

Degradación de hielos glaciares y permafrost en Sierra Nevada. El caso del Corral del Veleta, ¿consecuencia del Cambio Climático?

Antonio Gómez Ortiz
Servei del Paisatge de la Universitat de Barcelona

Introducción

Sierra Nevada albergó los glaciares más meridionales de Europa durante el Cuaternario y también a lo largo de la denominada Pequeña Edad del Hielo (siglos XV-XIX). Estos últimos quedaron recluidos en las cabeceras de los principales barrancos, en particular en vertiente norte (Guarnón, Valdecasillas, Valdeinfierno y Mulhacén). De su existencia los viajeros y científicos ilustrados dieron cuenta (Ponz, 1754; Boissier, 1845).

El foco glaciar de la Pequeña Edad del Hielo de mayor dimensión fue el del Corral del Veleta, en la cabecera del barranco del Guarnón (fig. 1), que comenzó a quedar arrinconado en su cuenco a comienzos del siglo XX. A mediados del mismo siglo aún mantenía masas glaciares visibles en su seno (García Sainz, 1947) y restos de ellas, aunque ahora enterradas bajo manto de cascajos en su tercio más oriental, en 1995 (Gómez Ortiz et al. 1999). Este proceso de merma y reclusión de hielos explica la evolución que éstos debieron sufrir a lo largo de los últimos tiempos: de glaciar blanco a glaciar negro y de éste a hielo fósil y *permafrost*.



Figura 1. El Corral del Veleta

En la actualidad Sierra Nevada no alberga restos de focos glaciares ni tampoco nieves permanentes. Sólo el Corral del Veleta –como se ha señalado-, por su particular posición y morfotopografía, conserva residuos de hielos fósiles y niveles de *permafrost*, aunque en proceso de degradación. Las masas heladas detectadas, recubiertas por paquetes de rocas, se reparten en el sector este de la base del Corral, entre la lagunilla del Veleta y el declive del cerro de los Machos, a una altura media de 3108 m . La superficie planimétrica que ocupan podría estimarse en torno a 2 ha. La potencia de esta masa helada se desconoce pero ofrecía en 1999, en el punto de muestreo y obtención de testigo, valores superiores a los 10 m, detectándose su techo a partir de -1,20 m. Desde 2001, y con el apoyo del Parque Nacional de Sierra Nevada y del Ministerio de Medio Ambiente, un equipo multidisciplinar de investigadores de las universidades de Barcelona, Extremadura y Complutense de Madrid, viene estudiando el proceso de degradación de estas masas heladas.

Trabajos en ejecución y resultados

El seguimiento de la degradación de las masas heladas atrapadas en el Corral del Veleta se realiza a partir del control de tres parámetros: a) temperatura de la capa activa (a través de una cadena de sensores térmicos, tipo UTL), b) reparto de la cubierta nival en verano (por medio de fotografías verticales y oblicuas tomadas desde puntos fijos) y c) movimientos del manto de rocas que recubre a las masas heladas (mediante técnicas topográficas y geodésicas). Los controles se realizan anualmente, desde 2002, coincidiendo siempre en la última semana de agosto. Los resultados más significativos acumulados durante el periodo 2001-2007 (6 registros) han sido los siguientes:

La capa activa tiene un comportamiento térmico supeditado, particularmente, a la duración del manto nival en el suelo.

La información procedente de los registros térmicos del interior del suelo y de los mapas nivológicos viene a mostrar que la incidencia de la radiación externa en superficie y su expansión en profundidad resulta efectiva a partir de mayo/junio, lográndose alcanzar temperaturas positivas superiores a los 5°C en todo el perfil del suelo muestreado (100 cm) a lo largo de julio y agosto. Sin embargo, los valores térmicos resultan diferenciados, de acuerdo con el grado de recubrimiento nival que mantiene el suelo durante todos estos meses (63 días con registros positivos para el periodo 2002-2004 frente a 85 días para el periodo 2005-2007).

El manto de clastos que recubre las masas heladas tiende a mostrar preferencia de movimiento repetitivo de subsidencia.

Los controles llevados a cabo a partir del seguimiento de puntos fijos de la superficie del manto de clastos (área muestreada de 4860 m² a partir del seguimiento de 27 puntos) denuncian continuados movimientos planares y verticales, siendo éstos últimos de mayor rango. Los valores medios interanuales han sido variables y determinados por la eficacia de la expansión de la onda térmica en el suelo, de acuerdo con el grado de cubierta nival en superficie. Los resultados medios totales detectados durante el periodo 2002-2007 han sido de 0,746 m de desplazamiento planar y de 2,107 m de desplazamiento vertical.

Conclusiones

La degradación de las masas heladas en el Corral del Veleta responde a procesos físicos en cascada que tienen su origen en la incidencia de la energía solar en la superficie del suelo (fig. 2). Desde el inicio de las observaciones el volumen total de degradación de estas masas heladas para el área muestreada podría estimarse en torno a los 10240 m³ y respecto al conjunto del Corral alrededor de los 42140 m³, lo que supone valores medios anuales de 1706 m³ y 7023 m³, respectivamente.

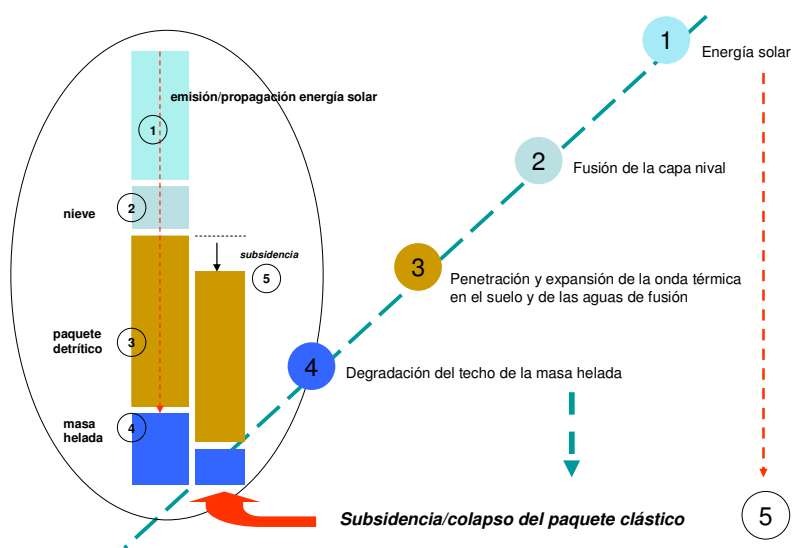


Figura 2. Procesos físicos en cascada

El periodo de observación es limitado para obtener conclusiones sólidas de carácter climático. Sin embargo, los resultados acumulados durante estos años y las observaciones que venimos haciendo de la permanencia de los neveros de fusión tardía en las cumbres de Sierra Nevada desde hace ya décadas, nos permiten plantearnos una serie de reflexiones acerca del comportamiento del clima. Al respecto, no resulta aventurado afirmar que las actuales condiciones climáticas que dominan los tramos cimeros de Sierra Nevada no resultan favorables al mantenimiento permanente de la nieve en el suelo, bien porque los valores de las temperaturas sean superiores a los que se registraban durante periodos anteriores, bien porque la innivación actual ha venido mermando, bien porque coinciden ambos supuestos, o bien porque los regímenes termopluviométricos en la Sierra han sufrido variaciones en su comportamiento temporal estacional.

Lo cierto es que desde finales de la década de los setenta del siglo pasado, que es cuando empezamos a analizar la permanencia de la nieve en el suelo, el tiempo de su duración es cada vez menor, a juzgar por el comportamiento de los neveros de fusión tardía: tendencia a la escasez, progresivo refugio en cotas cada vez más elevadas y

predilección por enclaves topográficos al resguardo de la radiación (Gómez Ortiz *et al.* 2008). Desconocemos el inicio de esta situación climática adversa al mantenimiento de la nieve durante el verano en el suelo, estudios más precisos deberán ocuparse de ello, pero desde la perspectiva glaciológica ya podría resultar efectiva a partir finales del siglo XIX o comienzos del XX y, más aún, instalados en la segunda mitad del mismo siglo (Solé Sabarís, 1942; García Sainz, 1947), que es cuando el glaciar histórico de la Pequeña Edad del Hielo del Corral del Veleta reduce aceleradamente extensión y pasa definitivamente de ser un diminuto glaciar blanco inmovilizado a glaciar negro y rápidamente éste a recluirse en su tercio más oriental bajo manto de derrubios (Gómez Ortiz *et al.*, 2003).

A la vista de todos estos hechos y teniendo en cuenta la sensibilidad de las montañas a las variaciones del clima, en particular aquellas de latitudes medias de reciente deglaciación, como ocurre en esta parte del extremo occidental del Mediterráneo, la experiencia llevada a cabo nos anima a plantear la hipótesis de que la degradación de las masas heladas atrapadas en el tercio más oriental del Corral del Veleta, junto al cerro de los Machos, pudiera estar relacionada con variaciones del clima de Sierra Nevada y, quizá, todo este proceso acelerado últimamente por los efectos del denominado Cambio Climático, aunque la limitación de datos disponibles hoy nos aconseja a ser prudentes, en particular en nuestro último planteamiento.

Referencias

BOISSIER, C.E. (1845). *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837*. Versión española en "Viaje botánico al sur de España durante el año 1837". Granada. Fundación Caja de Granada y Universidad de Málaga, 1995.

GARCÍA SAINZ, L. (1947). *El clima de la España cuaternaria y los factores de su formación*. Secretariado de Publicaciones. Valencia. Universidad de Valencia.

GÓMEZ ORTIZ, A.; SCHULTE, L.; GARCÍA NAVARRO, A. & PALACIOS ESTREMER, D. (1999). Sobre la existencia de *permafrost* en Sierra Nevada. Significado geomorfológico y paleoclimático. *Avances en el estudio del Cuaternario español*. Girona. AEQUA-Universitat de Girona, pp. 181-186.

GÓMEZ ORTIZ, A.; PALACIOS ESTREMER, D.; LUENGO, E.; TANARRO, L.M.; SCHULTE, L. & RAMOS, M. (2003). Talus instability in a recent deglaciation area and its relationship to buried ice and snow cover evolution (picacho del Veleta. Sierra Nevada, Spain). *Geographiska Annaler*, 85A (2), pp. 165-182.

GÓMEZ ORTIZ, A.; SALVADOR FRANCH, F.; SANJOSÉ BLASCO, JJ.; PALACIOS ESTREMER, P.; SCHULTE, L. & ATKINSON GORDO, A. (2008). Degradación de hielo glaciar fósil y *permafrost* en Sierra Nevada (periodo 2001-2007). *Trabajos de Geomorfología en España*. Cádiz. SEG-Universidad de Cádiz (en prensa).

PONZ, A. (1754). Relación del viaje que hizo desde Granada a Sierra Nevada D. Antonio Ponz a influxo del Excmo. Sr. Marqués de la Ensenada. *Mensajero Económico y Erudito de Granada*. Granada

SOLÉ SABARÍS, L. (1942). 2ª. Reunión de Estudios Geográficos. *Estudios Geográficos*, 9, pp. 687-726.

