

AVALANCHAS DE LA CARA NORTE DE LA SIERRA DE GUARA: PRIMERA APROXIMACIÓN

José Antonio CUCHÍ¹
Rocío HURTADO²
Santiago FÁBREGAS²
Carlos POLO^{2,3}

RESUMEN. — Dada su naturaleza montañosa, los aludes de nieve forman parte de los riesgos naturales del Pirineo de la provincia de Huesca. Sin embargo, no hay información sobre este peligro en el Prepirineo. El núcleo central de la sierra de Guara, la mayor altura de esta cordillera, presenta una escarpada cara norte. A su pie se encuentra un enorme talud de crioclastos, colonizado por un pinar en su parte inferior. El bosque muestra varias grandes cicatrices características. Otros criterios de campo e información visual y local revelan la existencia de avalanchas de nieve en Guara. Basándose en ortofotos y mapas DGN, el presente trabajo realiza un estudio preliminar sobre las zonas de salida de aludes y sus principales características topográficas. Las avalanchas parecen, principalmente, ser de tipo nieve húmeda.

ABSTRACT. — Given its mountainous nature, snow avalanches are part of the natural risks of the Pyrenees of the Huesca province. However, there is not information on their occurrence at the Prepyrenees. The central nucleus of the sierra de Guara, the highest elevation of this range, shows a step north

¹ Escuela Politécnica Superior de Huesca. Área de Ingeniería Agroforestal. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. cuchi@unizar.es

² Pirinea. Consultores Técnicos. Santo Grial, 4, 3º izda. E-22003 HUESCA. rhurtado@pirinea.com, sfabregas@pirinea.com

³ carlospolojulian@gmail.com

face. At the feet, there is a huge talus of cryoclasts colonized at the lower part by a pine forest. The forest shows several big characteristic scars. Other field criteria and visual and local information shows the existence of snow avalanches on Guara. Based on aerial ortophotographs and DGN maps, the present paper carry out a preliminary job on the starting areas of the avalanches and their main topographical characteristics. The snow avalanches seem to be mainly of wet snow type.

KEY WORDS.— Snow avalanche, Pyrenees, Guara, Huesca (Spain).

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre avalanchas de nieve tienen un claro interés en la provincia de Huesca donde, entre 1953 y 2005, causaron 57 muertos, 28 heridos de cierta consideración y alcanzado, al menos, a otras 80 personas que resultaron ilesas (LEO y CUCHÍ, 2004). Además, hay que añadir importantes daños materiales en la estación ferroviaria de Canfranc, hoteles de Astún y Balneario de Panticosa, así como los periódicos cortes en la carreteras A-138, entre Bielsa y la frontera francesa, y en la A-139, desde Benasque al Hospital del mismo nombre.

Es conocido que la zona favorable para las avalanchas, en el Alto Aragón, se sitúa entre la frontera francesa y la vertiente norte del gran armazón calizo de la cordillera, desde Peña Ezcaurre por Aspe, Tendeñera, Monte Perdido y Cotiella al Turbón. En esta zona se han centrado casi la totalidad de los autores que han trabajado el tema en el Pirineo oscense. Por ejemplo, TOMICO (sin fecha), SÁEZ ALAGÓN (1993, 1994), DGA (1996), LEO (2000), LÓPEZ-GUARGA y MIJANGOS (1994), LAMPRE (1998), RODÉS (1999), JULIÁN y CHUECA (1999), LÓPEZ-GUARGA y SARASA (2000). Aunque todas las zonas con peligro⁴ medio-alto parecen estar detectadas, todavía carece Aragón de una cartografía de detalle como la disponible en Cataluña a escala 1: 25 000.

Existen, sin embargo, una serie de zonas de peligro, menos conocidas, que se encuentran al sur de la mencionada barrera. En el límite meridional de la barrera caliza hay aludes en el valle alto de Aísa,⁵ en el barranco del

⁴ Riesgo es el producto de peligro (existencia objetiva de avalanchas) por frecuentación (presencia humana).

⁵ Corta la pista asfaltada que lleva al refugio de Saleras, en la cabecera del río Estarrún.

puerto de Biescas y en Punta Llerga. En la interesante cara oeste de esta última montaña, frente a la boca sur del túnel de las Devotas, los aludes descienden por dos canales conocidas como *del Omprio* o *Rebudé* y *de María Caguera* o *Peneta*; llegan con alguna frecuencia al Cinca, cortando las cabañeras vieja y nueva de Chistau, y su estruendo se oye desde Badaín (F. Puyalto, comentario personal).

Existen otras zonas, aún menos estudiadas, que también presentan un peligro objetivo de aludes, deducido de observaciones morfológicas y forestales. Una de ellas son las alomadas sierras sobre materiales del flysch que se extiende al norte de la canal de Berdún y de la Val Ancha. Cubiertas de bosque en el pasado, el pastoreo de ovino transformó cumbres y laderas en superficies herbosas favorables al deslizamiento de nieve. Se conocen avalanchas importantes en el valle de Aísa, en la sierra de Limes, que cierra el Sobremonte de la Tierra de Biescas, y también en la cabecera del torrente de Los Meses en Canfranc. En este último, en la morrena que lo separa del barranco Aguaré, existe una repoblación de pino negro (*Pinus uncinata*), realizada a inicios del siglo XX, donde numerosos árboles muestran una característica inflexión por trincadura, aproximadamente un metro por encima del suelo, resultado de una avalancha hoy aparentemente controlada por el bosque. Un poco más al sur, en el entorno de Jaca, el recién fundado *Pirineo Aragónés* publicaba, en 1883, la noticia de una importante avalancha en la cara norte de Oroel. En 1978, un alud atípico descendió por la ladera del Rapitán y afectó al abastecimiento de agua de dicha ciudad.

Otra área detectada de peligro es la sierra de Guara, zona culminante del Prepirineo y sobre la que no hay ningún estudio sobre avalanchas. En esta área se centra el presente trabajo.

LA SIERRA DE GUARA

La sierra de Guara constituye la zona más elevada del Prepirineo. En sentido estricto se extendería entre los cauces del Guatizalema y del Alcanadre, el valle de Nocito al norte y el arranque del Somontano, por el sur. El espinazo de la sierra está formado por las características cumbres de Fraginet o Fraginito (1749 m), tozal o puntón de Guara (2077 m) y Cabeza

de Guara (1870 m). Entre los dos primeros se encuentra el collado de Petreñales.⁶ Entre los dos últimos, situados a algo más de 3 km, se encuentran las cumbres menores de Vallemona y Cubilas.

La geología de la sierra ha sido objeto de tres grandes estudios regionales: geomorfología por RODRÍGUEZ VIDAL (1986); hidrogeología por SÁNCHEZ-NAVARRO (1988); geología estructural por MILLÁN (2006), así como diversos estudios de detalle. En forma sucinta, esta sierra es predominantemente caliza (*Fm. Adraen-Bona*, del Cretácico superior, y *Fm. Guara*, del Eoceno medio). Hacia el sur presenta edificios conglomeráticos (mallos de San Cosme, Formiga y Chaves), picos menores calizos (Arnabón, Montidiner) cortados por cañones y valles de cierta entidad: Las Valles, Calcón, Fabana, Yara, Formiga. En la abrupta caída hacia el valle de Nocito, por el norte, da paso a areniscas y arcillas continentales del Oligoceno, mucho menos resistentes. En las calizas existen importantes fenómenos kársticos, con un drenaje subterráneo hacia las surgencias de Balaguer (Alcanadre), Solencio de Bastarás (Formiga) y Pillera (Guatizalema).

No hay ninguna estación meteorológica en altura. Se estima que la precipitación, en las cimas, puede alcanzar los 1400 mm (DEL VALLE, 1996). Las precipitaciones invernales suelen ser en forma de nieve y es normal que persistan mantos nivales durante algunos meses del invierno y de la primavera, sobre todo en la cara norte. Observaciones puntuales en la cruz de la cumbre, y los problemas en las antenas de radio del repetidor del total de Cubillas hacen pensar que hay, con cierta frecuencia, precipitaciones de nieve húmeda. El cierzo favorece la formación de cornisas de nieve en el arranque norte de la cresta cimera. Ocasionalmente la nieve llega a ocultar la cruz cimera, que supera los dos metros de altura.

La topografía de la zona alta de la sierra tiene una fuerte disimetría en un transecto este-oeste. En la zona oriental, al pie del, relativamente, suave cerro del Cabezo se encuentran los grandes llanos de Cupierlo, enorme campo de dolinas. De aquí se desciende hacia el norte por el graderío de vallonadas de Fenales y Can de Used hasta el valle de Bentué de Nocito. Al este de Cupierlo se encuentra el enigmático valle de Los Abeles, con forma

⁶ Quizás deba su nombre a que, en sus cercanías, hacia la cara sur de Guara, aparece sflex.

de U, tradicionalmente calificado como un polje con control estructural, ubicado en la terminación periclinal de un anticlinal.

Sin embargo, entre los Abeles y el collado de Petreñales se encuentra un sector de fuertes pendientes, que arranca en la cresta del puntón y que desciende vertiginosamente hacia el barranco de la Pillera, situado a 1050 m s. n. m. Solo la cresta de la Mallata de Ferrer, con el pequeño collado de Chemelosas (1367 m), ofrece un rellano local y un agradecido descanso del camino. Esta zona de gran energía está recubierta en su parte superior por una característica glera periglaciaria, de cantos calizos, que alberga diversas especies vegetales, alguna endémica y otras raras, como *Cochlearia aragonensis* y *Aquilegia viscosa* subsp. *guarensis* (MONTSERRAT, 1986). La zona inferior está colonizada por pinar en el que se observan una serie de indentaciones de la glera. Esta continúa bajo el bosque hasta prácticamente el barranco de la Pillera. En ocasiones aflora cementada, como se observa en Fuente Espátula.

Este enorme canchal periglaciario es el que presenta mayores dimensiones entre las numerosas pedreras presentes en la sierra.⁷ A pesar de su pendiente, el dominante color gris de la glera sugiere una cierta estabilidad, frente a los cantos de color más pardo, de reciente movimiento. Sin embargo, se observan algunas coladas recientes. Arrancan y están más definidas en la llegada de las canales procedentes de las cabeceras de cuenca situadas en los cortados calizos de la cresta, formadas por estratos con buzamiento norte.

Un análisis preliminar de las características hidrológicas de estas cuencas del farallón sugiere que estas son permeables por karstificación, y que tienen dimensiones modestas para producir grandes avenidas superficiales que superen, sin infiltrarse, la franja de gleras. Por otro lado, la ausencia de grandes bloques, en las citadas indentaciones en el pinar bajo, parece descartar el efecto de caída de rocas.

En los árboles de la linde del bosque con la glera, observaciones de campo muestran efectos similares a los que se presentan en la zona de aludes

⁷ Los canchales de Guara están poco estudiados. Hay, por ejemplo, edificios de alguna importancia, ahora fósiles, en la Chasa de Rodellar, Costera de Otín, barranco de la Glera, al norte de Cheto, carreteras de Erípol a Almazorre y de Sarsa de Surta a Las Bellostas.

del alto Pirineo: cicatrices en troncos, árboles abatidos, ausencia asimétrica de ramas en la zona baja.

En la actualidad, Nocito y las localidades próximas están prácticamente deshabitados durante gran parte del año (DE LA CALLE y MORÁN, 1994). Sin embargo, se han obtenido noticias sobre aludes en la cara norte de Guara, conocidos localmente como *eslices*. Se conserva el testimonio de un importante alud, a inicios del siglo XX, que proporcionó abundante leña (J. Gabarre, comentario personal). El mismo informante señala fases de aludes en mayo de 1984 y febrero de 2003. En abril de 2006, uno de los autores del presente trabajo observó restos de una avalancha que había llegado a la zona de matorral (Fig. 1).

Estas evidencias, combinadas con un primer análisis de las características de las cuencas de salida en el farallón calizo y de las indentaciones presentes en el bosque indican que la zona norte del tozal de Guara es zona de avalanchas. El presente trabajo realiza un primer análisis de este peligro.



Fig. 1. Restos de alud en la cara norte de Guara a 1500 m s. n. m. Abril de 2006.

ANÁLISIS DEL PELIGRO DE AVALANCHAS EN LA CARA NORTE DE GUARA

Para el presente estudio, la zona de interés en la cara norte de Guara se subdivide en tres zonas altitudinales. La más elevada corresponde a las cuencas en el farallón rocoso, coronado por la cresta somital. Este está parcialmente colonizado, sobre todo en la zona oeste, por pino negro (*Pinus uncinata*). Bajo esta se encuentra la glera desnuda, colonizada por los endemismos citados y, más abajo, comienza el bosque de pino royo o silvestre (*Pinus sylvestris*), acompañado por algunas hayas (*Fagus sylvatica*) y quejigos (*Quercus* sp.). En el sotobosque dominan el bucho (*Buxus sempervirens*) y la senera (*Amelanchier ovalis*).

A partir de ortofotos, con tamaño de píxel de 0,5 por 0,5, y ficheros topográficos DGN del SITAR del Gobierno de Aragón, se han definido hasta 17 cuencas de salida de avalanchas en el farallón calizo, que se muestran en la figura 2. La figura 3 esquematiza esta imagen. Además de las cuencas de salida, presenta información sobre la zona de gleras y el bosque.

La acumulación de nieve se puede producir por innivación directa o arrastre por viento desde la cara meridional, cuya zona superior está desprovista de arbolado y parcialmente recubierta de erizón (*Echinopartum horridum*), que tiene una limitada capacidad de anclado del manto nival. Los depósitos de nieve afectados por el cierzo son comunes durante el invierno en las zonas de collado. Como se ha señalado, las cornisas de la cresta pueden alcanzar un volumen importante.

La mayoría de las cuencas se inician en la cresta cimera. Se presentan contiguas y se definen con claridad, separadas por crestas menores. La excepción es la número 17, que aparece algo aislada hacia el este y que se ha incluido porque bajo ella se percibe una antigua cicatriz en el bosque. En esta se han estimado dos subcuencas de salida. Una inferior, en el farallón, y otra complementaria en la ladera situada por encima y que conecta a este con la cresta. Por pendiente, se considera posible que el tramo superior puede actuar ocasionalmente como zona de salida.

Bajo las canales se encuentra la gran glera, cuyos materiales proceden de la crioclastia de las calizas del Eoceno del farallón rocoso. Parece evidente que la gran masa de clastos se originó bajo condiciones más frías que las actuales y podría considerarse como un indicador paleoclimático.

El canchal presenta heterogeneidades en el tamaño y clasificación de cantos, cuyo estudio sobrepasa los objetivos del presente trabajo. Con independencia de procesos de movimiento lento tipo *creeping*, no cuantificados, solo una pequeña parte del material suelto presenta, por su coloración más rojiza, aspecto de movimiento reciente formando cordones en continuidad con las canales de aludes que arrancan en el farallón.

Toda la glera, desprovista de vegetación de cierta envergadura, es zona de transporte de avalanchas, procedentes de la zona superior. No se presenta una canalización definida como la zona superior y las trayectorias se definen por elevación en retroceso desde las cicatrices del bosque. Aparentemente, las avalanchas de algunas pequeñas canales pueden tener trayectorias comunes en esta zona. Por el contrario, las avalanchas de la cuenca número 8, que es la de mayor tamaño, presentan una difluencia en el inicio de un gran cono de glera. La rama que se desvía hacia el oeste, de mayor entidad, llega hasta el camino de la Mallata de Ferrer, descendiendo desde 2000 hasta 1225 m de altitud.



Fig. 2. Ortofoto de la cara norte de Guara.

El bosque es la zona de parada de los aludes más importantes a la vista de las características cicatrices, muy visibles desde la pardina de Orlato. La figura 4 presenta a mayor escala una imagen de la zona central de avalanchas. A la vista de las dimensiones de los daños forestales parece probable que, con periodo de retorno alto, también se moviliza nieve de la zona de gleras. Así, por ejemplo, las cuencas 6 y 7 no parecen tener suficiente superficie, por ellas mismas, para producir aludes que afecten al bosque que se encuentra bajo ellas. Es cierto, sin embargo, que son los de mayor pendiente. Por la cicatriz asociada, probablemente sea la cuenca 5 la que más nieve aporte en el farallón y también más nieve recoja en la zona de glera, aumentando el volumen de nieve transportado y su consiguiente efecto destructor.

A partir de la información mencionada, mediante ArcGis se han determinado algunas características topográficas de los aludes identificados en la

Tabla I. Principales características topográficas de avalanchas de nieve en la cara norte de Guara.

<i>Número</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Longitud máxima de aludes (m)</i>	<i>Altura superior (m s. n. m.)</i>	<i>Altura inferior (m s. n. m.)</i>	<i>Pendiente media (%)</i>
1	22 414	730	1985	1510	65
2	9789	735	2005	1510	67
3	38 646	1040	2060	1345	69
4	27 563	1270	2070	1230	66
5	25 379	1250	2055	1230	66
6	5775	610	1850	1230	102
7	8634	500	1805	1230	115
8	95 249	1290	2065	1245	64
9	21 951	815	2030	1420	75
10	22 067	835	2010	1420	71
11	8643	775	1870	1370	65
12	30 132	855	1970	1370	70
13	10 767	640	1880	1410	73
14	7543	606	1855	1410	73
15	6557	550	1815	1405	75
16	9397	500	1790	1405	77
17	24 431	580	1690	1285	70
17'	112 288	1100	1850	1285	51

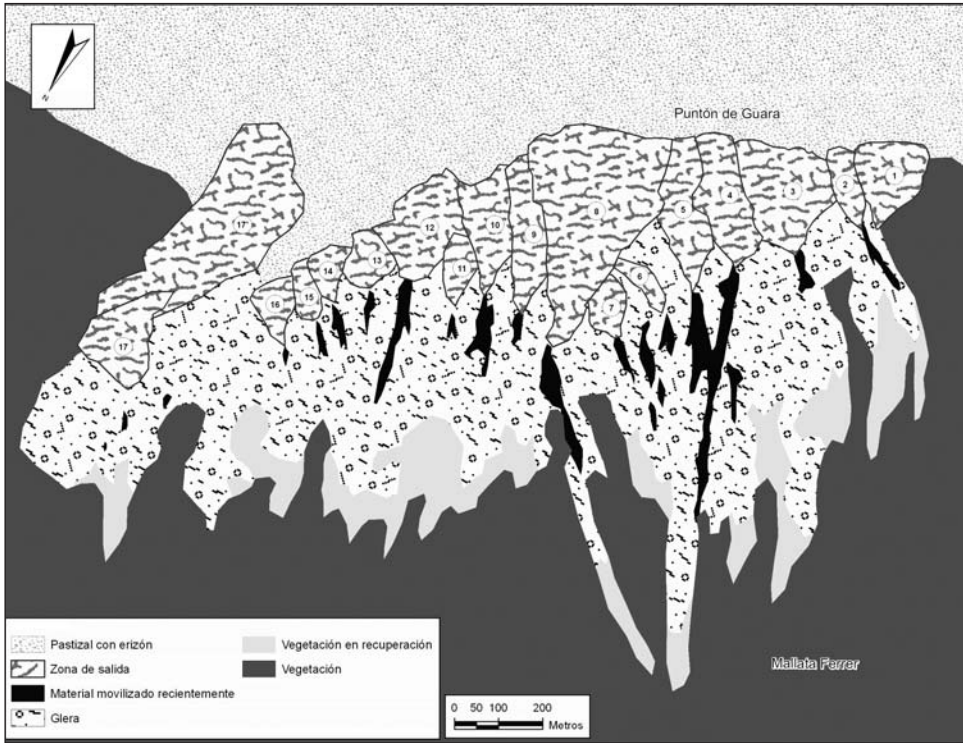


Fig. 3. Esquema de las canales de salida, zona de glera y trazas de aludes en la cara norte de Guara.

figura 2 y que se presentan en la tabla I. Dado que su canalización es solo parcial, restringido al farallón, se ha determinado la superficie de las diversas cuencas de almacenamiento y salida. También se han determinado las cotas máxima y mínima, longitud de recorrido y pendiente del terreno de avalancha para los aludes asociables a cada cuenca. Son estimaciones sobre fotogrametría aérea y son magnitudes extremas que, evidentemente, corresponden a acontecimientos singulares con muy alto periodo de retorno.

En todo caso se observan desniveles de cierta importancia, hasta casi 800 metros y recorridos que superan el kilómetro de distancia.

Como se observa en las figuras 2 y 4, algunas de las cicatrices forestales están parcialmente revegetadas, señalando la recuperación del bosque tras avalanchas de grandes magnitudes. Los árboles en las lindes muestran características típicas de afección por avalanchas (cicatrices, troncos y

ramas partidas). Al final de estas cicatrices se encuentran árboles arrancados y transportados por la nieve. No se observan bloques de piedra asociados, de modo que pudieran atribuirse estos destrozos forestales a grandes caídas de bloques como se observan en otras zonas del Prepirineo.⁸ Incluso ya dentro de la zona de bosque, en la prolongación de las lenguas deforestadas, se pueden encontrar restos de árboles y arbustos desplazados. Las trazas de mayores dimensiones presentan tramos finales en fase de recolonización vegetal, que se han señalado en la figura 4.

En este sentido, esta cara norte presenta un equilibrio entre avalanchas y bosque. Este último parece colonizar lentamente y en ascenso a las gleras, heredadas de las fases glaciares pirenaicas y ofrece posibilidades para realizar estudios sobre la dinámica de avalanchas. Una fotografía inédita de 1904, muestra muchas de las cicatrices que se observan en la actualidad.

Hoy en día, con las debidas reservas, todo hace pensar que el tipo dominante de avalanchas en la cara norte de Guara, es de fusión, dado que los indicios vegetales y de morfología del terreno sugieren que la mayoría de los aludes se detienen en pendientes elevadas. Es posible que los movimientos recientes de grava que se detectan al pie de algunas canales se deban al movimiento en masa de la nieve húmeda que reexcava el lecho de clastos.

CONCLUSIONES

Existen suficientes indicios para pensar que las avalanchas de nieve son relativamente frecuentes en la cara norte del tozal de Guara, al sur de la zona tradicionalmente considerada de peligro en el Alto Aragón.

Aunque existe un peligro objetivo, es evidente que el riesgo real es bajo, dado que solo se amenaza el camino, muy poco frecuentado en la actualidad, desde la Mallata de Ferrer al collado de Petreñales. Ocasionalmente la glera es frecuentada, en invierno, por montañeros.

Las avalanchas parecen jugar todavía cierto efecto en la movilización de las gleras y en el control de la recolonización de estas por el bosque. Este ofrece posibilidades, por ejemplo a través de la dendrocronología, para el estudio de esta interacción.

⁸ Por ejemplo en la cara sur de la sierra de Bonés.



Fig. 4. Ortofoto de la zona central de avalanchas en la cara norte de Guara mostrando zonas de recuperación de bosque.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las indicaciones de Francisco Puyalto, de Badaín; de Jesús, Domingo e Isabel Gabarre y Lorenzo Ortas, de Nocito; la ayuda de Ángel Jarne y Elba Alastuey, y la compañía en el campo de Consuelo Arán, Francisco y José Ignacio Fábregas y Castaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALLE, I. de la, y MORÁN, Á. M. (1994). *Cara y cruz en Nocito. El ayer y hoy de una comunidad en la sierra de Guara*. IEA. Colección Cosas Nuestras, 15. 126 pp.
- DGA (1996). *Los aludes en el Pirineo aragonés. Planificación de la prevención y defensa*. Redactado por Naturaleza y Tecnología Aplicada. 2 tomos + 12 planos.
- INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1997). *Mapa de zones d'allaus de Catalunya 1:25 000*. 1 mapa.
- JULIÁN, A., y CHUECA, J. (1999). Cartografía de zonas probables de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo aragonés). *Geographicalia*, 37: 73-86.
- LAMPRE, F. (1998). *Estudio geomorfológico de Ballibierna*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 11. 200 pp. + 3 mapas.
- LEO, E. (2000). Aludes e infraestructuras: introducción al problema. Reseña histórica en Huesca. *Jornadas de evaluación y mitigación del riesgo de aludes: su impacto en las infraestructuras*. Escuela Nacional de Protección Civil. Huesca. 13 pp.
- LEO, E., y CUCHÍ, J. A. (2004). Los aludes en el Alto Aragón. *Lucas Mallada*, 11: 131-158.
- LÓPEZ-GUARGA, R., y MIJANGOS, J. (1994). Nieve y avalanchas. *Revista de Obras Públicas*, año 141, nº 3335: 61-74.
- LÓPEZ-GUARGA, R., y SARASA, A. (2000). Caracterización, simulación y prevención de aludes en el barranco de Secras. Túnel de Somport (Huesca). *Jornadas de evaluación y mitigación del riesgo de aludes: su impacto en las infraestructuras*. Escuela Nacional de Protección Civil. Huesca. 23 pp.
- MILLÁN, H. (2006). *Estructura y cinemática del frente de cabalgamiento surpirenaico en las Sierras Exteriores aragonesas*. IEA. Colección de Estudios Altoaragoneses, 53. 396 pp. + 2 mapas.
- MONTSERRAT, J. M. (1986). *Flora y vegetación de la sierra de Guara*. Diputación General de Aragón. Naturaleza en Aragón, 1. 334 pp.
- RODÉS, P. (1999). *Análisis de los accidentes por aludes de nieve en España. Una aproximación a la revisión histórica*. Ergón. Madrid. 73 pp.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1986). *Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte*. IEA. Huesca. Colección de Estudios Altoaragoneses, 4. 172 pp.
- SÁEZ-ALAGÓN, M. T. (1993). *Memoria de la cartografía 1/25 000 de localización de zonas probables de aludes en el cuadrante II de la hoja 144, de Ansó*. ITGE.

- SÁEZ-ALAGÓN, M. T. (1994). *Estudio del medio físico y de sus riesgos naturales en un sector del Pirineo central. Tomo 7. Peligrosidad de aludes*. 93 pp. + 6 mapas.
- SÁNCHEZ-NAVARRO, J. Á. (1988). *Los recursos hídricos de las sierras de Guara y sus Somontanos*. IEA. Huesca. Colección de Estudios Altoaragoneses, 27. 336 pp.
- TOMICO, A. (sin fecha). *Índice y evaluación del riesgo de aludes y zonas de influencias en las rutas y actividades montaÑeras en el Pirineo aragonés*. Inédito. 25 pp.
- VALLE, J. del (1996). *El clima del Prepirineo central y occidental aragonés y sus Somontanos*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación, 5. 327 pp.