598-022-16743-w
- Ortner, G., Michel, A., Spieler, M. B. A., Christen, M., Bühler, Y., Bründl, M. y Bresch, D. N. (2023). Assessing Climate Change Impacts on Snow Avalanche Hazard. *SSRN*. https://doi.org/10.2139/SSRN.4530305
- Pickering, C. y Buckley, R. C. (2010). Climate Response by the Ski Industry: The Shortcomings of Snowmaking for Australian Resorts. Ambio, 39(5–6), 430. https://doi.org/10.1007/S13280-010-0039-Y

- Pickering, C. M., Castley, J. G. y Burtt, M. (2010). Skiing Less Often in a Warmer World: Attitudes of Tourists to Climate Change in an Australian Ski Resort. *Geographical Research*, *48*(2), 137–147. https://doi.org/10.1111/J.1745-5871.2009.00614.X
- Pons, M., López-Moreno, J. I., Rosas-Casals, M. y Jover, È. (2015). The vulnerability of Pyrenean ski resorts to climate-induced changes in the snowpack. *Climatic Change*, *131*(4), 591–605. https://doi.org/10.1007/S10584-015-1400-8
- Pons-Pons, M., Johnson, P. A., Rosas-Casals, M., Sureda, B. y Jover, È. (2012). Modeling climate change effects on winter ski tourism in Andorra. *Climate Research*, *54*(3), 197–207. https://doi.org/10.3354/CR01117
- Prettenthaler, F., Kortschak, D. y Woess-Gallasch, S. (2022). Modelling tourists' responses to climate change and its effects on alpine ski tourism – A comparative approach for European Regions. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *39*, 100525. https://doi.org/10.1016/J.JORT.2022.100525
- Pütz, M., Gallati, D., Kytzia, S., Elsasser, H., Lardelli, C.; Teich, M.; Waltert, F. y Rixen, C. (2011). Winter tourism, climate change, and snowmaking in the Swiss Alps: tourists' attitudes and regional economic impacts. *BioOne*, *31*(4), 357–362. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00039.1
- Rixen, C., Teich, M., Lardelli, C., Gallati, D., Pohl, M., Pütz, M. y Bebi, P. (2011). Winter tourism and climate change in the Alps: An assessment of resource consumption, snow reliability, and future snowmaking potential. *Mountain Research and Development*, *31*(3), 229–236. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00112.1
- Schmidt, P., Steiger, R. y Matzarakis, A. (2012). Artificial snowmaking possibilities and climate change based on regional climate modeling in the Southern Black Forest. *Meteorologische Zeitschrift*, *21*(2), 167–172. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2012/0281
- Scott, D., Dawson, J. y Jones, B. (2008). Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation-tourism sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *13*(5–6), 577–596. https://doi.org/10.1007/S11027-007-9136-Z
- Scott, D., McBoyle, G. y Mills, B. (2003). Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): Exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate Research*, *23*(2), 171–181. https://doi.org/10.3354/CR023171
- Scott, D., Steiger, R., Rutty, M., Pons, M. y Johnson, P. (2019). The differential futures of ski tourism in Ontario (Canada) under climate change: the limits of snowmaking adaptation. *Current Issues in Tourism*, *22*(11), 1327–1342. https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1401984
- Spandre, P., François, H., Morin, S. y George-Marcelpoil, E. (2015). Snowmaking in the French Alps. *Revue de Géographie Alpine*, *103–2*. https://doi.org/10.4000/RGA.2913
- Spandre, P., François, H., Verfaillie, D., Pons, M., Vernay, M., Lafaysse, M., George, E. y Morin, S. (2019). Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps: Relevance of snowmaking as a technical adaptation. *Cryosphere*, *13*(4), 1325–1347. https://doi.org/10.5194/TC-13-1325-2019
- Spandre, P., Morin, S., Lafaysse, M., Lejeune, Y., François, H. y George-Marcelpoil, E. (2016). Integration of snow management processes into a detailed snowpack model. *Cold Regions Science and Technology*, *125*, 48–64. https://doi.org/10.1016/J.COLDREGIONS.2016.01.002
- Steger, C., Kotlarski, S., Jonas, T. y Schär, C. (2013). Alpine snow cover in a changing climate: A regional climate model perspective. *Climate Dynamics*, *41*(3–4), 735–754. https://doi.org/10.1007/S00382-012-1545-3/METRICS
- Steiger, R. (2010). The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements in Tyrol, Austria. *Climate Research*, *43*(3), 251–262. https://doi.org/10.3354/CR00941
- Steiger, R. y Mayer, M. (2008). Snowmaking and climate change: Future options for snow production in tyrolean ski resorts. *Mountain Research and Development*, *28*(3–4), 292–298. https://doi.org/10.1659/MRD.0978
- Steiger, R., Scott, D., Abegg, B., Pons, M. y Aall, C. (2017). A critical review of climate change risk for ski tourism. *Current Issues in Tourism*, *22*(11), 1343–1379. https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1410110
- Strapazzon, G., Schweizer, J., Chiambretti, I., Brodmann Maeder, M., Brugger, H. y Zafren, K. (2021). Effects of Climate Change on Avalanche Accidents and Survival. *Frontiers in Physiology*, *12*, 639433. https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.639433
- Techel, F., Jarry, F., Kronthaler, G., Mitterer, S., Nairz, P., Pavšek, M., Valt, M. y Darms, G. (2016). Avalanche fatalities in the European Alps: Long-term trends and statistics. *Geographica Helvetica*, *71*(2), 147–159. https://doi.org/10.5194/GH-71-147-2016
- Trawöger, L. (2014). Convinced, ambivalent or annoyed: Tyrolean ski tourism stakeholders and their perceptions of climate change. *Tourism Management*, *40*, 338–351. https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2013.07.010
- Tsilogianni, D., Cartalis, C. y Philippopoulos, K. (2023). Climate Change Impact Assessment on Ski Tourism in Greece: Case Study of the Parnassos Ski Resort. *Climate 2023, Vol. 11, Page 140*, 11(7), 140. https://doi.org/10.3390/CLI11070140
- Wilkins, E. J., Akbar, H., Saley, T. C., Hager, R., Elkin, C. M., Belmont, P., Flint, C. G. y Smith, J. W. (2021). Climate Change and Utah Ski Resorts: Impacts, Perceptions, and Adaptation Strategies. *Mountain Research and Development*, *41*(3), R12–R23. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-20-00065.1

Autors:
Núria Guerrero Hue (Enginyera de Forests per la Universitat de Lleida i Màster en gestió de riscos naturals per la BOKU (Universitat de Recursos Naturals i Ciències de la Vida de Viena); assistent de projecte a la Universitat d'Innsbruck)
Oriol Molló Manonelles (Enginyer Mediambiental especialitzat en Gestió de l'aigua i Màster en gestió de riscos naturals per la BOKU; director de projectes d'obra civil a la ciutat de Feldkirch i sotsdirector de la Confederació Hidrogràfica ILL-Walgau)



L'allau "Arzler Alm" desencadenada al gener del 2019 va danyar 25 hectàrees de bosc protector al nord d'Innsbruck (Àustria) (Foto de N. Guerrero Hue, novembre 2020).

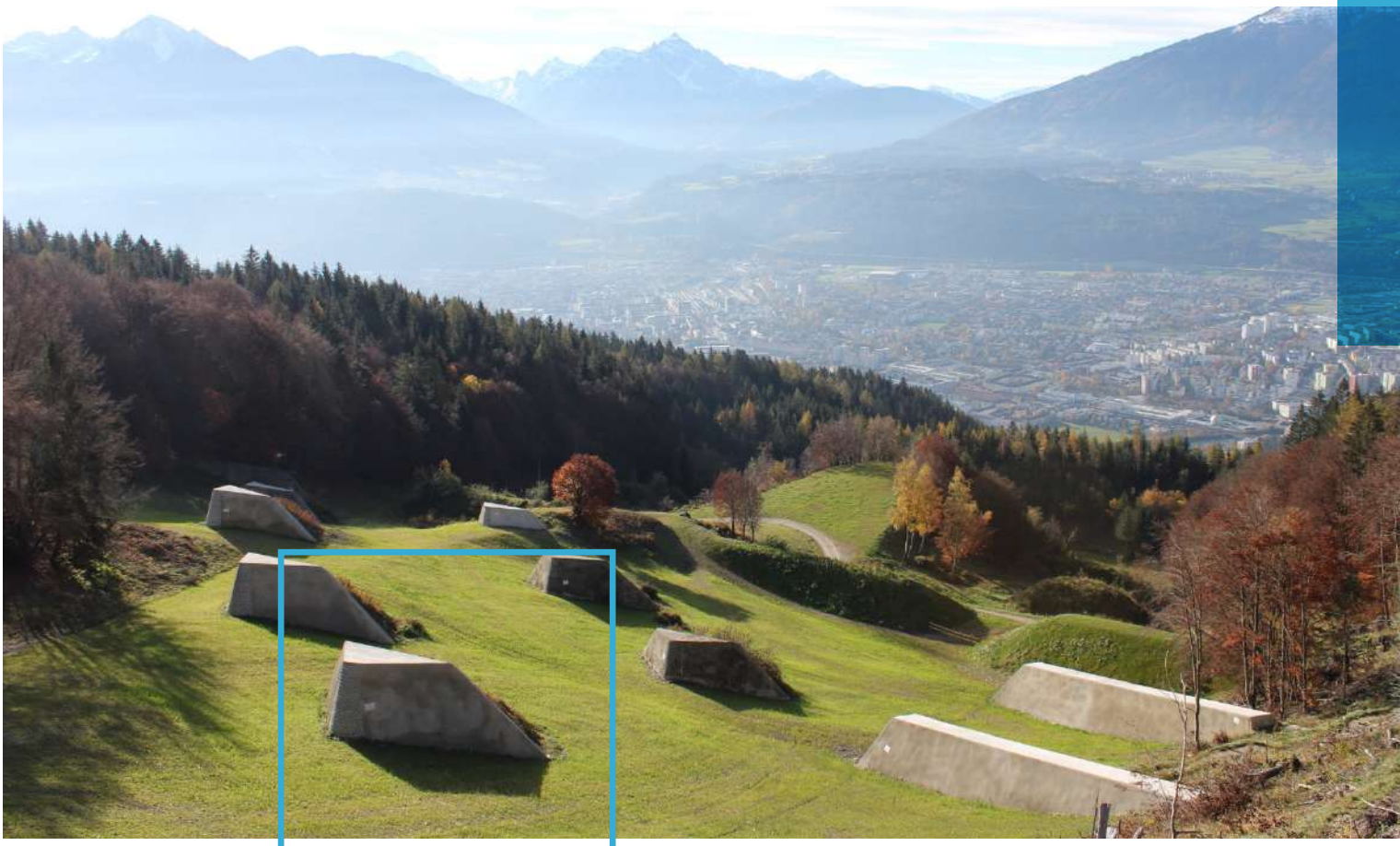


DIVULGACIÓ

EL SERVEI AUSTRÍAC DE CONTROL DE TORRENTS I ALLAUS (WLV) I LA CARTOGRAFIA DE ZONES DE PERILL D'ALLAU

ÀUSTRIA

Àustria és un país al mig dels Alps, on els riscos naturals sempre han representat una amenaça per a la urbanització i les infraestructures. L'ús del sòl es veu limitat en moltes zones per inundacions, esllavissades, allaus o caigudes de roques, que poden suposar una amenaça per a les persones, el medi ambient, els béns i les activitats que s'hi desenvolupen. Aquests fenòmens són esdeveniments naturals, que esdevenen un risc quan afecten o danyen persones o objectes. La protecció contra allaus, erosió i torrents hi és de gran importància ja que més de la meitat del territori austríac està amenaçat per algun d'aquests fenòmens.



EL SERVEI DE CONTROL DE TORRENTS I ALLAUS (WLV)

La protecció contra els riscos naturals és un deure de l'estat i la porten a terme la *Bundeswasserbauverwaltung*, que és l'administració federal d'enginyeria hidràulica, i la *Wildbach- und Lawinenverbauung* (WLV), el servei de control de torrents i allaus.

Aquestes institucions elaboren cartografia de zones de perill i analitzen els efectes dels riscos naturals sobre les zones urbanitzades, per tal de determinar els límits al seu desenvolupament. Quan és possible tècnicament, ecològicament i econòmicament, s'encarreguen d'implementar les mesures de protecció necessàries.

El servei de control de torrents i allaus (WLV) és una agència federal de la República d'Àustria, inclosa dins del Ministeri d'Agricultura i Silvicultura, Regions i Gestió de l'Aigua (aquest és el nom actual del ministeri; però aquest servei s'inclou sempre dins la temàtica forestal, es digui com es digui el ministeri...). La WLV desenvolupa la seva feina en l'àmbit dels següents processos naturals: inundacions, torrents, colades de fang, allaus de neu, caigudes de roques, esllavissades i moviments en massa.

Aquesta institució es va crear el 1884 i està regulada principalment per la Llei Forestal del 1975 (Forstgesetz, 1975). Les seves tasques inclouen l'elaboració de cartografia de riscos, la realització de peritatges, l'observació i documentació de fenòmens naturals, així com la planificació, la realització de projectes i la construcció de mesures de protecció. Aquestes poden ser de caràcter tècnic, per exemple en forma de barreres d'allaus, o de caràcter forestal, mitjançant boscos protectors.

Atès que la protecció contra els riscos naturals és de gran interès socioeconòmic, el govern federal inverteix anualment uns 90 milions d'euros del «fons de catàstrofes» (*Katastrophenfond*) en la protecció contra torrents, allaus i erosió. Juntament amb les aportacions dels estats federals i d'altres parts interessades, com ara ajuntaments o cooperatives locals d'aigua (*Wassergenossenschäfte*), cada any hi ha un pressupost d'uns 160 milions d'euros per fer front a desastres naturals . No obstant això, la protecció integral contra els riscos naturals a Àustria també inclou mesures organitzatives com l'alerta, l'alarma i l'evacuació i la protecció civil, tasques que són realitzades pels estats federals. També s'intenta fomentar l'autoprotecció, sobretot d'habitatges particulars i aïllats de la trama urbana.

Fins ara, la WLV ha analitzat més de 12.000 torrents, unes 8.000 zones d'allaus i gairebé 1.600 zones amenaçades per esllavissades o despreniments de pedres. Això vol dir que més de dos terços del país estan sota la supervisió de la WLV. A les regions de Vorarlberg, Tirol, Caríntia i Salzburg fins i tot més del 80% de la superfície regional.



Diverses mesures de protecció tècniques contra allaus construïdes entre els anys '40 i '70 a l'est del restaurant "Arzler Alm". Van ser restaurades després de l'allau de gener del 2019 (Innsbruck, Àustria) (Foto de N. Guerrero Hue, novembre 2020).

Competències

Com a organització estatal, la WLV s'encarrega de l'anàlisi, l'avaluació i la gestió dels riscos, i desenvolupa solucions integrals i preventives per a la protecció de la població i de les infraestructures.

Els serveis que ofereix s'agrupen en cinc blocs:

1. **Informació tècnica sobre riscos naturals**
   Recopilació, tractament, avaluació, gestió de dades i subministrament d'informació tècnica en l'àmbit dels riscos naturals.

2. **Realització de peritatges**
   Elaboració de dictàmens i declaracions d'experts. En els procediments administratius, la WLV representa l'interès públic, ja que les mesures de protecció que es duguin a terme es consideren d'interès públic.

3. **Cartografia de zones de perill**
   La WLV elabora diferents mapes de zones de perill per a diferents riscos naturals. (Això s'explica detalladament més endavant.)

4. **Planificació, implementació i manteniment de les mesures de protecció**
   La WLV és l'òrgan autoritzat de planificació i coordinació de les mesures de protecció actives i passives en l'àmbit dels torrents, les allaus i l'erosió. S'encarrega de la implementació, el seguiment i el manteniment de les mesures de protecció.

5. **Gestió pressupostària**
   El pressupost de la WLV el 2023 és de 141 milions d'euros de manera directa, amb partides pressupostàries d'altres departaments addicionalment. Aquests fons són per als ajuntaments i altres parts interessades. Es poden utilitzar per a la planificació i l'execució de projectes de protecció, així com per al manteniment d'estructures de protecció i per a la gestió de boscos amb efectes protectors.

Els municipis amenaçats per torrents i allaus tenen la possibilitat de sol·licitar a la WLV la implementació i el finançament de mesures de protecció. Un requisit previ important per a l'elegibilitat del projecte és que el municipi disposi d'un mapa de zones de perill (en alemany, *Gefahrenzonenplan*, sovint anomenat directament amb les sigles GZP) aprovat pel Ministeri i que aquest es tingui en compte en l'ordenació territorial, la construcció i urbanització i la protecció de les persones i béns. Per tant, el GZP permet seleccionar i prioritzar objectivament les sol·licituds de finançament de mesures de protecció. Un altre requisit per iniciar un projecte és una declaració per escrit de les parts interessades (comunitats, cooperatives locals d'aigua i altres) que hi faran contribucions financeres.

Si un projecte s'identifica com a digne de suport i d'interès públic, l'autoritat responsable de la WLV pot iniciar-ne la planificació. Els costos de planificació de les mesures de protecció contra torrents i allaus van íntegrament a càrrec del govern federal.

Estructura

La WLV té una estructura descentralitzada, molt repartida per tot el país. Es divideix en 7 seccions, 21 seus territorials, 4 centres especialitzats i els serveis centrals. Compta amb un miler d'empleats a tot Àustria i porta a terme fins a 1.000 obres a l'any.

Els **serveis centrals** s'encarreguen de l'assessorament jurídic, la contractació, la infraestructura digital, la comptabilitat salarial, la comunicació i les relacions públiques.

Les **seus territorials** (en alemany, *Gebietsbauleitungen*, amb les sigles GBL) estan sobretot centrades en la planificació, la implementació i el manteniment de les mesures de protecció, i executen la direcció d'obra. Es troben repartides per tot el territori, de manera que coneixen les característiques de les conques hidrogràfiques, les infraestructures i la realitat socioeconòmica de cada zona.



Centres especialitzats (*Fachzentren*)

A banda dels serveis centrals i de les seus territorials, la WLV compta amb 4 centres especialitzats en aquestes temàtiques: geologia i allaus, processos torrencials, informació sobre riscos naturals i monitorització. En aquest article ens centrarem en les tasques del centre especialitzat en allaus.

El centre especialitzat en allaus dona suport a les seus territorials (GBL) de tot Àustria en qüestions relacionades amb la neu i les allaus. Això inclou la cartografia de perill d'allaus, la informació i l'assessorament tècnic i la planificació de mesures de protecció.

El centre d'allaus desenvolupa una funció de pont, posant en pràctica els coneixements teòrics en l'àmbit de la protecció d'allaus. El seu gran pilar és disposar d'una documentació històrica d'allaus ocorregudes de bona qualitat. Aquesta base de dades és ampliada contínuament amb informació de les allaus que van succeint i també es va actualitzant la informació relativa a allaus antigues (per exemple, fent simulacions addicionals amb nous paràmetres o nous programes informàtics).

Aquest centre també impulsa el desenvolupament de nous mètodes i eines constantment. El model de simulació d'allaus "SamosAT" és el seu producte principal i més conegut. Un altre producte que poden usar les seus territorials és el model d'allaus de flux "SamosBeta". Actualment s'està treballant per incloure-hi les allaus de neu humida, ja que aquesta problemàtica és cada cop més freqüent com a conseqüència del canvi climàtic.

A més, com els altres centres especialitzats, realitza publicacions tècniques i està molt implicat en el desenvolupament de directrius, normatives i estàndards. Per últim, el centre especialitzat en allaus té com a visió de futur la cooperació per a desenvolupar un model d'allaus comú a escala europea.

CARTOGRAFIA DE ZONES DE PERILL (GZP)

La cartografia de les zones de perill és la representació i l'avaluació dels riscos naturals d'acord amb la Llei Forestal del 1975. Marcada per aquesta llei, la WLV realitza els mapes de zones de perill (GZP) per a allaus, inundacions i colades de fang (en anglès, *debris flow*).

La WLV elabora aquests mapes per a tots aquells municipis d'Àustria que es veuen afectats per aquests processos naturals i que podrien patir les conseqüències d'un esdeveniment intens i causar-hi danys considerables. En aquests mapes es cartografien les "superfícies espacialment rellevants" (*raumrelevante Bereiche*), o sigui, aquelles que tenen o podrien tenir un ús permanent com a urbanitzables o per a infraestructures. Per això, els GZP volen servir de base per a l'ordenació territorial, la construcció i urbanització i la protecció de les persones i béns. Els mapes es posen a disposició del públic, tant al municipi corresponent com en l'equivalent a les nostres diputacions (*Bezirksverwaltungsbehörde*), al govern federal responsable i a la WLV.

Aquests mapes mostren, per a un determinat procés, la superfície del territori que es podria veure afectada per l'esdeveniment de disseny. A Àustria aquest es calcula per a un període de retorn de 150 anys. Per a definir l'esdeveniment de disseny, s'estudia amb detall informació de naturalesa diversa: es fan visites sobre el terreny, s'analitzen les mesures de protecció ja instal·lades, es busca tota la informació històrica d'esdeveniments ocorreguts i s'avalua la cartografia temàtica (geologia, hidrologia, etc.). Tot això es complementa realitzant simulacions amb models informàtics, sistemes d'informació geogràfica i anàlisis estadístiques. Finalment s'hi incorpora el criteri del personal tècnic, basat en la seva experiència per a acabar de concretar l'esdeveniment de disseny.

A Àustria es distingeixen principalment dos tipus de zones, la zona vermella i la zona groga:

La zona vermella oficialment inclou "aquelles superfícies que es troben en perill com a conseqüència de processos torrencials o d'allaus, de manera que el seu ús permanent com a zona urbanitzable o per a infraestructures de transport o bé no és possible o bé només és possible amb un esforç desproporcionat per a evitar els danys que probablement causaria l'esdeveniment de disseny o bé la freqüència del procés". Això significa la prohibició absoluta de construir nous edificis en zona vermella. Únicament es poden fer excepcions quan es restauren edificis ja existents, si això comporta un augment de la seguretat al seu interior.

La zona groga inclou "totes les altres superfícies que es troben en perill com a conseqüència de processos torrencials o d'allaus, l'ús permanent de les quals com a zona urbanitzable o per a infraestructures de transport es veu limitat com a conseqüència d'aquest perill". Per tant, construir a la zona groga és possible sempre que es compleixin les restriccions particulars que prescrigui la GBL corresponent en un informe.

Això comporta certes diferències entre els usos que es poden desenvolupar o el que es pot construir a les diferents regions d'Àustria. A la pràctica, en regions més extenses i menys muntanyoses els criteris acaben sent més restrictius que a les regions més alpines. Ja que si els criteris de la zona groga, per exemple a Vorarlberg, són molt restrictius, tant per allaus, com inundacions, com caigudes de roques, la superfície disponible per a nova urbanització o infraestructures és molt limitada, ja que les zones que no estan amenaçades per allaus ho estan per inundació, o bé tenen un pendent elevat...



Diverses mesures de protecció tècniques contra allaus construïdes entre els anys '40 i '70 a l'est del restaurant "Arzler Alm" (Innsbruck, Àustria) (Foto de N. Guerrero Hue, gener 2017).

Les altres zones

Als mapes de perill es poden distingir a més altres zones amb altres colors:

- **Zona blava:** zona de reserva: zones que cal mantenir lliures per a poder establir-hi mesures de protecció, si en un futur es considera necessari.
- **Zona marró:** zones afectades per altres tipus de riscos naturals, com ara caigudes de roques o moviments en massa de terra.
- **Zona violeta:** zona d'indicació: aquelles zones que s'han de conservar en l'estat actual perquè ja ofereixen una protecció natural.
- **Zona de risc residual:** aquestes superfícies no es cartografien pròpiament, però s'intenta fer èmfasi i deixar clar que no existeix el risc zero. Cap mesura de protecció no proporciona una protecció total i elimina el risc completament, per tant sempre hi haurà un risc residual.

Al portal eHora (https://www.hora.gv.at) s'hi pot trobar informació sobre les zones esmentades més amunt.

Validesa i revisió de la cartografia

Oficialment, "si es produeixen canvis en la informació inicial o en com s'avalua aquesta, les agències de la WLV hauran d'adaptar la cartografia de perill a les noves circumstàncies". Això vol dir que si canvien certes condicions a la conca hidrogràfica (per exemple, a causa de noves mesures de construcció, o si una ventada ha destrossat hectàrees de bosc) o si es canvien els criteris d'avaluació dels mecanismes de perill, cal revisar i modificar el mapa de perill corresponent.

GZP DE ZONES D'ALLAUS

Cada tipus de perill es cartografia per separat. Les "Directius per a la planificació de les zones de perill" (en alemany *Richtlinie für die Gefahrenzonenplanung*) són el document que especifica com definir tècnicament les zones de perill en el cas d'allaus de neu. L'última versió és del 2011.

A Àustria les zones de perill d'allaus es defineixen en funció de la pressió de l'allau, sent els 10 kN/m^2 el valor que diferencia la zona vermella de la groga:

- Zona vermella d'allaus (*rote Gefahrenzone Lawine*): $P \geq 10$ kN/m^2
- Zona groga d'allaus (*gelbe Gefahrenzone Lawine*): $1 < P < 10$ kN/m^2

Tanmateix aquest valor de 10 kN/m^2 s'aplica només des de l'any 1999, ja que abans es definia la zona com aquella amb una pressió superior als 25 kN/m^2 i la zona groga aquella que tenia una pressió entre 3 i 25 kN/m^2. Aquest canvi en els criteris de delimitació es va produir arran d'unes allaus catastròfiques ocorregudes a Galtür (vall de Panznaun, Tirol) al febrer del 1999, amb 38 víctimes mortals. Aquest trist succés és un dels accidents més importants per allau de la història d'Àustria, i va comportar l'operació d'evacuació més gran portada a terme, ja que el poble va quedar-se incomunicat per carretera durant diversos dies i desenes de persones van ser evacuades amb helicòpters militars. Posteriorment, aquest desastre va promoure un canvi de normativa i es va adoptar un criteri més estricte que el que s'aplicava fins aleshores (10 kN/m^2 en comptes de 25 kN/m^2).

Resumen de la accidentalidad por aludes durante la temporada 2022-2023

Autores: Comisión de Accidentes: Glòria Martí, Pere Oller, Jordi Gavaldà, Aina Margalef

ACCIDENTES

Desde los inicios de ACNA, en la Comisión de Accidentes hemos ido recogiendo la actividad de aludes accidentales acontecidos durante las distintas temporadas. Desde la puesta en marcha de la base de datos de ACNA y del formulario en línea para comunicar accidentes, esta recogida de datos y su análisis se va realizando de forma más eficaz. Esto nos permite elaborar estadísticos que nos ayudan a visualizar los datos y a realizar posteriores análisis. En este resumen presentamos los estadísticos de la pasada temporada 2022-2023.

A pesar de que esta temporada ha sido muy escasa en innivación, y, por tanto, muy seca en la mayoría de los macizos, esta tónica no se ha traducido para nada en una disminución del número de accidentes. Así, en esta temporada 2022-2023 hemos registrado 23 accidentes por alud, tres más que la temporada anterior (véase figura 1). Para aquellos que quizás leéis por primera vez un resumen de actividad accidental por aludes, cabe recordar que en la base de datos de ACNA consideramos accidente aquella situación en la que una persona ha sido como mínimo arrastrada por el alud (quede o no herida). Además, cabe añadir que, obviamente, se consideran accidentes aquellos casos en los que haya habido heridos o muertos.

En este artículo, resumimos las características principales de los 23 accidentes registrados la temporada 2022-2023 por lo que respecta a su localización, las características del alud, el grado de peligro pronosticado, las características del grupo, la actividad y las personas accidentadas.

Una vez más aprovechamos para agradecer a todos aquellos que habéis compartido y/o comunicado los accidentes. Con ello contribuís a un mejor conocimiento del fenómeno y, a la vez, a una mejora en la formación, necesaria para evitar los accidentes. ¡MUCHAS GRACIAS!

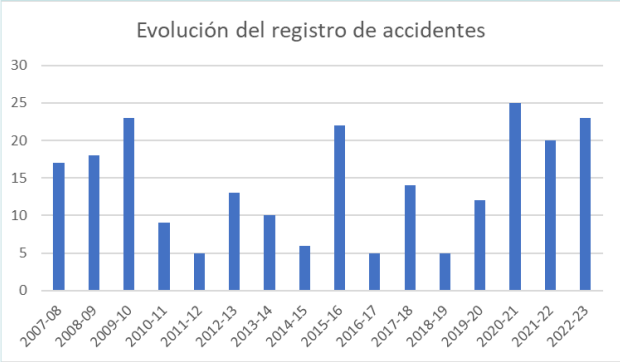


Figura 1. Número de aludes registrados desde la temporada 2007-2008. Esta temporada 2022-2023 destaca porque pese a ser seca o muy seca registra un número muy notable de accidentes (23).

Localización espacial y temporal de los accidentes

En cuanto a la accidentalidad, la temporada se inició a finales de noviembre, con 2 accidentes en el Pirineo de Cataluña los días 29 y 30 (Escornacrabes y Cap des Clósos), causados por una situación de nieve reciente y de placa de viento. A partir de esas primeras nevadas, se fue regularizando el manto nivoso con algunas nevadas débiles. Durante la segunda mitad de diciembre, los días 18 y 19, ocurren los 2 aludes accidentales siguientes, que en este caso acontecen en el Pirineo Aragonés (Salvaguardia y en el Pico de Argualas), ambos por placas de nieve seca. En enero aumenta la actividad accidental con 6 accidentes más, 2 el día 10: uno en la Franja Nord de la Pallaresa, en el Campirme (a causa de una nevada previa acompañada por viento) y el otro en los Picos de Europa, concretamente en Peña Santa de Castilla, causado por una placa de nieve seca. El día 13, en la Pica de Cervi (zona Ribagorçana-Pallaresa del Pirineo catalán) 2 montañeros son arrastrados por una placa formada por viento de componente noroeste, muy efectivo para formar placas sobre costras y facetas que tienen gran capacidad de propagar fracturas; uno de los montañeros resulta herido. De los 3 accidentes siguientes 2 se dan en el Valle de Aran (Cap de Baqueira y Bonaigua), los días 18 y 20 de enero, con una estabilidad del manto entre pobre y muy pobre a causa de placas de viento, y el tercero en el Pirineo Aragonés (Bachimaña), el día 28, por placa de nieve seca. En febrero se concentra la mayor actividad accidental de aludes: ¡un total de 12 accidentes!; no solamente en los Pirineos, tanto franceses como españoles, sino también en Sierra Nevada, donde los días 18 y 19 se dan accidentes por caída de placas de viento, y en uno de ellos dando paso al rescate del grupo GREIM. Finalmente, a principios de marzo, el día 4, se da el último accidente registrado, se trata de una placa en la cara oeste del Pico Arriel, en el Pirineo Aragonés. En la figura 2 mostramos la distribución de los accidentes por meses.

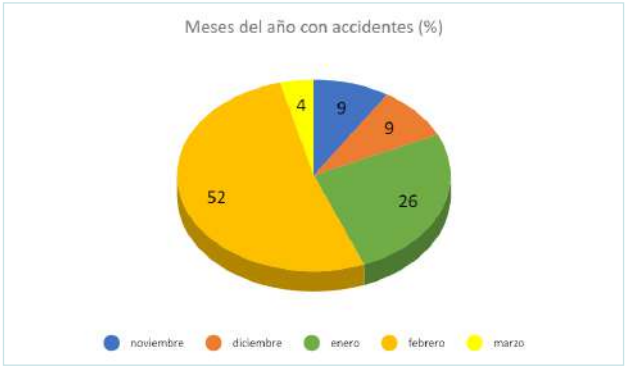


Figura 2. Distribución de los accidentes por meses. Destaca el mes de febrero, en el que se dan más de la mitad de los accidentes de la temporada.

Con respecto a la distribución espacial (véase figura 3), destacamos que se han dado accidentes tanto en los Pirineos, que son la mayoría (87%), como en otras cordilleras como los Picos de Europa, con un único accidente, y los 2 en Sierra Nevada, donde en las últimas 10 temporadas solo tenemos un registro de accidente en este macizo (Pico Veleta, 18/4/2021).

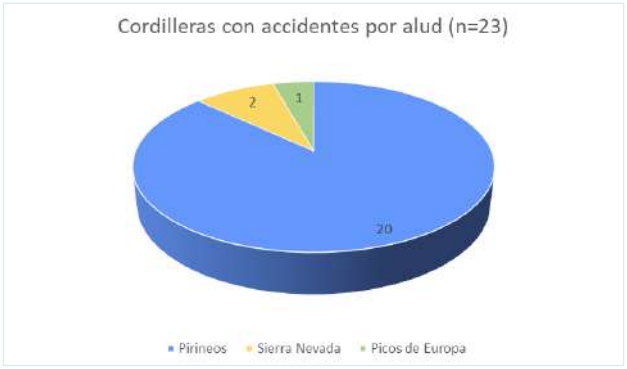


Figura 3. Número de accidentes de la temporada 2022-2023 por cordilleras.

A nivel geográfico-administrativo, la mayoría de los accidentes han sucedido en España (18 casos) y el resto (5 casos) en Francia. La mayor concentración de accidentes por región se localiza en Cataluña, quizás por una mayor red de observación en esta zona, seguida por Aragón, Occitania, Andalucía y finalmente —con el mismo número de accidentes—, cierran la lista Castilla-León y Nouvelle Aquitaine. Al final de la edición de este artículo hemos registrado 2 accidentes en Andorra. Por este motivo no se encuentran reflejados en los gráficos de este artículo. La información recogida hasta el momento consiste en un accidente el 12 de diciembre en Arinsal y una placa accidental con una persona arrastrada, el 2 de marzo en el Pic de Hortell.

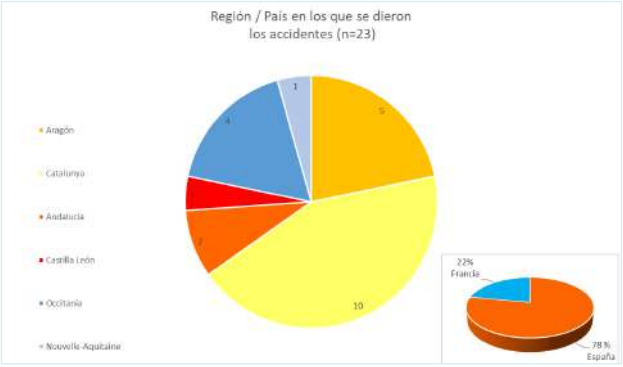


Figura 4. Distribución de los accidentes por regiones y *por países.*

Información sobre las características de los aludes accidentales y el peligro de aludes

La mayoría de los accidentes de esta temporada han ocurrido principalmente por situaciones de nieve reciente, seguidos por los de situaciones de placa de viento. Ya apuntábamos al principio que las nevadas han sido escasas, pero en los días de cambio, por nevada o por nevada con viento, es cuando se han dado los accidentes. Así pues, no es de extrañar que más del 90% sean accidentes de placas. Por lo que respecta a los tamaños de dichos aludes, basándonos en la escala europea de tamaños de aludes que va de 1 (pequeño) a 5 (extremadamente grande), todos los aludes accidentales han tenido entre tamaño 1 (pequeño) y 3 (grande). Destaca principalmente la abundancia de los de tamaño 2 (mediano) con más del 40% de los casos, y el hecho de que, como ya es habitual, no hay accidentes de tamaño 4 (muy grande) ni 5 (extremadamente grande). La figura 5 recoge los tamaños de los aludes accidentales y el tipo de desencadenamieto.

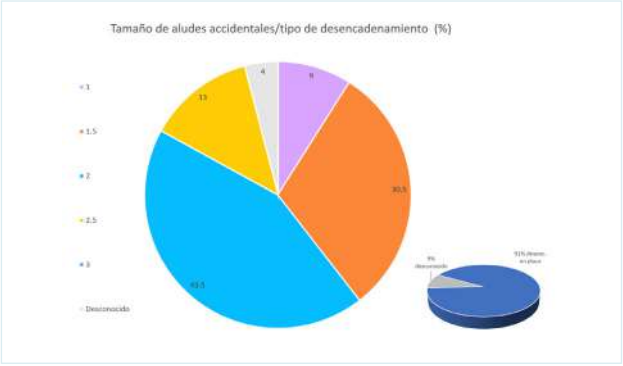


Figura 5. Distribución porcentual del tamaño de los aludes accidentales y del tipo de desencadenamiento de los mismos. La escala de tamaño de aludes se ha dividido en la base de datos de ACNA en tamaños intermedios (1, 1.5, 2, 2.5, etc.) para un mayor detalle de la dimensión de los aludes.

En esta temporada, tal y como suele ser habitual, el peligro de aludes pronosticado que concentra más accidentes es el grado de peligro NOTABLE (3) con el 52%. En segundo lugar, está el peligro LIMITADO (2) con un 30,4%. Solamente se ha dado un accidente en situación de peligro FUERTE (4) y pese a que se ha pronosticado muchos días el grado del peligro DÉBIL (1) durante la temporada, no ha habido ningún accidente en este nivel; aun así, no es de extrañar, ya que este peligro ha correspondido sobre todo a nieves muy encostradas y estables. Finalmente, hacemos notar que dos accidentes han ocurrido en un sector sin boletín, concretamente en Sierra Nevada, y que un accidente ha tenido lugar en los Picos de Europa fuera del período de emisión de boletines en esta zona (ver figura 6).

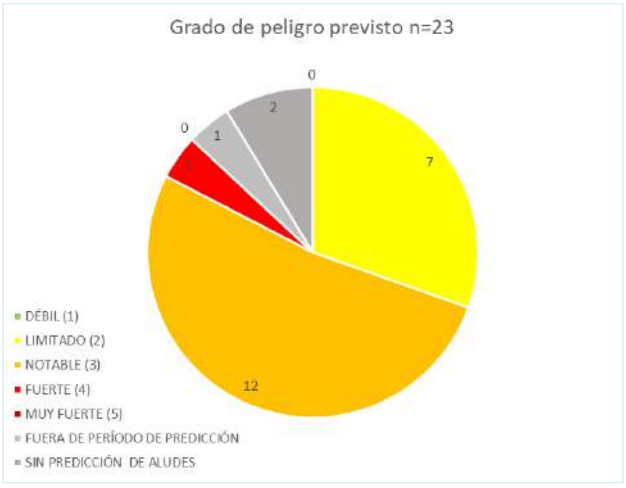


Figura 6. Distribución de los grados de peligro previstos en los días de los accidentes.

Accidentalidad: personas, grupos y actividad

Los 23 aludes accidentales han arrastrado a 33 personas, de las cuales 9 han resultado heridas y afortunadamente no hay que lamentar ninguna persona muerta, tal y como mostramos en la figura 7. La mayoría de los grupos afectados por alud estaban formados por 2 personas, seguidos por grupos de 3, de 4 y de más de 4 sucesivamente. Solamente hay dos casos de accidentes con una sola persona (ver figura 8). Con respecto a la actividad mayoritaria del grupo, la práctica que suele tener más accidentes (ver figura 9) sigue siendo el esquí de montaña. Hay que destacar que en la base de datos de ACNA se registra la actividad predominante/destacable del grupo. Así pues puede ser que no aparezca alguna actividad concreta correspondiente a grupos en los que las personas realizaban diferentes prácticas deportivas. En este sentido destacamos que algún accidente ha sido en práctica de surf de montaña conjuntamente con esquí de montaña (un caso).

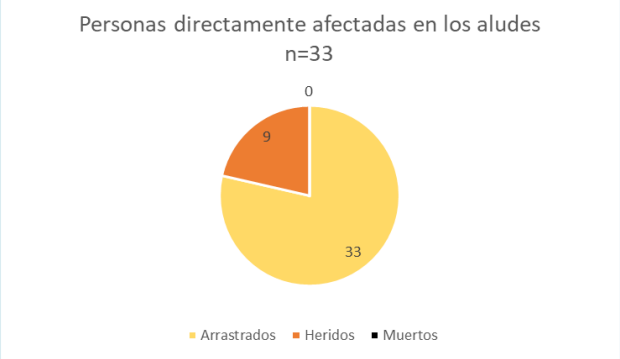


Figura 7. Número de personas arrastradas y heridas durante el accidente. No se ha dado afortunadamente ninguna víctima mortal.

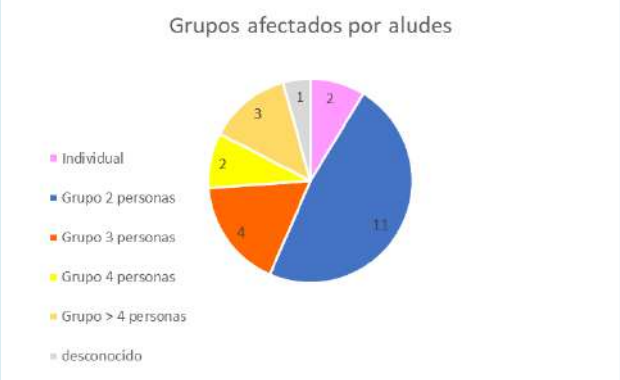
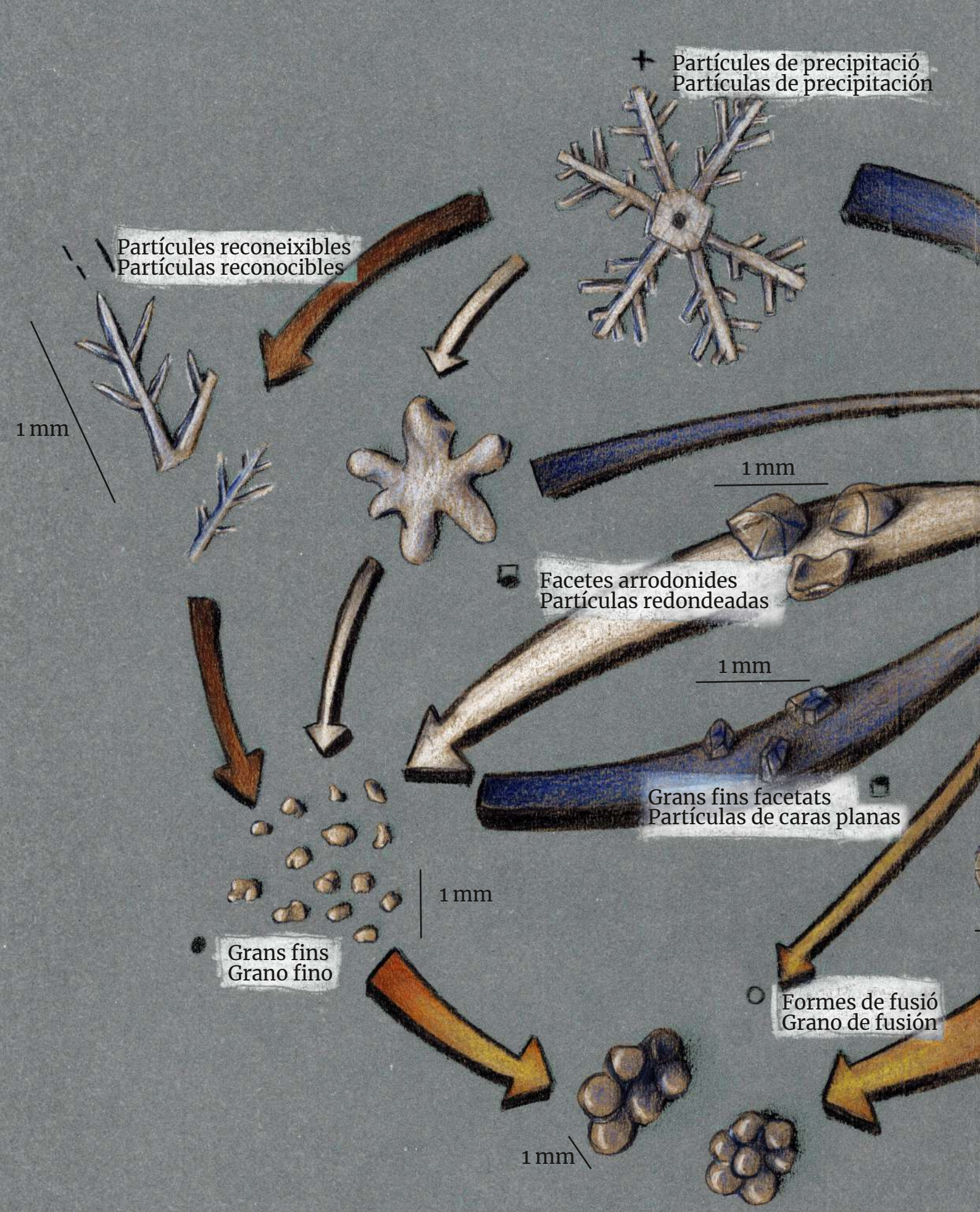


Figura 8. Número de personas integrantes de los grupos afectados por accidentes de alud. Destacan mayoritariamente los grupos constituidos por 2 personas. Continúa habiendo accidentes por alud con una única persona en el grupo (2 casos).

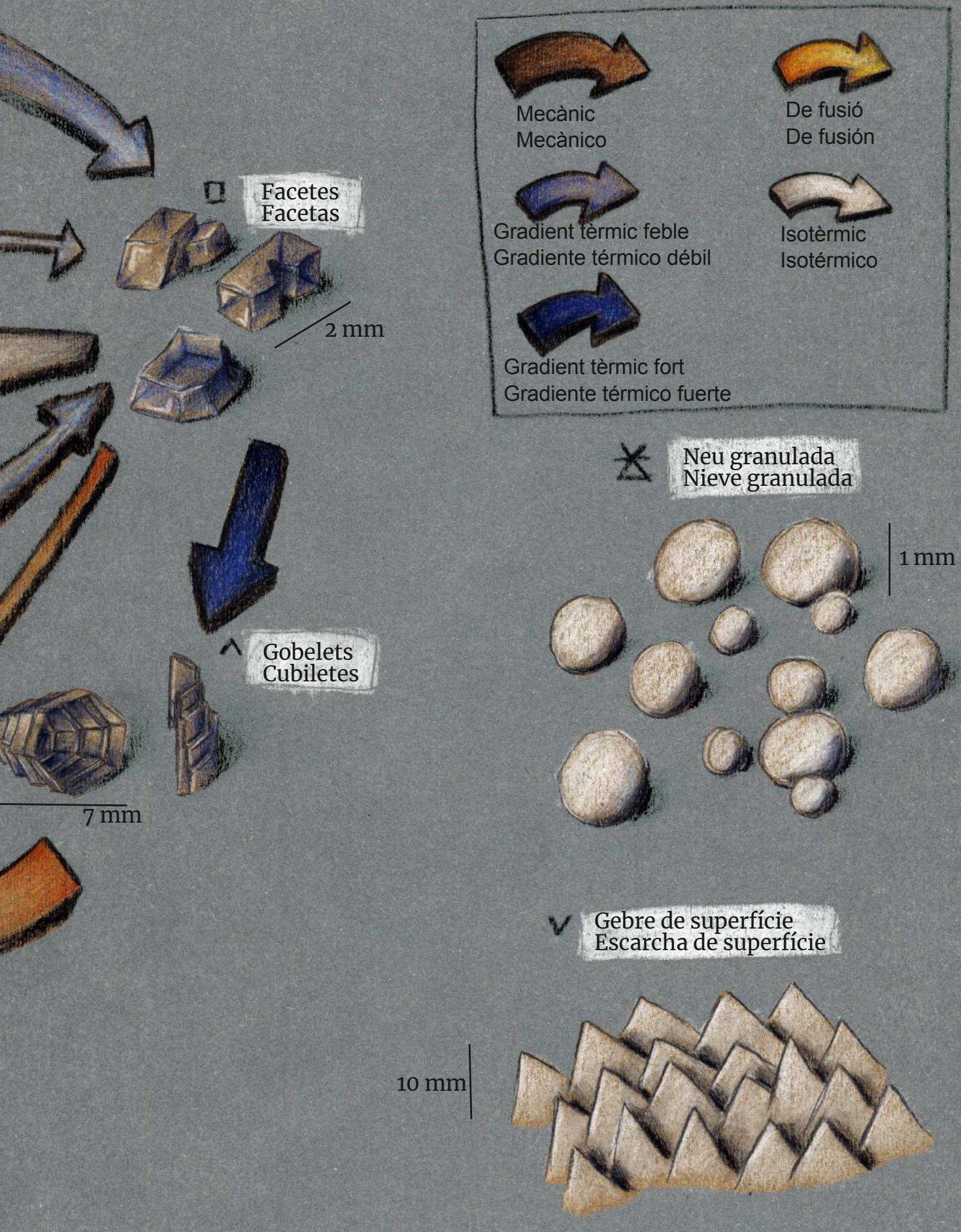


Figura 9. Distribución porcentual de la actividad del grupo afectado por accidente. El esquí de montaña continúa siendo el grupo mayoritario, le sigue el esquí fuera pista y el alpinismo en tercer lugar.

Con este resumen hemos pretendido dar a conocer la actividad accidental de aquellos aludes que han llegado por activa o por pasiva a la base de datos de ACNA. Recomendamos que para un mayor detalle consultéis la página de los accidentes en https://www.acna.cat/es/estadisticas-de-accidentes/, donde también encontraréis el formulario de reporte de accidente, por si queréis comunicar cualquier situación accidental por aludes. ¡Recordad que, si tenéis información de temporadas pasadas que queráis comunicar, adelante, son siempre datos bienvenidos! ¡Muchas gracias!


Partícules de precipitació
Partículas de precipitación
Partícules reconeixibles
Partículas reconocibles
1 mm
1 mm
Facetes arrodonides
Partículas redondeadas
1 mm
Grans fins facetats
Partículas de caras planas
1 mm
Grans fins
Grano fino
Formes de fusió
Grano de fusión
1 mm

CRISTALLS DE NEU I METAMORFISMES
CRISTALES DE NIEVE Y METAMORFISMOS



JORDI TENAS
RIDE IN PEACE



ENTREVISTA

Parlem amb Txema Trull, *freerider* i fotògraf professional, establert a la Vall d'Aran des de l'hivern 2005-2006.

El 21 de setembre es van complir deu anys del fatal accident per allau al Cerro Torrecillas, a Valle Hermoso, darrere l'estació d'esquí argentina de Las Leñas.

En aquest trist esdeveniment, hi va perdre la vida el *rider* Jordi Tenas, mentre que el seu company Txema Trull va sobreviure amb un quadre d'hipotèrmia i hipòxia, però sense conseqüències posteriors.


gazine.com
mos

Qui era Jordi Tenas?
Per a mi i per a tots els amics que l'hem conegut, un gran colega, un dels meus millors amics, una persona supermotivada, pura energia a la muntanya, molt apassionat per l'esquí, el *freeride*... Tota la seva vida girava entorn d'això. Era molt nerviós, inquiet i no sabia aguantar els períodes quan no nevava.

Què ens ha deixat?
El Jordi va ser el primer de la segona generació oberta pels *freeriders* pioners (David Sanabria, Ruben Blanco...), i que va obrir un camí destacat ja amb divuit anys. Va ser quart al primer El Dorado. Va guanyar els Freerides de Bacivèr, Tavascan. A continuació el van seguir Adrià Millan, Aymar Navarro, però ell va ser el primer.

Sobretot ens ha deixat inspiració i passió de *riding* molt profunda i apassionada.



Foto 1: Jordi Tenas i Txema Trull a la tenda. © Txema Trull.

ELS FETS

L'objectiu del viatge era, a part d'esquiar tot el possible, produir material fotogràfic per vendre a revistes a través de diverses marques de material. Teníem un acord amb Las Leñas per al forfet i per a facilitar-nos transport a Valle Hermoso. Hi havia o sentíem molta pressió perquè va ser el primer any que revistes i marques internacionals van començar a fer-nos cas. Pressió "externa" per aquest motiu, i també pressió "interna" de nosaltres mateixos per les ganes de fer-ho bé.



Foto 2: Jordi Tenas, la darrera baixada, la darrera acció, la darrera foto que li vaig fer, esquiant sota l'atenta mirada d'una de les agulles del Cerro Torrecillas. © Txema Trull.

Com va anar la successió de fets fins a l'allau?
Era ja el final del final de la temporada, després de tres mesos d'activitat a Las Leñas. Abans de l'accident vam estar quatre dies acampats a Valle Hermoso en un altre indret. Sense passar per "casa" (teníem un apartament llogat a la base de l'estació), va venir la màquina de Las Leñas a portar-nos al peu del Cerro Torrecillas. Sabíem que venia una nevada, però no teníem una predicció meteo precisa, ja que no teníem comunicació, d'això ja fa deu anys! Vam decidir acampar en una mena de llomet elevat, al peu de la cara est del Cerro i al costat d'una llarga carena amb orientació nord. La màquina ens va aplanar, a petició nostra, aquest llomet per estar-hi més còmodes i així també ens quedàvem més separats de la cara nord i de possibles allaus.



Tota la seva vida girava entorn d'això. Era molt nerviós, inquiet i no sabia aguantar els períodes quan no nevava.

Vam estar dos o tres dies de bon temps esquiant. El dia 20 es va posar a nevar i no vam sortir de la tenda. Vam parlar de si ens havíem de moure. Però la nostra anàlisi és que si davallava una allau es quedaria a la *vaguada* que hi havia entremig.

Coneixíem bé el terreny, hi havíem esquiat molt i mai no hi havíem tingut activitat d'allaus rellevant perquè sempre havíem esperat dos o tres dies després de la nevada i que ja s'hagués estabilitzat.

Vam decidir *apurar* amb el nostre límit de temps, passar-hi la nit del 20 al 21, esquiar de bon matí i baixar al migidia per agafar el bus i tornar a Mendoza. Era el darrer dia de l'estada a Las Leñas. Tot i que havíem deixat dit a companys de casa a Las Leñas que baixaríem el dia 20.

Durant la nit no portàvem el DVA connectat en emissió... tampoc no serviria de res allà on érem.

El despertador que havíem programat a les 6:00 h no va sonar mai, ja que l'allau va produir-se en algun moment de la nit.

Foto 3: Arribant amb la màquina al campament els dies previs de l'accident. S'indica contorn de l'allau que els atraparia durant la nevada. © Txema Trull.

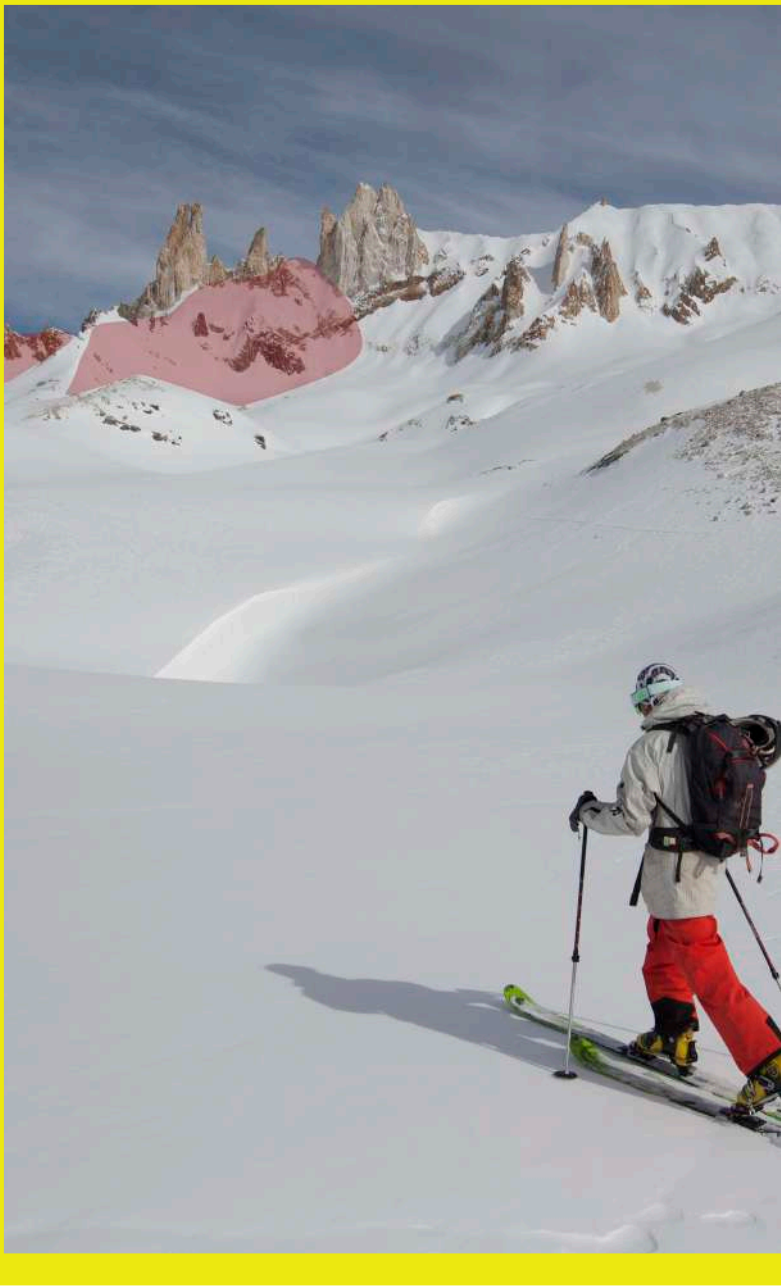
El despertador que havíem programat a les 6:00 h no va sonar mai, ja que l'allau va produir-se en algun moment de la nit.

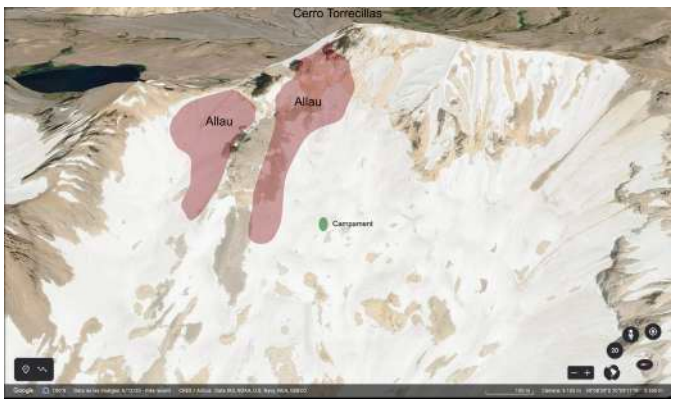
Es produeix l'allau..., què passa?
Estàvem dormint i de cop vam notar que el sostre de la tenda s'enfonsava, molt soroll, lluitem aguantant el sostre de la tenda... fins que l'allau es para.

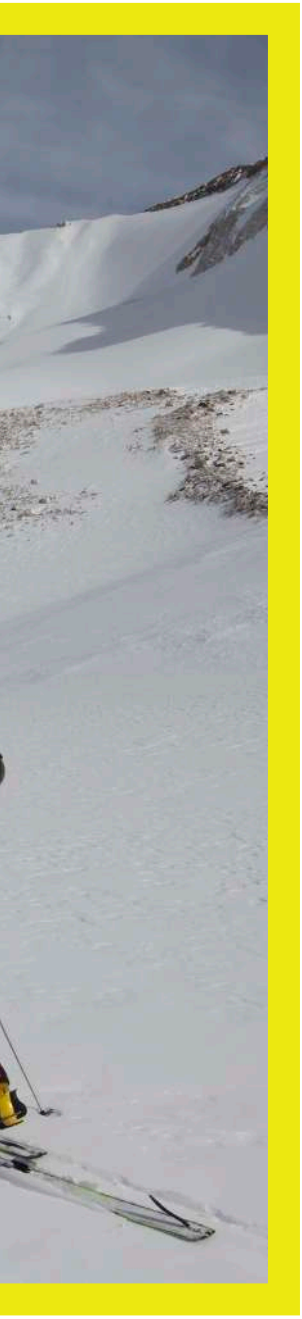
Estem de cintura cap avall totalment atrapats, encimentats. Era de nit. No es veia res. Tots dos desperts i conscients, un al costat de l'altre. Jo mirant cap al mig de la tenda, i el Jordi cap a la paret de la tenda, els dos mirant en el mateix sentit cap a la vall. Jo disposava d'un bon sac de dormir (-18 °C) però el Jordi anava amb un sac lleuger senzill. Tinc el record de treure la mà per intentar obrir la cremallera i sortir, però m'adono que estem colgats, estem atrapats i parlem de que és millor que no respirem tan fort...

Aleshores el meu pensament és que és impossible sobreviure perquè ningú no vindrà a treure'ns... Aquesta situació em venç, abandono tota esperança de sortir-me'n amb vida i perdo la consciència... i ja no recordo res més fins que em desperto ja a l'ambulància sortint de Las Leñas cap a l'hospital de San Rafael, el més proper.

Quina va ser la resposta de rescat que hi va haver? Qui va mobilitzar-se i com?
El rescat va activar-se el matí del 21, quan el Dorian i el Moritz, que vivien amb nosaltres a finals de temporada, van adonar-se que no havíem baixat. El Dorian va pujar a la part alta de l'estació i va veure una allau. Va baixar i activar una primera màquina immediatament. Tot seguit, el Ticiano, un professor d'esquí local, va pujar amb una segona màquina. Amb ell havíem coincidit el dia que vàrem acampar al Cerro Torrecillas i per tant sabia on havíem posat la tenda.







En realitat, de manera natural, s'han produït dues allaus que convergeixen al mateix punt i on troben material nostre en superfície. No saben quina és l'allau que ens ha implicat. Però el Ticiano sí que indica que és l'allau de la cara nord de la morrena contigua al Cerro Torrecillas.

Un gos de rescat busca però no pot localitzar-nos per la multitud de senyals i indicis. Finalment, a les sis de la tarda i sondejant, localitzen la tenda i tot seguit amb la màquina obren un tall i ens desenterren. Érem a uns dos metres de profunditat. Calculo que al rescat hi van pujar unes deu persones, entre amics i pisters.

EL TERRENY

El Cerro Torrecillas, de 3.666 m d'alçada, se situa a l'est del Valle Hermoso i a l'oest de l'estació d'esquí de Las Leñas, a la província de Mendoza (Argentina). És característic perquè forma un circ orientat a est principalment, amb cares sud i nord als seus extrems.

La pala més gran, orientada a est, està constituïda per diversos *spines* de formes més o menys afilades. La cara sud, una part de la qual també és esquiable, és un bol gegant amb tres o quatre *spines* que donen dues sortides obligades de pas estret entre roques (canals). També són característiques diferents agulles i zones rocoses que acoten la muntanya i els límits amb l'estació d'esquí.

És un terreny de joc 100% complex (segons l'escala ATES de classificació del terreny d'allaus), sobretot la cara sud, amb sortides molt obligades.

Foto 4: Jordi Tenas progressant amunt al Cerro Torrecillas els dies previs a l'accident. © Txema Trull.

Foto 5: Captura de FatMap de la gran pala de la cara est del Cerro Torrecillas amb indicació aproximada de les dues allaus i localització del campament. © Txema Trull.

LES CONDICIONS

És una zona que acumula molta neu al llarg de la temporada pels vents provinents de l'extrem oest des de Xile, que recullen la neu de tota la Cordillera fins a dipositar-la aquí, a l'extrem est dels Andes. Per això es formen aquests spines tan característics i pronunciats.

El 2013 va ser un hivern regular a Las Leñas però havia anat nevant més cap al final de temporada. La nevada del 20 va acumular 30-40 cm bons, amb vent de l'oest i temperatures negatives però no massa fredes.

L'allau, pel que em van explicar, va ser una placa que va implicar dos nivells febles. El més superficial corresponent a la nevada, i el més profund enterrat amb les nevades d'agost. Sembla que va caure una cornisa d'una carena entre les agulles característiques del Cerro Torrecillas, que va ser el desencadenant de la placa, que de la cara est del Cerro es va propagar cap a la nord, just a sobre del campament i només separats per la *vaguada* intermèdia.

REFLEXIONS FINALS

Va haver-hi un moment clau que podia haver canviat la successió de fets: ens movem o què? Ho vàrem parlar diversos cops durant el 20 mentre nevava. Però ja a la tarda-vespre era una liada canviar el lloc del campament. Tampoc no ens imaginàvem o no ens volíem creure que es produïria una allau amb tal propagació.

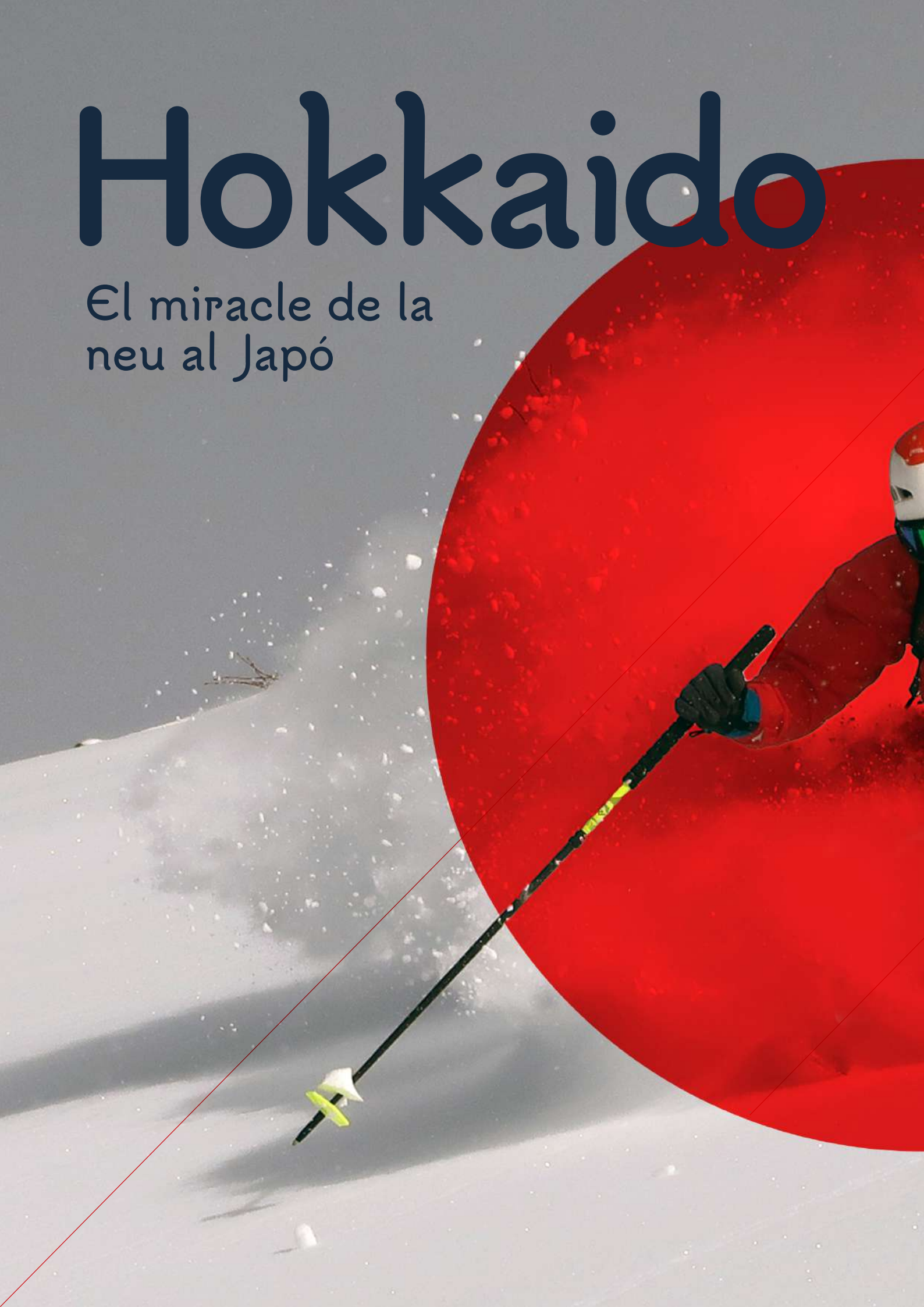
El saber dir que no: en realitat el 20 ja havíem de baixar però l'engorilada d'esquiar perquè s'acabava l'estada i teníem la pressió del reportatge. Ja havíem aconseguit prou material però eren les ganes de fer-ho al millor possible.

La familiaritat amb el terreny i el mantell de neu i el *feedback* sempre positiu que havíem tingut prèviament, pel fet de no haver tingut allaus rellevants allà, tot això ens va fer confiar.

Entrevista realitzada per Montse Bacardit a Txema Trull a Vielha, abril del 2023.

Hokkaido

El miracle de la neu al Japó



VIATGE

Autor text i fotos:
Carles Lluch



北海道



Els boscos del vessant SE del Yōtei-zan.

Al gener del 2023 ens embarquem en un viatge llargament anhelat d'esquí de muntanya per les muntanyes de Hokkaido, l'illa més septentrional de l'arxipèlag del Japó. Ens motiva a emprendre aquesta escapada la promesa de trobar-hi la neu pols més freda, abundant i fonda del món mundial.
Però no només de neu s'alimenta l'esquiador fanàtic, i el viatger curiós que portem a dins també gaudeix de valent submergint-se en la societat i la cultura japoneses, tan sorprenents, fascinants i diferents de les nostres. Així, durant dues setmanes de la nostra vida, abracem una nova rutina, certament hedonista, consistent a dedicar els matins a la joia de lliscar sobre les amples fustes, les tardes al plaer de les sessions de banys termals, i els vespres a descobrir a fons la rica i variada gastronomia nipona. Un pla imbatible.

Però no dedicarem aquest article a fer repàs dels plats indispensables de la cuina japonesa sinó a parlar de les característiques particulars de la pràctica de l'esquí de muntanya a Hokkaido. De per què la neu hi és tan excepcional, però també de les condicions de la muntanya, la meteorologia imperant, els perills que hem de gestionar i les dificultats que trobem en un lloc tan diferent dels nostres Pirineus.

L'illa de Hokkaido ocupa 78.000 km^2 (2,5 cops la superfície de Catalunya) i el sud de l'illa es troba a la mateixa latitud que els Pirineus. La ciutat més important de l'illa és Sapporo (2 milions d'habitants) i l'aeroport internacional de Chitose és el punt d'entrada habitual. La majoria d'esquiadors trien l'àrea de Niseko (SW) i Furano (centre) com a zones per esquiar. Les muntanyes de l'illa no són gaire elevades: l'Asahi-dake (2.290 m) és el cim més alt de l'illa. La majoria de cims queden força per sota dels dos mil metres d'alçada i els pobles i fons de vall es troben a cotes baixes, a pocs centenars de metres d'alçada.



Condicions rigoroses habituals al gener.

Asian Winter Monsoon

El secret de la neu de Hokkaido no es troba a Japó sinó ben lluny de l'illa, a Sibèria. En els mesos d'hivern, un potent anticicló semipermanent es fa fort sobre el continent i provoca les més altes pressions atmosfèriques (sovint supera els 1.040 hPa) i les més baixes temperatures de tot l'hemisferi nord (sovint inferiors a -40 °C). Aquest anticicló afecta fortament el clima del Japó, ja que els corrents atmosfèrics de NW insuflen aquest aire gelat i sec cap a l'arxipèlag travessant de camí el mar del Japó. És en aquest darrer tram de travessia que les masses d'aire es carreguen d'humitat i s'origina l'anomenat Asian Winter Monsoon, que s'abat sobre les illes provocant nevades continuades i copioses amb temperatures àmpliament negatives.

Així doncs, bona part de la neu que s'acumula a Hokkaido no prové del pas de fronts atmosfèrics sinó de la precipitació fruit del flux suau i continuat dels vents predominants carregats d'humitat. Amb aquest patró instal·lat al llarg de setmanes, no sorprèn comprovar que l'estació de Niseko (a 20 km del mar) registri una mitjana mensual de neu nova acumulada que supera els 3 m al mes de desembre i els 3,5 m al gener. La mitjana anual d'aquesta estació se situa històricament entre els 10 i 15 m anuals, i això que es troba tan sols a entre 400 i 1.200 m d'alçada. La part oriental de l'illa, situada a sotavent, rep clarament menys precipitació.

Època aconsellada

Molts esquiadors hem planificat el viatge pensant a assegurar-nos les condicions de neu (*powder*) que fan famosa l'illa, prioritzant l'esquí i el plaer d'un bon descens al fet d'assolir o no algun cim. Amb aquesta premissa, cal pensar a viatjar-hi preferentment durant els mesos de gener i febrer, quan les nevades són més copioses, i les temperatures rarament són positives. La contrapartida són unes condicions meteorològiques més dures i un sol que rarament es deixa veure. El mes de març pot ser també un moment més favorable per fer cims, amb més jornades solejades, dies més llargs i fred menys intens.

Els locals allarguen la temporada fins a l'abril i el maig, amb major bonança, condicions de fusió acusades, sense neu a cotes baixes però amb els cims més allunyats i alts del Daisetsuzan a l'abast. Tanmateix, com més tard hi anem, correm el risc que les condicions es torcin dramàticament de cop en qualsevol moment, amb la ràpida transició cap a la primavera. Com que la cota de les muntanyes és baixa, quan les temperatures es tornen positives la pluja hi fa acte de presència, el mantell s'humidifica fortament i les condicions poden esdevenir ruïnoses d'un dia per l'altre. I estareu d'acord que creuar mig món per trobar neu podrida és un mal negoci. Nosaltres vam visitar l'illa a finals de gener i les referències a les condicions i la meteorologia que descriu l'article són les pròpies d'aquestes dates.

Meteorologia

A la pràctica,i si la nostra experiència és representativa, el mal temps (tal i com l'entenem a casa nostra) és la norma la major part dels dies a l'hivern de Hokkaido. Les jornades amb el cel cobert, nevades constants i fred intens són la norma. A la muntanya, cal sumar-hi sovint la mala visibilitat i el vent, que endureixen i dificulten molt les condicions per realitzar l'activitat. De tant en tant, el pas d'algun front provoca episodis de vent violent i el *wind chill* esdevé temible. Les finestres de sol són cares, i els dies serens són l'excepció. Durant la nostra estada a Hokkaido, no vam tenir cap episodi de nevada intensa que acumulés un gruix important en poques hores. Les nevades que vam presenciar van ser sovint dèbils, puntualment moderades, però continuades en el temps, acumulant un pam o més de neu nova dia sí, dia també. Les temperatures van oscil·lar sempre entre els -7 °C i els -20 °C aproximadament, tant a les valls com a les muntanyes. L'única nit serena que vam tenir va fer caure la temperatura fins a -28 °C a les fondalades a causa de la inversió tèrmica.

Equipar-se per al fred i el mal temps

En definitiva, cal comptar que trobarem unes condicions dures i exigents, que a casa nostra desaconsellarien sortir a la muntanya. En el context de Hokkaido, cal acostumar-se a sortir amb mal temps si no ens volem quedar a l'hotel la majoria dels dies. En tot cas, adaptarem la sortida a les condicions meteorològiques del dia, i passa sovint que no queda més opció que buscar el refugi del bosc per tenir prou visibilitat, romandre protegits del vent i evitar perills majors. Anar ben equipats, amb molta roba d'abric, ulleres de tempesta i fins i tot màscara de neoprè/passamuntanyes és indispensable.

El fred és sens dubte el primer dels perills a tenir en compte, i condicionarà la nostra activitat. Molts dies veurem com el desgast que provoquen les baixes temperatures al cap de les hores ens farà dir prou i donarem per bona la sortida abans que les cames ens demanin descans. I amb aquest escenari, cal sempre ser conservadors ja que un accident o imprevist implica el perill d'hipotèrmia al cap de poc temps. Els peus i les mans pateixen, i no és estrany trobar esquiadors que fan ús de plantilles o mitjons calefactats per mitigar el risc de patir congelacions.

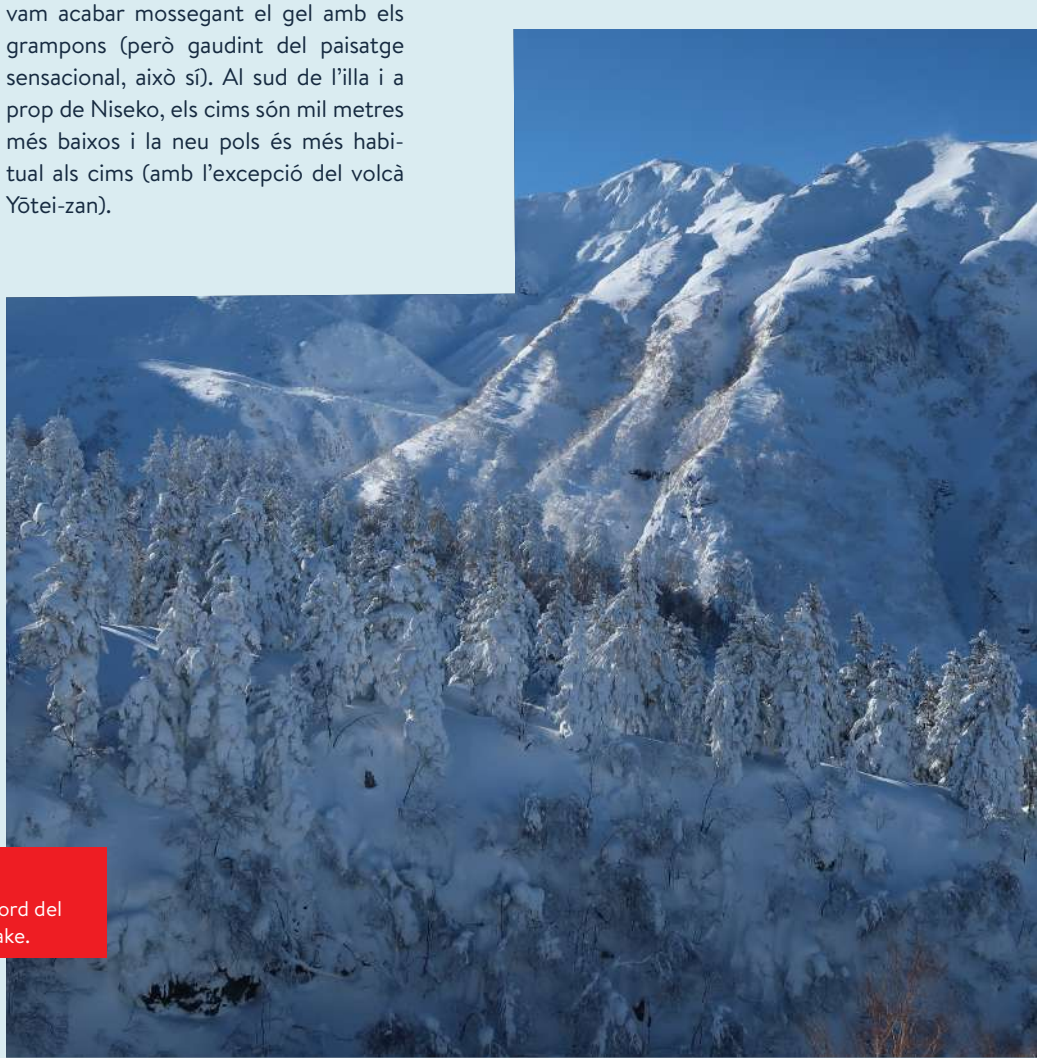
Condicions

La neu acostuma a ser present i abundant en totes les cotes, fonda i lleugera. Aquestes condicions només canvien en cotes baixes si la isoterma de 0 °C puja anòmalament i les temperatures es tornen positives, generant posteriorment una crosta de regel que dura el temps que triguen les noves nevades a enterrar-la. Tot i que a l'hivern pot passar de tant en tant, en els 15 dies de la nostra estada dubto que superéssim els -5 °C en cap moment. En les cotes més altes i properes als cims, els efectes del vent es poden fer notar, deixant lloms i carenes coberts d'escates de neu gelada, no sempre esquiables amb esquís amples.

Vam trobar aquestes condicions a la part central de Hokkaido propera a Furano, on les muntanyes són més altes i arriben a superar els dos mil metres. Allí els gruixos minven molt per sobre del límit del bosc, i l'esquí passa d'apoteòsic a difícil a mesura que ens atansem als cims. Els pocs dies que el cel obert ens va deixar emergir prop dels cims, vam acabar mossegant el gel amb els grampons (però gaudint del paisatge sensacional, això sí). Al sud de l'illa i a prop de Niseko, els cims són mil metres més baixos i la neu pols és més habitual als cims (amb l'excepció del volcà Yōtei-zan).



Les cornises són un perill en cas de mala visibilitat, sobretot en terreny simple on no te les esperes.



Vessant nord del Furano-dake.



北海道



Terreny

Hokkaido té la fama de tenir muntanyes poc abruptes, on dominen els vessants boscosos i poc pendents. És parcialment cert, però que ningú no s'amoïni perquè no tot són cims de vaques i no tindrem problemes per trobar descensos frugals. Això sí, sempre caldrà cercar una mica de pendent per lliscar suficientment sobre la neu fonda. No tots els boscos són plenament esquiables, però la majoria sí que són *skier-friendly*, a més de preciosos i màgics.

El mantell de neu

El perill d'allaus existeix a Hokkaido, però no hi vam trobar condicions especialment inquietants durant la nostra estada. Ja sabem per experiència a casa nostra que mantells prims amb fort gradient de temperatura estan vinculats a inestabilitat. Però al nord del Japó hi concorren factors contraris que afavoreixen una millor estructura del mantell de neu. Les temperatures constantment negatives dels mesos d'hivern fan poc habitual l'aparició de crostes enterrades a la neu vinculades als episodis de fusió. El mantell és habitualment profund, homogeni pel que fa a la natura dels cristalls, amb una estructura piramidal que li confereix estabilitat. Així doncs, les capes febles persistents no acostumen a ser un problema típic que hagi de preocupar els esquiadors o surfers.

D'altra banda, si bé la neu nova és lleugera, també conté força humitat per la proximitat del mar. Aquesta humitat (amb l'abundància i freqüència de les nevades) és la responsable que s'aferrin de forma impossible enormes congestes a les capçades dels arbres, o bé que es formin grans cornises sobre els vessants més pronunciats, portant la plasticitat al límit. Això també confereix els lligams interns necessaris per estabilitzar les successives nevades, que es van sumant al mantell de forma relativament ràpida després dels episodis més intensos de precipitació i transport de neu per efecte del vent.

Allaus

Durant la nostra estada, no vam percebre indicis que ens fessin pensar en una situació de perill d'allaus pronunciada. No vam veure cicatrius d'allaus, ni dipòsits, ni vam sentir woumfs mentre circulàvem. Malgrat els episodis de vent fort i les precipitacions acumulades, amb prou feines vam identificar alguna allau natural mig tapada en algun indret de fort pendent en les cotes més altes al sector de Niseko. La gran quantitat de neu mobilitzable obliga a desconfiar especialment dels sotavents després d'episodis de vent. Tanmateix, la nostra percepció compartida amb algun *ski-guide* local és que aquest tipus de problema (neu ventada) tendeix a evolucionar favorablement de forma relativament ràpida gràcies als bons lligams entre les capes internes de neu nova i neu ventada. És cert que vam evitar els vessants més pendents i el terreny més gran, tant per l'adversitat meteorològica com per la prudència que s'imposa només de pensar en tan fenomenal volum de neu en moviment. Probablement les condicions favorables i estables de la primavera són les indicades per esquiar alguns corredors i vessants amb terreny més exposat. També a la primavera, els problemes vinculats amb la humitat prenen protagonisme i és habitual l'aparició de grans esquerdes de lliscament en els vessants més pendents i que generalment impliquen tot el gruix del mantell. Aquest problema també s'arriba a donar a l'hivern si irromp una pujada brusca de temperatures que fa aparèixer la fusió, amb o sense pluja, i al seu torn, el lliscament de tot el mantell de neu sobre el terra.



Descens de l'Iwaonupuri (Niseko).



Fumaroles a la falda de l'Asahi-dake (2.290 m), el cim més alt de l'illa de Hokkaido.

Altres perills i trampes

Precisament aquestes esquerdes de lliscament que poden tenir metres de profunditat són una causa habitual d'accidents a l'hivern. Amb condicions de mala visibilitat, són difícilment detectables quan esquiem vessants oberts i pendents, i és fàcil caure-hi accidentalment i fer-se mal en aterrar sobre el sòl nu. Hem de mantenir-nos vigilants en terreny procliu i gestionar bé el descens del grup per no perdre el contacte amb cap membre. Si no ho fem, remuntar per localitzar l'esquiador que falta al grup pot ser un maldecap seriós en terreny pendent, amb neu fonda i mala visibilitat. La bona notícia és que amb les nevades i el transport pel vent de l'hivern, és qüestió de dies que les esquerdes quedin reblertes completament de neu i el problema desaparegui. També és conegut a Hokkaido que hi ha un historial d'accidents similars en què esquiadors s'han fet mal esquiant i aterrant sobre estructures metàl·liques de protecció de les carreteres (a vegades volgudament però altres inadvertidament).

Un altre problema a què hem de fer front a Hokkaido i amb el qual no estem familiaritzats són les trampes del terreny en terreny simple. Les abundants precipitacions i el vent modelen capritxosament la superfície del terreny exagerant sovint petits accidents que passen inadvertits al mapa. Així, circulant en una plana amb prou feines ondulada, un inofensiu llom pot generar una cornisa llarga de centenars de metres que no sabrem detectar en atansar-nos-hi si, com és habitual, ens hi veiem poc. Tampoc no serà fàcil llegir-ne la mida per trobar una feblesa per guanyar el sotavent. Ens vam trobar en aquesta situació un dia a la Niseko Range, quan una senzilla travessa amb pells de tornada per terreny gairebé pla va resultar en una gimcana per a la qual el GPS no oferia solucions. També vam patir aquest mateix problema esquiant una petita convexitat inofensiva no superior a 30° que per sorpresa tenia una incipient cornisa en formació en algun punt, completament imprevisible i indetectable sense percepció del relleu amb la llum plana d'hivern. El vol va tenir un aterratge tou, però el risc de lesions per fuetada cervical és real.

Per últim, els barrancs també són sovint una trampa a la qual cal estar alerta. No donem per fet que en sortirem esquiant perquè molts són abruptes i profunds, i amb tanta neu no en podrem sortir si hem de fer mitja volta i recular amb pells. A més, l'origen volcànic de l'illa fa que en algunes zones (Furano-dake i Tokachi-dake, per exemple) hi hagi engorjats per on va fluir la lava, amb marges verticals i ressalts insuperables. També resulten sovint més incòmodes d'esquiar que els boscos, ja que el vent, el corrent i l'orografia modelen banyeres, sifons i acumulacions difícils d'esquiar i molt perillosos si acabem a l'aigua. També podem trobar banyeres semblants producte del vent en els marges del bosc i a l'ombra d'arbres aïllats, a les quals caldrà estar atents per no fer-s'hi mal.

DIVULGACIÓ

L'observació remota i en temps real: eines de teledetecció per a la predicció d'allaus



Autor: Nil Terés, filòsof, Màster Universitari en Gestió d'Àrees de Muntanya i soci ACNA

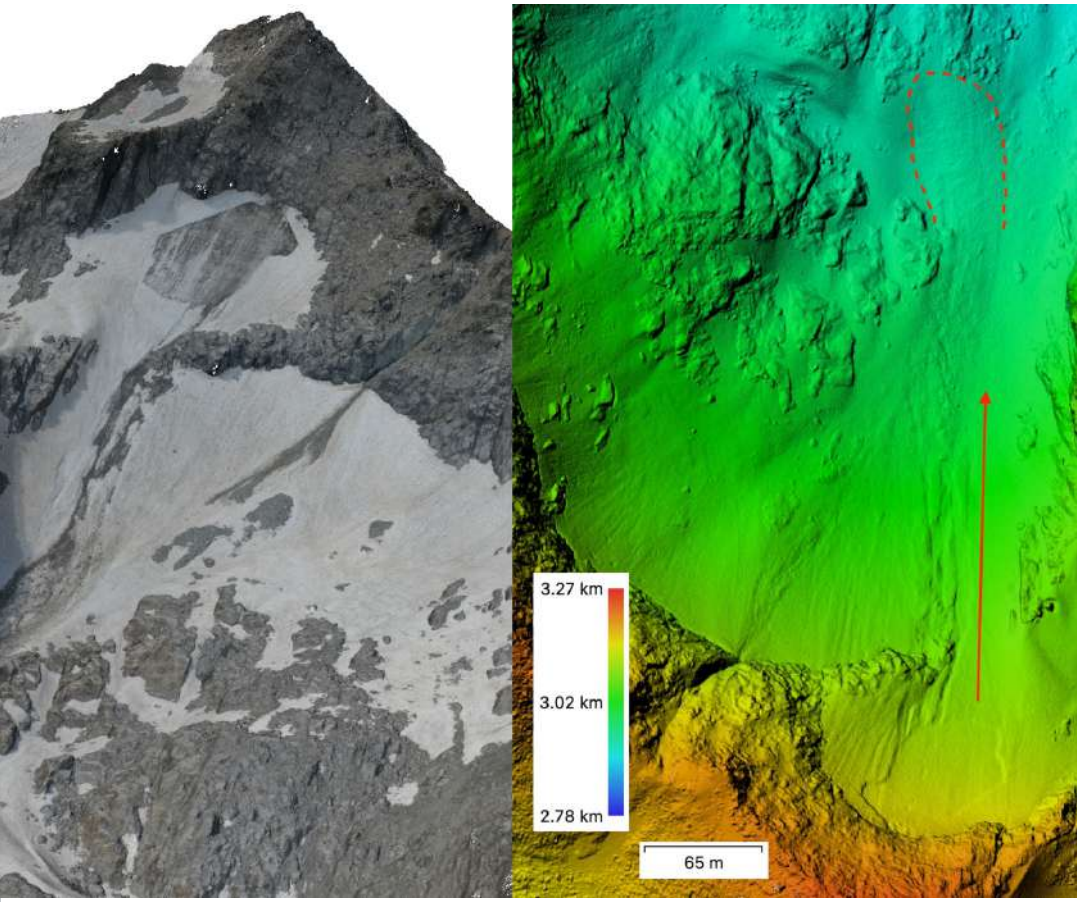


Foto 1: Imatge d'alta resolució i model digital d'elevació obtinguts a partir de fotografia d'alta resolució amb vol de dron d'una allau de lliscament basal a la gelera de la Maladeta a finals de juny del 2023.
© Eñaut Izaguirre

La predicció d'allaus és una tasca complexa que implica l'anàlisi i interpretació de dades sobre el temps meteoLa La predicció d'allaus és una tasca complexa que implica l'anàlisi i interpretació de dades sobre el temps meteorològic, el mantell nival i l'estabilitat en un període de temps i una extensió espacial determinades. L'objectiu és fer un pronòstic dels diferents problemes d'allaus i els perills associats, i comunicar-ho de manera efectiva als agents del territori que en puguin ser potencialment afectats. El primer pas per a la predicció és, doncs, l'obtenció d'aquesta informació.

Per això son necessàries tant les observacions sobre el terreny dels mateixos predictors o tècnics-observadors, com l'ús de la tecnologia per obtenir aquesta informació de manera remota. La informació meteorològica, per exemple, es pot consultar en temps real i acuradament a les estacions meteorològiques automàtiques, que registren dades crucials com la temperatura, la humitat, el vent, la radiació, el gruix de neu i la precipitació equivalent en aigua líquida. Fins i tot, actualment hom disposa de sensors que proveeixen de dades més complexes, com posem per cas les referents a la direcció i quantitat del transport de la neu pel vent.

Malgrat els avenços tecnològics i els mètodes avançats de recopilació de dades automàtiques, les dades i mesures de camp manuals com els perfils de neu i els tests d'estabilitat són encara una part fonamental de la predicció d'allaus, ja que proporcionen informació directa i concreta sobre les característiques de la capa de neu i la seva estabilitat.

Tot i que aquestes mesures poden proporcionar informació valuosa sobre les condicions actuals, estan subjectes a certes limitacions. El mantell nival no és uniforme ni homogeni en la seva extensió en l'espai i el temps. La mateixa profunditat de neu és un paràmetre que varia en qüestió de metres. La presència i l'extensió de capes febles persistents o el gruix de la placa també són canviants i les mesures manuals d'un punt poden no representar acuradament l'estabilitat i l'estructura del mantell de neu prevalent.

Un exemple concret d'aquesta limitació és quan es troba un vessant estable, basant-se en els mesuraments manuals. En canvi, només uns pocs metres més enllà, la combinació de diferents factors pot crear condicions de neu inestables que potencialment poden desencadenar una allau. Aquest fenomen és particularment pronunciat en zones amb vent, ja que aquest pot redistribuir la neu i alterar dràsticament les condicions en distàncies curtes.

Les mesures manuals sempre seran localitzades d'un punt, i dificulten la visió holística de l'estabilitat del mantell, que demana una predicció regional. A més, les restriccions logístiques dels mesuraments comporten una representació incompleta de les dades nivometeorològiques a causa de la cobertura limi-

tada de terreny i, per tant, representen només les característiques del mantell adjacent, que es considera similar. El fet d'establir llocs concrets de mesurament crea buits de dades, sobretot en indrets on les condicions evolucionen ràpidament, encara que aquests llocs canviïn i estiguin acuradament triats per persones expertes, que busquen que els mesuraments siguin tan representatius com sigui possible, poden esdevenir una fotografia caducada a vegades en ben poca estona.

Cal, a més, tenir en compte la naturalesa perillosa del terreny d'allaus. Les persones que treballen sobre el terreny han de prioritzar sobretot la seva seguretat, cosa que pot portar a fer les medicions en llocs més segurs, en lloc de zones de major risc on es podria trobar la inestabilitat. L'abast i la freqüència d'obtenció de dades de camp és doncs limitada per la disponibilitat de personal i recursos necessaris.

Per tant, la variabilitat espacial i temporal, i les limitacions associades a la presa de dades de camp, evidencien l'interès d'abordar l'obtenció d'informació amb un enfocament més ampli mitjançant l'ús d'eines més avançades. La teledetecció pot resultar realment útil per superar aquestes limitacions.

La teledetecció es defineix com l'adquisició d'informació sobre un objecte o fenomen a la superfície terrestre sense haver-hi d'entrar en contacte directe. Pot proporcionar dades en directe i d'una àmplia extensió, que poden ser útils per a l'observació del fenomen en qüestió. Actualment, agències com la NASA, l'United States Geological Survey (USGS), el Norwegian Research Centre (NORCE) o l'Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), estan destinant recursos a la implantació d'aquestes tecnologies per a l'estudi de la neu i les allaus. Entre les noves eines trobem:

- **LIDAR**. Ve de l'acrònim anglès Light Detection and Ranging. És una tècnica que utilitza un làser per mesurar la distància de l'emissor fins a la superfície, creant mapes d'elevació tridimensionals d'alta resolució. D'aquesta manera, es pot comparar el resultat de la lectura d'una superfície sense neu i coberta de neu per obtenir un mapa acurat i precís del gruix de neu. També s'utilitza per produir una cartografia detallada de la vegetació en les trajectòries de les allaus, per així evaluar els canvis en la vegetació associats als diferents intervals d'episodis d'allaus. Poden ser operats mitjançant VANT (Vehicle Aeri No Tripulat, també coneguts com a drons) o des de terra, per vigilar àrees de terreny concretes però amb monitorització pràcticament instantània i sempre des d'un punt concret.
- **Structure from Motion (SfM)**. És una eina basada en la visió per computació. A partir d'imatges bidimensionals, captades per VANT, es computa una reconstrucció tridimensional d'objectes o, en aquest cas, del terreny. L'SfM s'utilitza per crear models digitals d'elevació detallats i precisos de la superficie innivada. De fet, s'ha comprovat que la seva precisió és d'entre 0,07 a 0,15 m de l'error quadràtic mitjà, superior a les mesures manuals. Permet una anàlisi ràpida, flexible, repetible i detallada de la distribució espacial de la coberta nival a les muntanyes, i pot cobrir àrees de diversos quilòmetres quadrats. A més, l'estudi i el mapatge de la coberta de neu a partir de la fotogrametria, ha revelat diferències de 5 m de profunditat de la neu (HS) en menys de 3 m de distància, confirmant així la gran variabilitat espacial que trobem en zones alpines afectades pel vent.

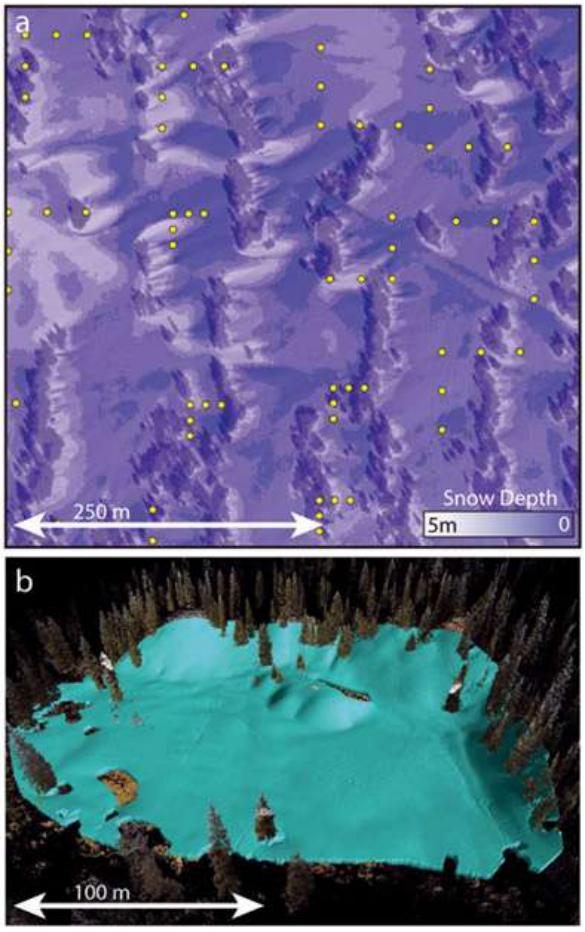


Figura 1. Exemples d'imatges aconseguides a partir de la tecnologia LIDAR. Podem apreciar la resolució que proveeixen aquests mètodes. Font: "LIDAR measurement of snow depth: a review". Journal of Glaciology, vol. 59, núm. 215, 2013.

- **Imatges satelitals.** Abans de l'arribada dels satèl·lits Sentinel, desenvolupats per l'Agència Espacial Europea, juntament amb altres aeronaus modernes d'observació terrestre, l'ús d'imatges satelitals en nivologia comptava amb importants limitacions.

  Un dels principals problemes era el cost associat a l'obtenció d'imatges satelitals d'alta resolució. Sovint, aquestes imatges implicaven el pagament de sumes importants pels drets de llicència, cosa que les feia financerament inaccessibles per a moltes institucions d'investigació i centres de predicció, sobretot per als que operaven amb pressupostos limitats. A més, la disponibilitat de les imatges per satèl·lit era irregular i sovint estava limitada a la seva òrbita i les prioritats de les organitzacions responsables de la seva explotació. En conseqüència, algunes regions, especialment les zones remotes i muntanyoses, mancaven de la cobertura necessària per a una vigilància exhaustiva. La resolució temporal també planteja un repte important. Els satèl·lits anteriors a Sentinel tenien temps de revisita variables, el que significava que podia haver-hi intervals considerables entre les successions d'adquisicions de imatges. A més, també eren incapaços de proporcionar una resolució espacial suficient, necessària per a les vistes detallades del terreny nevat. Fins i tot l'èxit de l'adquisició de les imatges depenia de si les condicions meteorològiques eren favorables, sobretot que el cel fos clar, ja que els núvols obstrueixen la visió. Això obstaculitzava enormement la capacitat de vigilar els canvis ràpids en les condicions del mantell nival, inclosa l'acumulació de neu nova o l'activitat d'allaus. Actualment, gràcies a la introducció dels satèl·lits Sentinel, es poden detectar allaus pràcticament en temps real, sense importar les condicions meteorològiques. El 2019, el Grup d'Observació Terrestre del NORCE publica la seva capacitat d'obtenir la informació automatitzada en un temps de resposta de 10 minuts des de la rebuda de les imatges del Sentinel-1. Des de llavors, el Norwegian Avalanche Warning Service utilitza aquesta informació per a la predicció local a tres regions.

- **Infrasons.** Les allaus, en ser una massa en moviment, provoquen un infrasò intens, inaudible per a la oïda humana, però que pot ser captat per micròfons especialitzats. És una tecnologia que no requereix cap gran infraestructura i ha demostrat que és molt eficient pel que fa al cost. És encara en desenvolupament i de moment s'utilitza en combinació amb les tècniques mencionades anteriorment per a anar-ne calibrant els resultats.

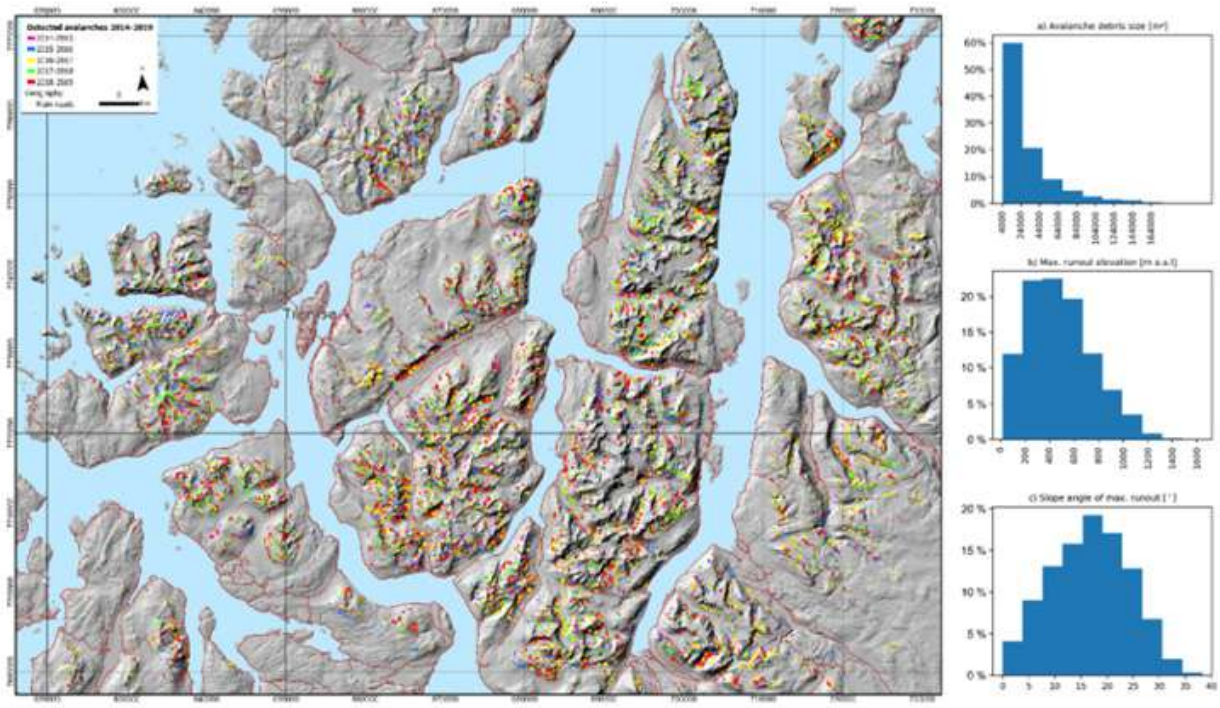


Figura 2. Allaus detectades automàticament durant 5 temporades, la seva distribució per mida del dipòsit (a), l'altitud mínima on arriba (b) i l'angle del pendent on s'atura. Font: Earth Observation Group, NORCE (Norwegian Research Centre).

Les persones responsables de la predicció d'allaus aspiren a obtenir informació detallada sobre diversos aspectes de la neu, com la seva estructura, resistència, cohesió entre les capes, la quantitat d'aigua líquida present (si n'hi ha) i la seva distribució. Aquesta informació és crucial per comprendre on, quan i quin tipus d'allau pot desencadenar-se, així com per estimar-ne la mida. El procés d'adquisició d'aquestes dades representa un repte diari en el seu treball i la seva disponibilitat dependrà dels recursos de què disposi la institució corresponent.

Malgrat que encara estem lluny d'aconseguir aquesta informació de manera eficient i completa de forma remota, ja existeixen eines en ús que simplifiquen considerablement i ajuden de manera valuosa a la tasca de predicció i contribueixen a millorar-ne la precisió i resolució. Si bé no disposem encara d'un mapa complet de la cobertura nival en temps real amb totes les seves característiques, sí que les noves eines de teledetecció estan demostrant la seva utilitat en dos aspectes concrets:

1. Detecció de l'activitat d'allaus.
L'activitat d'allaus és una informació de primera categoria, de gran rellevància per al treball de predicció perquè proporciona informació sobre l'estat actual del mantell nival i de les seves potencials inestabilitats. Monitoritzar aquests esdeveniments ajuda els predictors a evaluar el perill immediat, identificar àrees propenses a les allaus, determinar els recorreguts d'allau i validar les prediccions. Per això, el centre de predicció a Noruega ja utilitza aquestes noves tecnologies, que proporcionen una visió aèria del terreny d'allaus. Després d'un esdeveniment d'allau, les imatges satelitals proporcionen una captura en alta resolució, que revela l'extensió dels dipòsits d'allaus. Gràcies a la tecnologia de visió per computació emprada, els dipòsits són detectats automàticament per algoritmes.

A més, totes aquestes dades sobre activitat d'allaus formen un històric, informació molt útil per a la predicció local ja que es podrà comprendre millor els patrons de l'activitat d'allaus, la seva freqüència i les tendències a la regió.

2. Investigació sobre la dinàmica d'allaus.
La ciència de les allaus és una disciplina relativament jove, sobretot si es compara amb altres de llarga tradició. Fins ara, les dades de què es disposa han estat disperses i de naturalesa puntual. Per contra, la teledetecció suposa un recull de dades sense precedents, que ens pot ajudar a comprendre millor el fenomen.

Per exemple, gràcies a la campanya SnowEx de l'agència espacial americana, podrem entendre millor fenòmens importants per a la predicció d'allaus. Com afecta el vent la distribució de la neu, quines són les velocitats i direccions necessàries per transportar cada tipus de neu i veure-ho d'una manera global, cosa que ens permetrà tenir unes pautes i uns paràmetres. També a la mateixa campanya, s'està comprovant de quina manera afecten les temperatures i les condicions a la temperatura de la neu i el seu equivalent en aigua (SWE).

Per a les allaus de fons, científics de la USGS han aplicat la fotogrametría (SfM) per mesurar remotament les característiques de les esquerdes en els lliscaments. Tenir aquesta quantitat i detall de dades en el *timing*, evolució i mida de les esquerdes, de bracet de les dades meteorològiques, millorarà enormement el nostre coneixement sobre els lliscaments basals i el perill que comporten.

La teledetecció té un alt potencial per resoldre les limitacions intrínseques de les observacions manuals puntuals. Els avenços en aquestes tecnologies són molt prometedors per al futur de la predicció d'allaus. Hi ha camp per cobrir amb el desenvolupament continu de sensors d'alta resolució, la millora en tècniques d'anàlisi de dades i la integració amb models numèrics. L'expansió de noves constel·lacions de satèl·lits, com el programa Sentinel mencionat anteriorment, també garanteix una millor cobertura de les regions muntanyoses, millorant la nostra habilitat per monitoritzar i gestionar el risc d'allaus. En resum, les tecnologies de teledetecció són i seran una eina vital en el continu exercici col·lectiu per reduir l'impacte de les allaus en les comunitats afectades.



Foto 2: Científics de la USGS es preparen per fer volar un dron per a l'estudi d'allaus al Glacier National Park. Font: USGS, domini públic.

Fonts:

- "Cryosphere Geophysics And Remote Sensing" (2020, april 24). *Avalanche research*. https://www.boisestate.edu/earth-cryogars/research/avalanche/
- Eckerstorfer, M.; Bühler, Y.; Frauenfelder, R. i Malnes, E. (2016). "Remote Sensing of snow avalanches: Recent advances, potential, and limitations". *Cold Regions Science and Technology*, 121, p. 126-140. https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2015.11.001
- Eckerstorfer, M.; Vickers, H.; Malnes, E. i Grahn, J. (2019). "Near-real time automatic snow avalanche activity monitoring system using sentinel-1 SAR data in Norway". *Remote Sensing*, 11(23). https://doi.org/10.3390/rs11232863
- Johnson, J. B.; Anderson, J. F.; Marshall, H. P.; Havens, S. i Watson, L. M. (2021). "Snow avalanche detection and source constraints made using a networked array of infrasound sensors". *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 126(3). https://doi.org/10.1029/2020jf005741
- Marshall, H. P.; Vuyovich, C.; Skiles, M.; Sproles, E.; Gleason, K. i Elder, K. (2020). NASA SnowEx 2021 *Experiment Plan.*
- Northern Rocky Mountain Science Center (2021, August 17). *Remote Sensing Tools Advance Avalanche Research Active*. Remote Sensing Tools Advance Avalanche Research | U.S. Geological Survey. https://www.usgs.gov/centers/norock/science/remote-sensing-tools-advance-avalanche-research

MATERIAL

SISTEMES DE COMUNICACIÓ I LOCALITZACIÓ

I PROTOCOLS DE COMUNICACIÓ

Autors: Oriol Prieto i Montse Bacardit,
Comissió Revista *Neu i Allaus*



La telecomunicació mai ha estat tan potent i ràpida com ara. Podem parlar en una videoconferència amb algú d'Amèrica del Sud o veure quin temps està fent al cim del Montblanc a través una webcam en directe. Podem mirar les baixades d'algun *freerider* en viu o l'estat de la neu d'allà on algun company estigui pujant en aquell moment. I ho podem fer amb el nostre propi dispositiu mòbil allà on siguem. Des de la ciutat, tot sembla a l'abast sense problema. Però quan anem una passa més enllà, allà on comença la diversió, tota aquesta comunicació perd molta eficiència. En aquest article posem en context la realitat del funcionament i la cobertura dels dispositius de telefonia mòbil i de diferents alternatives de comunicació. Sempre amb l'enfoc que, en cas d'accident en què es requereixi l'ajuda d'un rescat i equip mèdic, el fet de poder avisar serà clau per sortir-se'n amb èxit de la situació.

En cas d'accident a la muntanya, el protocol bàsic d'actuació és el PAS: Protegir, Avisar i Socórrer. En el cas especial d'accident per allau, Socórrer iniciant el rescat serà prioritari abans d'Avisar. En qualsevol cas, en algun moment o altre caldrà Avisar.

En aquesta trucada d'emergència, el primer de tot que cal dir és la nostra ubicació (ON) perquè l'equip de rescat pugui arribar-hi. Tot seguit, es diu QUÈ ha passat i COM es troba la persona o les persones accidentades. Finalment, s'indica QUI truca.

Per poder indicar la localització, si hem fet una bona preparació de la sortida i som conscients de la ruta que estem fent, serem capaços de donar una posició aproximada. Tanmateix, és de gran ajuda per a l'equip de rescat poder indicar la ubicació exacta. Això ho podem fer amb el mateix dispositiu mòbil, ja que també és un GPS, i sense cobertura mòbil i mitjançant alguna App de navegació (com Oruxmaps, GPSStatus o també amb l'aplicació de Whatsapp) també podem tenir les dades de la posició.

Amb les dades de posició, podem fer la trucada d'emergència al 112 per Avisar. El 112 funciona sempre que hi hagi cobertura d'alguna companyia, encara que no sigui la nostra. El problema ve quan no tenim cobertura de cap empresa telefònica. Actualment es pot consultar fàcilment el mapa de cobertura d'una zona per a cada companyia telefònica i tipus de cobertura a les pàgines webs de les mateixes companyies. En indrets amb cobertura limitada, on no s'arriba a establir una trucada, potser encara es pot enviar un missatge SMS per avisar i enviar la posició. El 112 només admet trucades de veu. Hi ha aplicacions de mòbil que amb cobertura telefònica faciliten la trucada al 112 i l'enviament de la posició a la vegada.

Alternatives d'avís quan no es disposa de cobertura telefònica

Hi ha refugis lliures o altres punts equipats amb ràdio d'emergència connectats al 112 o a l'equip de rescat local. Per tant és molt interessant conèixer si n'hi ha algun a la zona d'activitat.

Però si no volem dependre de la fortuna de poder recórrer a un punt d'avís proper, el més recomanable és disposar d'un sistema de comunicació alternatiu que no depengui de la cobertura telefònica.

De les opcions que hi ha, podem diferenciar entre:

- Emissores de ràdio d'ús lliure
- Emissores de ràdio amb llicència
- Dispositius de comunicació per satèl·lit

Les emissores de ràdio d'ús lliure són molt útils per mantenir la comunicació dins del grup però el seu abast es veu disminuït per l'orografia del terreny. Són sistemes de ràdio PMR 446 (Personal Mobile Radio), ja que operen en la banda d'ultra alta freqüència (UHF), entre 446,0 i 446,2 Mhz. En referència a aquests dispositius, hi ha la iniciativa "Canal 7-7" que proposa reservar el canal 7, subtò 7 per a emergències entre excursionistes. D'aquesta manera crea una xarxa humana per poder transmetre l'avís d'emergència que arribi a l'equip de rescat.

La següent opció són les emissores de ràdio amb llicència. Aquestes són més potents quant a l'abast i són compatibles amb el canal 7-7. Els equips de rescat funcionen amb la seva pròpia freqüència, però també estan connectats a freqüències establertes per xarxes de refugis, agents rurals i altres cossos que tenen com a àmbit d'actuació la muntanya.

La tercera opció és gràcies al desenvolupament recent de cobertura per satèl·lit. Actualment ja hi ha diverses xarxes (Inmarsal, Globalstar, Thuraya, Iridium) que proporcionen senyal a telèfons mòbils satelitals amb una cobertura molt més àmplia (segons la xarxa) que la telefonia mòbil convencional. Aquests dispositius són més cars que els mòbils d'ús habitual. En alguns casos cal pagar una quota específica pel servei de connexió, i altres funcionen amb una targeta SIM i s'hi pot trucar quan es requereixi. Cada xarxa té els seus avantatges i les seves limitacions. Els telèfons satelitals inclouen un GPS que permet conèixer i enviar la posició en tot moment, i alguns també es poden fer servir com a navegadors.

Una darrera opció molt interessant també dins dels dispositius de comunicació per satèl·lit són uns aparells més petits i senzills que els telèfons satelitals que permeten enviar missatges de text amb la nostra ubicació i un text que pot ser prefixat. El més conegut és el Garmin Inreach que utilitza la xarxa Iridium. Altres aparells disponibles al mercat són l'SpotX, el Zoleo, el Somewear o el BivyStick. Alguns funcionen de manera independent amb botons i/o teclat, i altres necessiten connectar-se per Bluetooth i per mitjà d'una aplicació al telèfon mòbil. En conjunt aquests aparells permeten enviar missatges de text però també compartir la ubicació en temps real perquè altres persones puguin fer el seguiment de l'activitat.

Tots aquests dispositius normalment porten un botó S.O.S. que activa un missatge d'emergència amb la ubicació. Aquest s'envia al centre de suport del dispositiu, que informa l'equip de rescat corresponent. Com veieu, són dispositius de comunicació d'una sola direcció i requereixen una subscripció de pagament pel servei de comunicació. Avui dia, però, els nous dispositius comencen a oferir possibilitats de comunicació de dues vies, perquè l'usuari també pugui rebre missatges.

En aquest article hem revisat els diferents sistemes de comunicació per avisar en cas d'emergència i demanar ajuda externa. Des del mateix telèfon mòbil que tots portem fins als dispositius addicionals per no dependre únicament del telèfon i la cobertura mòbil, que avui dia encara és limitada en moltes zones de muntanya. I hem destacat un aspecte clau: per rebre l'ajuda i ser rescatats cal saber i poder comunicar la nostra posició.

Ara que s'apropa l'hivern i les primeres neus, us animem a reflexionar i considerar adquirir un sistema específic de comunicació que funcioni tan bé com sigui possible en el terreny de muntanya on fem l'activitat, ja que en cas d'incident o accident puguem avisar amb rapidesa i precisió.

Sabies que...?

5 curiositats sobre la neu que et volíem aclarir...

Autora: Maria Farré Domech

1

Quan la gent diu floc de neu, sovint vol dir cristall de neu. Aquest últim és un únic cristall de gel, dins del qual les molècules d'aigua estan organitzades en forma d'hexàgon i simètricament, fet que els dona el seu aspecte característic.

Un floc de neu és un terme més general: pot significar un cristall de neu individual, però també pot significar gairebé qualsevol cosa que caigui dels núvols a l'hivern. Sovint, centenars o fins i tot milers de cristalls de neu s'uneixen i s'enganxen a l'aire a mesura que cauen, formant estructures que anomenem flocs de neu.

Els cristalls de neu no són gotes de pluja congelades; això s'anomena calamarsa.

Un cristall de neu apareix quan el vapor d'aigua (aigua en estat gasós) que hi ha a l'aire es converteix directament en gel sense convertir-se primer en aigua líquida. Així doncs, perquè es puguin formar cristalls de gel, primer s'ha de congelar una goteta de vapor d'aigua al voltant d'una partícula en suspensió a l'interior del núvol. Aquestes partícules poden ser de pols, de sal, de pol·len o fins i tot una bactèria, i se les anomena nuclis de condensació.

A mesura que més vapor d'aigua es va congelant en un cristall de neu naixent, aquest va creixent i es va desenvolupant, i ho fa amb aquesta forma hexagonal. Per a poder adquirir aquesta forma característica, és necessari que la temperatura del núvol assoleixi almenys els -12 o -13 °C. D'aquesta manera, la resta de partícules de vapor d'aigua que envolten el cristall es van congelant a la seva superfície, i ho fan sempre a les puntes, ja que aquestes sobresurten més que qualsevol altra part. És per això que les cantonades creixen més, i així es comencen a formar els "braços", anomenats dendrites. Aquest procés de formació s'anomena ramificació i és el que fa que el floc de neu individual tingui formes tan complexes.

Finalment, el floc de neu s'anirà desplaçant al llarg del núvol fins que precipiti pel seu propi pes i caigui.

2 Cada floc de neu té una forma diferent de la del seu veí perquè els factors que influeixen en la seva formació són tan diversos (temperatura, pressió atmosfèrica, humitat de l'aire, etc.) que les possibilitats que dos flocs siguin iguals són gairebé inexistents.

3 El gel i l'aigua són incolors, però la neu la veiem blanca, perquè quan els diferents flocs s'agreguen entre si, a dins hi queda aire atrapat. És aquest aire atrapat en un espai tan petit el que dona el color blanc a la neu, ja que dispersa la llum, és a dir, l'absorbeix i a continuació l'emet en totes direccions. I, recordem-ho, el blanc és la mescla de tots els colors; i la llum blanca és la suma de la llum de tots els colors de l'arc de Sant Martí.

4 Oi que has notat que després d'una nevada hi ha un silenci especial per allí on passeges? Sigui pel bosc, o pels carrers del poble... Això és perquè la neu acabada de caure absorbeix les ones sonores, ja que conté molt d'aire en tot el volum que ocupa (la neu pols seca pot contenir fins a un 90% d'aire).

5 Per aquest mateix motiu, pel fet de contenir tant d'aire, sobretot quan és acabada de caure, resulta un bon aïllant tèrmic. Tot allò que queda sota la neu, queda protegit del fred de l'exterior.

Resum de l'activitat de l'**ACNA** durant la temporada **2022-2023**

Jornada i Assemblea General

La temporada 2022-2023 va arrencar ben enèrgica el 5 de novembre a la seu del Centre Excursionista de Lleida amb una jornada completa: un matí amb ponències del més alt nivell sobre neu i allaus, obertes al públic, amb 65 assistents, i a la tarda l'assemblea general, a la qual van assistir 50 socis i sòcies.

Comissió de formació

Jornada de professors: la jornada anual i prèvia a l'inici de temporada es va dividir en dues sessions. Una primera en format virtual, que es va realitzar el 9 de novembre, més logística i amb força antel·lació per permetre una bona planificació a la plantilla de professors, i la segona sessió, de caire totalment pràctic, ja amb les primeres nevades a la Val d'Aran, el 26 de novembre, on es van fer tallers rotatius de refresc de nivologia, rescat i una demostració de Recco. Aquesta trobada presencial va ser molt ben valorada pel fet de poder refrescar o actualitzar conceptes i alhora crear xarxa entre el professorat.

Acreditacions de professors: el 27 de novembre estaven convocades les acreditacions de STA2 i rescat avançat. Tres professors ja veterans de la plantilla van aprovar l'examen teòric i pràctic de rescat avançat, que els serveix per a reciclar-se amb profunditat en coneixements de rescat així com per a poder impartir el Curs de Rescat Avançat de l'ACNA. El candidat de STA2 no va superar l'acreditació.

Cursos ACNA: la nostra activitat formativa va ser liderada per 45 docents actius que van realitzar un total de 54 cursos ACNA, tant de la branca recreativa, dirigits a muntanyencs, com de la professional, dirigits a tècnics esportius, sumant un total de 375 alumnes. També es van fer 4 xerrades introductòries i una xerrada del Know Before You Go, presentacions de format reduït i de caire més divulgatiu que volen motivar el públic per a formacions més completes.

Convenis de col·laboració: la temporada 2022-2023 es van signar tres acords més de col·laboració, dos dels quals combinen l'àrea de formació amb la de difusió de l'associació. Al gener es va signar un conveni amb l'Asociación Española de Guías de Montaña (AEGM) centrat en l'oferta de Cursos d'Allaus per a Guies, de la nostra branca adreçada a professionals, per a tots els guies de la seva entitat, amb l'objectiu d'unificar i actualitzar els coneixements de neu i allaus en aquest sector a tot l'estat.

Al febrer es va signar un conveni amb Dersu, una important aplicació d'esports de muntanya, en què els principals eixos de col·laboració es basen en accions de promoció mútua, activitats de concienciació i divulgació organitzades en conjunt i el desenvolupament de continguts en diferents formats.

A l'abril es va signar un conveni amb Atesmaps per a donar-nos suport mutu, amb accions com oficialitzar l'us d'Atesmaps com a eina en les nostres formacions i col·laborar i divulgar l'aplicació de nova creació Floc, que és una eina per aportar observacions nivològiques o d'allaus amb gran potencial per a la comunitat de muntanyencs i professionals que circulen per terreny d'allaus.

Comissió de difusió

La tasca de difusió va ser liderada per la Maite, que va anar publicant continguts periòdics a les tres xarxes socials, i entrades al blog de la web. També va coordinar les entrades al blog encomanades a la Sara Orgué, amb contingut específic relacionat amb la seva estada al Canadà.

Gràcies al grup de Whatsapp de comunicació, diferents membres de l'ACNA van anar compartint notícies que alimenten aquests canals.

En la temporada 2022-2023, el VI Concurs de Fotografia Instagram @infoacna va ser patrocinat per Ternua, Lorpen, Liken Skis i No Working on Powder Days (NWPD). Els guanyadors van ser Endika Larrazabal (primer premi), Montse Bacardit (segon premi) i Mario Herreros (tercer premi).
Es va crear un nou material per a la botiga, rotulat amb el nostre logo, l'strap d'ACNA, i es va treballar en la campanya amb les sòcies per recollir diferents denominacions d'"allau" en els diferents dialectes i llengües de tot l'estat. El resultat de la campanya es reflectirà en una samarreta que es podrà adquirir a través de la botiga.

Autors: Comissió de Formació (Maria Farré Domech, Dani Martin Avendaño, Pau Gómez Serrat i Montse Bacardit Peñarroya)

També es va crear un nou vídeo corporatiu, encomanat a TN Produccions.

En el marc de les noves col·laboracions comercials, es va establir una relació amb la marca Ternua, que incialment es va engegar amb la rotulació de dues peces esportives i la planificació d'una trobada/jornada amb continguts de difusió i formatius de cara a la temporada 2023-2024.

D'altra banda, es van pujar nous vídeos al nostre canal de YouTube de les activitats realitzades per l'entitat i també dels 2 webinaris que vam convocar:

- Un hivern excepcional a Utah. Conversa amb Nil Terés.
- Decidir en terreno de aludes, amb Nacho Olmedo.

Una altra de les importants accions conjuntes entre difusió i formació va ser la participació en la gira del Banff Mountain Film Festival pels Pirineus, el festival de cinema de muntanya de referència a escala mundial, amb la cessió de material ACNA per als sortejos, la divulgació mútua mitjançant les xarxes socials, la creació de continguts específics, la realització de dues xerrades de concienciació sobre les allaus i dos tallers de rescat en allaus en l'entorn de les seus.

Comissió de professionals

La temporada 2022-2023 també es va renovar el conveni de col·laboració amb l'Ajuntament de Canfranc, que va permetre, un any més, que els professors de l'ACNA interessats poguessin fer servir les instal·lacions d'A Lurte per a la realització de cursos, i que ACNA, com a entitat, pogués organitzar trobades i altres esdeveniments professionals en aquest centre. Les dues entitats van acordar fer difusió mútua de les activitats realitzades en el marc d'aquesta col·laboració.

Comissió de rescat

Curs "Train the trainers" i Jornada Oberta de Rescat a la Val d'Aran: la temporada 2022-2023 vam tornar a tenir el plaer de seguir formant el nostre professorat amb el curs "Train the trainers", basat en el projecte MountainSafety.info liderat per Manuel Genswein, impartit en aquesta ocasió pels nostres propis formadors de rescat avançat. Les places vacants del curs que no van ser ocupades pel professorat es van obrir per a persones sòcies de l'entitat.

El primer dia de curs es va preparar un petit clínic de rescat per als joves participants del Freeride World Tour Junior a Baqueira-Beret. El darrer dia del curs, el 29 de gener, es va convocar la jornada oberta gratuïta en què unes 65 persones van poder fer pràctiques en els diversos tallers de rescat dirigits pels assistents a la formació.

Comissió d'accidents

La principal tasca d'aquesta comissió s'ha centrat en actualitzar la base de dades de la pestanya «Accidents» que es va obrir al web la passada temporada, la qual permet consultar els accidents per allau ocorreguts als Pirineus i altres massissos de l'estat espanyol durant la temporada en curs i veure'ls localitzats en un mapa. L'objectiu és saber on, quan i com es produeixen els accidents per tal de poder abordar les estratègies de reducció/mitigació.

El balanç d'accidents de la temporada elaborat per la comissió el trobareu en detall en un article especial.

Comissió de revista

Hem aconseguit publicar el 15è número de la Neu i Allaus, que no són pocs! Una edició que novament conté un pòster amb il·lustracions educatives de l'Oriol Prieto, membre de la Comissió de Revista. Agraïm la col·laboració de totes les autores i autors dels articles que inverteixen el seu temps i motivació en el món de la neu i les allaus, i també de les empreses patrocinadores que ajuden a mantenir-la. Esperem que us agradi! I alhora us inspiri per a fer una aportació en el proper número...;-)

També us convidem a participar activament a l'associació mitjançant les vostres idees o iniciatives en alguna de les comissions de treball. Ho podeu fer a través del correu acna@acna.cat. Moltes gràcies!

ACNA
Asociación Conocimiento Nieve y Aludes

CANFRANC ESTACIÓN (SALA POLIVALENTE)

3-5 NOV

JORNADAS ACNA 2023

ACTIVIDADES GRATUITAS PREVIA INSCRIPCIÓN
APÚNTATE EN WWW.ACNA.ES

Foto: Endika Larrazabal

VIERNES

19.30h Apertura de Jornadas y proyección:
Avalanche Awareness Night by Banff
Pica pica para los asistentes

BANFF CENTRE MOUNTAIN FILM FESTIVAL WORLD TOUR

SÁBADO

9h-14h Salida interpretada a cargo de Santi Fábregas:
Sistemas de protección multiriesgo en zonas de montaña basados en la naturaleza. El ejemplo Canfranc-Estación (Huesca) desde 1910.

16h Asamblea ACNA (sólo socios)

21h Cena-tertulia en Canfranc (15e/pax)

DOMINGO

9h-13h Talleres prácticos de rescate en alud (plazas limitadas,apúntate!)

14h Cierre de Jornadas y sorteo de regalos

Colabora: TERNUA

Patrocina : Ayuntamiento de Canfranc

JACETANIA

DIPUTACION DE HUESCA

Socis protectors

ATESMAPS

muntania
Tu agencia de viajes

ARANTEC
SMARTY PLANET

Oxigen
services & active consulting

azkan
MOUNTAIN ACADEMY

ALL RADICAL

CMSC
Club Muntanyenc Sant Cugat

CATALUNYA AEU

Conselh Generau d'Aran
CENTRE DE LAUEGI D'ARAN

ICGC
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

GUIES DE MUNTANYA TRANTMILLES.COM

UNIÓ EXCURSIONISTA DE VIC

guiasdebierge.com

Club Excursionista de Gràcia

GeoNeu Risk

FEEC
Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya
Federació Catalana d'Alpinisme i Escalada

INACCÉS
GEOTÈCNICA VERTICAL, S.L.

FREETRACKS

GR ZERO
ESPORTS DE MUNTANYA

Dersu

Fes-te'n soci a www.acna.cat

MÁXIMA PROTECCIÓN SOSTENIBLE

PROTECH SERIES

Ternua viste a alpinistas de primer nivel, protegiéndoles y acompañándoles en sus aventuras, equipándoles con prendas altamente innovadoras, técnicas y sostenibles.



Alpinistas de izquierda a derecha: Miriam Marco , Alberto Iñurrategi.