

Aproximación al estudio valorativo de los GLACIARES ARAGONESES para su gestión integral



E. Perero Van Hove
D. Zurdo Pérez
Universidad de Alcalá de Henares

Montañero descendiendo el glaciar del Aneto
(Fotografía: Daniel Orte Menchero)

Los glaciares son, sin duda, uno de los elementos geológicos de mayor interés para la sociedad, como se puede apreciar por la afluencia a los mismos de numerosos montañeros y turistas que cada año se acercan a contemplarlos. Este alto interés es derivado de la enorme *excepcionalidad* de su presencia en nuestro país, de su propia belleza y de la belleza del entorno en el que se encuentran, caracterizado por la grandiosidad de los paisajes del Pirineo Aragonés. Pero al gran interés se le une un hecho singular de este elemento geológico que acentúa la urgencia en su conocimiento, como es su gran *fragilidad*. Según el estudio *Los glaciares actuales y la nieve en el Pirineo español*, realizado en 1995 por Miguel Arenillas, Ramiro Martínez, Eduardo Martínez de Pisón y José Navarro, entre los años 1980 y 1991 la superficie de los glaciares altoaragoneses ha disminuido en torno a un 15% en la mayoría de los macizos montañosos, llegando hasta el 80% en algunos casos (Macizo del Taillón). La fragilidad se ve acentuada por las escasas dimensiones de los glaciares (el único glaciar que supera el kilómetro cuadrado de superficie es el de Aneto) y al carácter frontera de los mismos, ya que constituyen la punta de lanza al sur de los glaciares europeos, localizándose en la actualidad en un entorno desfavorable para el desarrollo de los mismos. Éste carácter *cuasi-relictos* de los

glaciares explica su ubicación, limitada a las zonas más sombrías, resguardadas de los vientos del Pirineo (sólo se encuentran a altitudes superiores a los 2700 m).

Ante la inminente pérdida de masas de hielo glaciar en el Pirineo, y con el objeto de conservar y proteger estos glaciares debido a su alto valor educativo, científico, recreativo y cultural, las Cortes de Aragón aprobaron el 21 de marzo de 1990 la *Ley 2/90 referente a Espacios Naturales Protegidos, en la que se declaran Monumentos Naturales a los glaciares pirenaicos*. Esta Ley, en su artículo 6 define la composición y se enumeran las funciones que deberá cumplir el Consejo de Protección de los Glaciares del Pirineo Aragonés, que además deberá elaborar un Plan Rector de Uso y Gestión del espacio protegido y un propio reglamento de funcionamiento interno. Pero no es hasta la *Orden de 30 de marzo de 1999, del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Reglamento de funcionamiento del Consejo de Protección de los Glaciares del Pirineo Aragonés*, cuando quedarán definidas con precisión las funciones y funcionamiento interno de dicho consejo. El 15 de noviembre de 1999, el Departamento de Medio Ambiente publica el *Anuncio por el que se somete a información pública el borrador de Decreto por el que se amplían los*

Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos, se establecen zonas periféricas de protección y se aprueba el Plan de Protección. Este Plan de Protección será el documento clave en la gestión de los Monumentos Naturales, ya que en él quedan definidas las diferentes políticas de gestión, la normativa y las líneas de actuación e investigación a desarrollar en el espacio protegido. Consideramos fundamental a la hora de realizar una adecuada gestión de un territorio, el conocer los diferentes factores que determinan la dinámica del mismo. En el caso de los glaciares, y dada su excepcional fragilidad, pensamos que es clave para su adecuada gestión la determinación de las principales causas que explican la fusión de sus aparatos.

El objetivo de este trabajo es la realización de una valoración de los glaciares aragoneses para poder determinar la necesidad de realizar investigaciones futuras y orientar la gestión de estos espacios, cuya fragilidad exige la adopción de medidas urgentes.

Metodología

Para la realización de este estudio se ha realizado en primer lugar un *inventario* donde se han definido e identificado los glaciares existentes en Aragón. El inventario es una fase básica y necesaria para la realización de la siguiente fase de *caracterización*, donde se han recabado todos los datos necesarios



Huellas del tránsito de montañeros en el glaciar del Aneto
(Fotografía: Daniel Orte Menchero)

para cumplir los objetivos de valoración que se han propuesto. La selección de variables ha sido determinada por los datos que ya se habían obtenido en otros estudios y otros datos han sido recabados especialmente para éste, constatando la falta de ciertas investigaciones específicas para determinar ciertas características que consideramos importantes en el conocimiento de los glaciares. Es por ello, que consideramos este estudio como una aproximación que debe ser completada con ulteriores investigaciones, como ya describiremos posteriormente.

Como ejemplo, para este estudio se han tenido en cuenta variables como: la extensión superficial, el espesor de la capa de hielo, la utilidad del glaciar como modelo para mostrar procesos, la accesibilidad, las condiciones de observación, la orientación, la evolución de la masa de hielo, etc.

Una vez recabados todos los datos, se ha realizado una *valoración* mediante un método cualitativo, muy utilizado en los

estudios de calidad ambiental y conocido en los ámbitos anglosajones como «scoring». La valoración realizada se divide en tres componentes principales:

- *Valor intrínseco*: el valor que posee en sí.
- *Valor de uso*: el valor que deriva de la utilidad que tiene en su utilización, ya sea didáctica, científica, turística, recreativa, etc.
- *Valor según su necesidad de protección*: el valor que deriva del grado de amenaza que sufre el glaciar.

Para la realización de cada una de estas valoraciones, primeramente se han definido cuales eran el conjunto de indicadores, características o variables (obtenidas en la fase de caracterización) que mejor definían cada aspecto. Para cada variable, se han definido unas clases que corresponden a un intervalo de unidades de cada variable, y a cada clase se le ha asignado una puntuación. Una vez obtenido esto para cada variable, mediante ponderaciones se ha obtenido la suma total de cada una de las tres componentes de valoración.

Una vez completada esta fase, se han obtenido unos resultados, que posteriormente se han verificado mediante análisis estadístico, de forma que se han ido ajustando posibles fallos, y afinando mejor las diferentes ponderaciones. De esta forma se ha intentado ir eliminando los posibles sesgos que en un principio el estudio pudiera presentar, sin olvidar que el estudio tiene inevitablemente un cierto carácter subjetivo, aunque halla sido minimizado por medidas objetivas.

Resultados

La tabla 1 resume los resultados obtenidos finalmente después de todas las fases descritas:

Esta tabla de resultado muestra cuales son los glaciares más valiosos, ya sea por su uso o por su valor intrínseco, o cuales son los glaciares más amenazados y cuales tienen una necesidad de protección menor. Pero a parte de todos estos resultados útiles para la gestión, podemos sacar además otras conclusiones y relaciones que van a ser muy útiles para una posible gestión de los glaciares.

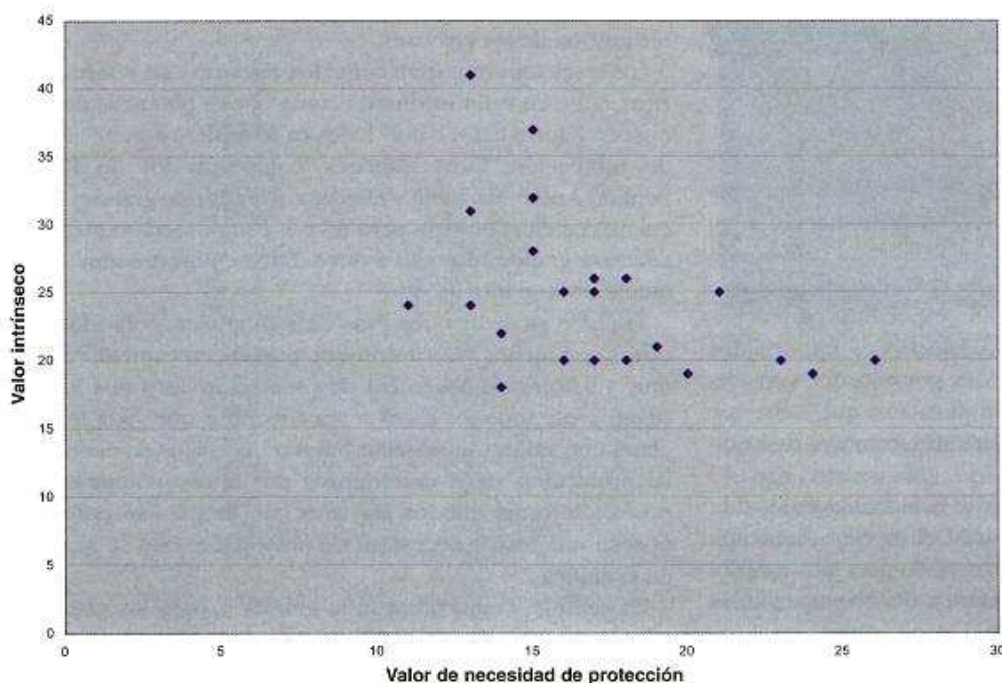
Los resultados muestran como los glaciares con valores muy altos, tanto en valor intrínseco como por su potencial de uso, poseen valores bajos o muy bajos en lo relativo a su necesidad de protección. Estos glaciares, como son los de Monte Perdido, Aneto, Madaleta y Llardana, son los más grandes y frecuentados en el Pirineo, pero no por ello poseen un grado de amenaza grande respecto a otros. Esto se muestra muy claramente en la gráfica 1.

También podemos observar en esta gráfica, como los glaciares con menor valor intrínseco poseen, en cambio, valores muy variables de necesidad de protección. Esto nos lleva a seguir analizando los datos hasta encontrar que, para los glaciares con valores intrínsecos bajos o muy bajos, su necesidad de protección viene determinada por el uso potencial que posea, de forma que los glaciares con mayor uso potencial poseen una mayor necesidad de protección. Esto se muestra en la gráfica 2.

En cambio, como muestra la gráfica 3, para los glaciares con un valor intrínseco medio, alto o muy alto, su necesidad de protección es independiente de su valor como uso potencial.

CLASES	VALOR INTRÍNSECO	VALOR DE USO	VALOR DE NECESIDAD DE PROTECCIÓN
MUY ALTO	Aneto Monte perdido	Monte Perdido Aneto Maladeta Tempestades	Literola Taillón
ALTO	Maladeta Llardana	Soum de Ramond Llardana La Paül Posets Taillón	Soum de Ramond
MEDIO	Barrancs Tempestades Marboré La Paül Posets Brecha Latour Infierno occidental Infierno oriental	Barrancs Coronas Marboré Infierno occidental Infierno oriental Literola	Frondeillas Tapou-Monferrat
BAJO	Salencas Coronas Soum de Ramond Frondeillas Robiñera Clot de la Hount Literola	Alba Cregüña Llosas Frondeillas Robiñera	Alba Cregüña Coronas Llosas Llardana La Paül Posets Brecha Latour
MUY BAJO	Alba Cregüña Llosas Taillón Tapou-Monferrat	Salencas Brecha Latour Clot de la Hount Tapou-Monferrat	Maladeta Aneto Barrancs Tempestades Salencas Marboré Monte Perdido Infierno occidental Infierno oriental Robiñera Clot de la Hount

Tabla 1. Resultados obtenidos después de cada fase



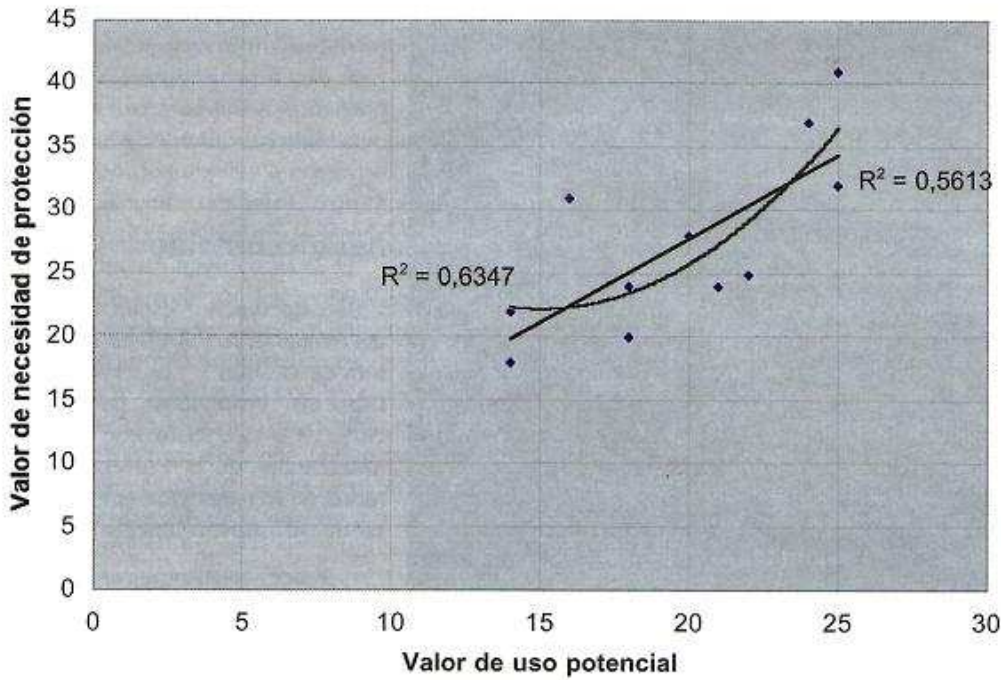
Gráfica 1. Relación entre el valor intrínseco y el valor de necesidad de protección en los glaciares estudiados

Conclusiones

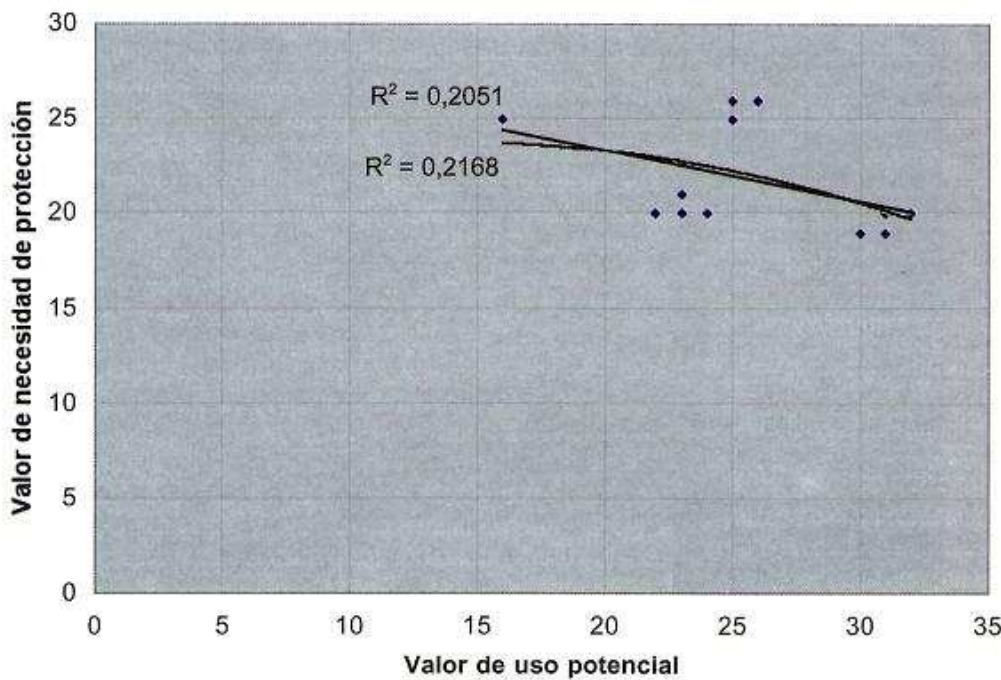
Siendo conscientes que la fragilidad de los glaciares aragoneses vienen determinadas por causas climáticas globales, se ha podido constatar en el estudio que ciertos glaciares, ya sean por sus características intrínsecas y su grado de amenaza, sufren a su vez una situación de mayor fragilidad, por lo que las actuaciones sobre ellas se hace si cabe más urgentes.

Por ello teniendo en cuenta que en los glaciares con unos valores intrínsecos bajos o muy bajos, el valor de potencialidad de uso está directamente relacionado con el valor de necesidad de protección, se propone la *limitación de acceso* con carácter preventivo en los glaciares que posean unos altos valores de potencialidad de uso y bajo valor intrínseco, con el fin de asegurar que la actividad montañera no afecte a la masa de hielo glaciar, al menos en las épocas del año en las que el glaciar sea más vulnerable (verano y otoño). Además, en el entorno de todos los glaciares con un valor intrínseco bajo, se propone el *fomento del conocimiento de otro tipo de elementos del medio*, ya sean geomorfológicos, faunísticos, botánicos, ... y el *diseño de rutas* que permitan apreciarlos y visualizar el glaciar sin necesidad de transcurrir por él, de tal manera que la afluencia de montañeros no esté tan polarizada hacia el tránsito sobre los glaciares.

Consideramos que se podrían *dar a conocer* los glaciares con unos



Gráfica 2. Las curvas son líneas de tendencia, una lineal y otra polinómica de 2º grado. Los resultados, con un nivel de confianza del 99%, nos muestran como indica R2 que la relación entre las dos variables explica el 56% (para la lineal) y el 63% (para la polinómica) de la variabilidad. Esto demuestra que existe una relación moderadamente fuerte entre las dos variables. El coeficiente de relación es de 0,749 (para la lineal) y 0,80 (para la polinómica)



Gráfica 3. Hay una evidencia estadística del 90%, que indica que la relación entre las dos variables explica el 20,5% de la variabilidad. Esto indica como a pesar de existir una relación significativa es una relación ligera entre las dos variables. En este caso R(lineal)=0,45 R(polinómica)=0,47

valores intrínsecos más altos, por lo significativo de su morfología (rimayas, grietas transversales, pequeños seracs,...) en lo referente a la explicación de fenómenos de dinámica glaciar, además de por el carácter menos vulnerable del uso que se haga de los mismos. Sobre todo, sería interesante dar a conocer los glaciares con alto valor intrínseco y bajo valor de potencialidad de uso ya que son éstos los que, con mayor seguridad, pueden *acoger un mayor tránsito de montañeros* sin ver modificada su dinámica natural.

hielo, consideramos conveniente la adopción de las medidas de gestión expuestas anteriormente. Además, la propia regulación normativa del Plan de Protección de los Monumentos Naturales deja abierta la posibilidad de «limitar el número de visitantes que se hallen simultáneamente en cada uno de los Monumentos y sus zonas periféricas de protección en función de la capacidad de acogida de las diferentes áreas», tarea responsabilidad del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, a propuesta del Consejo de Protección de los glaciares.

No obstante, la presentación de estas propuestas en lo relativo a la gestión de los Monumentos Naturales es expuesta desde la mayor de las prudencias, siendo conscientes de las *limitaciones* de nuestro estudio, pero también teniendo en cuenta la *urgencia* necesaria en la protección de estas joyas de nuestro patrimonio natural. Las limitaciones del estudio se derivan, tanto de las carencias existentes en la comunidad científica del conocimiento de los glaciares en ciertos aspectos (como pueden ser los de tipo ecológico; estudio de fauna y flora glaciar, importancia funcional de los glaciares en el ecosistema,...), como a la propia naturaleza valorativa del estudio, que lleva implícita cierta subjetividad en lo referente a la elección de variables, de los rangos de las mismas o de su ponderación. Por ello proponemos la realización de un estudio detallado y encaminado a la determinación de las causas de la pérdida de hielo glaciar en el Pirineo aragonés, para lo cual pensamos que será necesario el conocimiento de la dinámica del hielo del glaciar, del microclima en el entorno del glaciar (temperaturas, precipitaciones, vientos dominantes, horas de insolación,...) y de las diferentes actividades que se realizan en el glaciar (número de montañeros que transitan por los glaciares, distribución temporal de los mismos a lo largo del año, recorridos principales en el interior de los glaciares,...), así como de otros aspectos que se considere que puedan afectar a la evolución de las masas glaciares altoaragonesas.

Sin embargo, mientras no se pueda descartar la relación entre el tránsito de personas por el glaciar y la pérdida de masa de



Vista frontal del glaciar de la Maladeta
(Fotografía: Daniel Orte Menchero)

El *Plan de Protección* de los Monumentos Naturales aboga por una gestión que integre intereses de diversa índole: científicos, educativos, ganaderos, turísticos, etc., bajo el común denominador de la protección de los glaciares y de su entorno. El Plan prevé la coordinación con otras figuras de protección presentes en el mismo territorio que los Monumentos Naturales, como son el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y el Parque de Posets-Maladeta. Sin embargo, no menciona la necesidad de coordinación con otras figuras de protección francesas, ni deja entrever la posibilidad de creación de una figura de protección de los glaciares pirenaicos de carácter transfronterizo, la cual posibilitaría un ahorro de esfuerzos en la gestión. Así, se conseguiría una *mayor eficiencia*, desde una perspectiva de *colaboración en la gestión* de un territorio frágil y de una riqueza natu-



Vista general de los glaciares septentrionales del macizo de la Maladeta

ral que es patrimonio de todos los pueblos pirenaicos y que debe serlo para las futuras generaciones de habitantes del Pirineo, con independencia de su nacionalidad.

Agradecimientos

Este documento es un resumen del trabajo desarrollado en la asignatura de Gestión y Conservación de Espacios Protegidos, de cuarto curso de la Licenciatura de Ciencias Ambientales de la Universidad de Alcalá de Henares. Queremos expresar nuestro agradecimiento a:

- Inocencia Altuna, por la ayuda e información proporcionada
- Juan Herrero. Profesor del Área de Ecología de la Universidad de Alcalá de Henares, por el apoyo que siempre nos ha ofrecido. •

BIBLIOGRAFÍA

Las huellas glaciares de las montañas españolas. Edición a cargo de Antonio Gómez Ortiz y Augusto Pérez Alberti. 1998. Universidad de Santiago de Compostela.

Ley 21, del 28 de Marzo 1990, Num. 2/90. Espacios Naturales Protegidos. Declara Monumentos Naturales a los glaciares pirenaicos. Boletín Oficial de Aragón.

Los glaciares actuales del Pirineo español, en *La nieve en el Pirineo español*. Madrid, MOPU, 1998, pp. 29-98.

Luis Alaejos. *Cien cumbres de la montaña ibérica*. Editorial Pyrenaica.

E. Perero Van Hove y D. Zurdo Pérez. *Lugares de Interés Geológico: Metodología y aplicación práctica en el caso de los glaciares*.