

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- AGRICULTURA Y COOPERACION, 28, 1985, p.40.
- CUENCA, C.L., de, "La ganadería en el desarrollo económico español", *Información Comercial Española*, 340, 1961, pp.65-77.
- NAREDO, J.M., "Reflexiones con vistas a una mejora de las estadísticas agrarias", *Agricultura y Sociedad*, 29, 1983, pp.239-254.
- SANCHEZ VELLISCO, C., "Las explotaciones porcinas y la ordenación del territorio", *Coloquio Hispano-Francés sobre Espacios Rurales*, Tomo II, Madrid, 1983, pp.527-536.

EL ESTADO DE LOS GLACIARES ESPAÑOLES EN 1991

I. LA EVOLUCION GLACIAR DEL PIRINEO CENTRAL ESPAÑOL

El modelado glaciar del Pirineo central español tuvo en el Pleistoceno algunas de sus áreas de mayor entidad y de sus más complejas formas en los valles en cuyas cabeceras aún se localizan pequeños glaciares. Estos valles con varios aparatos activos junto a sus cumbres pertenecen, de Oeste a Este, a las cuencas del Gállego, Cinca, Ésera-Garona y Noguera Ribagorzana. Los frentes de la glaciación pleistocena se colocan con frecuencia a la salida de los valles de la cordillera con altitudes que pueden alcanzar los 800 m y tras recorridos que, en algunos casos, superan los 35 km. Las dataciones obtenidas en ambas vertientes pirenaicas indican que esta fase sería atribuible a la que viene siendo denominada tradicionalmente como Würm, con un máximo claro hacia 50.000 B.P.

En uno de los valles representativos, el del río Aragón, esta glaciación presenta diversos arcos frontales próximos entre sí, que indican muy claros episodios internos en su máxima extensión observable. En otros casos, como en el Gállego, se manifiestan también, aunque de un modo más difuso, restos de morrenas que, por su carácter y localización, podrían atribuirse a una fase anterior, aún poco definida. En el valle de Benasque (MARTINEZ DE PISON, 1989) son identificables tres cordones morrénicos laterales yuxtapuestos de una misma glaciación del *Pleistoceno reciente*, que, en su tramo medio, indican un espesor de la lengua de 500 m y una anchura de unos 3 km. Desde los circos más elevados (2.900 m/a) hasta su frente (900 m) este aparato poseía una longitud de 36 km. En consecuencia se definen tres etapas de un amplio glaciar compuesto, que denominamos sucesivamente: «máximo pleniglaciár». «intermedia estable» y «fase interna».

La *deglaciación finiwürmiense* del alto Ésera abandonó nuevas morrenas en el interior del macizo, episodio de retroceso en el que las lenguas se

acantonaron en los valles más elevados, en una clara disociación glaciar (¿22.000 B.P.?). Localizados en cabeceras de cierta altitud, también existen glaciares rocosos fósiles, posteriores a la última fase de retroceso que vienen siendo datados en el Dryas (12.000/11.000 B.P.). Del *tardiglaciár* son igualmente, no obstante, algunos arcos morrénicos limpios del macizo del Aneto.

Finalmente, en los macizos del Aneto, del Perdiguero y del Posets, así como en otros puntos elevados de los cordales septentrionales del valle de Benasque, quedan huellas de dos fases en las morrenas de época histórica de la *Pequeña Edad del Hielo* (siglos XVII-XIX). Algunos de los aparatos que las generaron han desaparecido, otros se encuentran en vías de extinción y hoy sólo subsisten pequeñas manchas de hielo que todavía pueden considerarse activas.

En general, en la vertiente española del alto Pirineo, aparte de poder observarse también dos fases en las morrenas de este episodio, las descripciones de los pireneístas muestran los glaciares pirenaicos, a fines del siglo XVIII y comienzos del XIX, en lo que podríamos considerar su máximo histórico. Al terminar el XIX, sin embargo, es ya evidente un retroceso notable, que prosigue hasta 1957 (con un posible pero limitado reavance hacia 1912), y que luego se atenúa, para volver a incrementarse en el último decenio (MARTINEZ DE PISON y ARENILLAS, 1988).

La primera medición de los glaciares de la vertiente española del Pirineo es la realizada por Schrader (SCHRADER, 1894) en la segunda mitad del siglo XIX (1880-1894). Otorga, para la vertiente española, una superficie global ocupada por glaciares de 1.779 Ha y un volumen total de hielo de 889 Hm³, al suponer un espesor medio para el conjunto de 50 m. Entre 1900 y 1909 Gaurier (GAURIER, 1921) efectúa nuevas mediciones y anota que algunas de las evaluaciones de Schrader pueden resultar excesivas, lo que parece razonable. Cien años después de las valoraciones de Schrader,



Fig. 1. Macizos con glaciares y heleros activos en el Pirineo español.

los glaciares y heleros del Pirineo español ocupan una superficie de unas 630 Ha, con un volumen total de hielo del orden de los 100 Hm³, cifras que, diez años después (julio de 1991), se habían reducido a 568 Ha y 91 Hm³ respectivamente, como consecuencia de un proceso de degradación muy importante y acelerado que se acusa especialmente en los aparatos menores, cuya situación resulta crítica.

II. LA SITUACION ACTUAL DE LOS GLACIARES

Aunque nuestras primeras observaciones personales de los glaciares pirenaicos se remontan a los años cincuenta, iniciamos su estudio morfológico a inicios de los setenta y su reconocimiento sistemático entre 1978 y 1982. Se efectuó éste mediante un trabajo en equipo del INEGLA, subvencionado por la Dirección General de Obras Hidráulicas, y sus principales resultados fueron publicados en 1988 (MARTINEZ DE PISON y ARENILLAS, 1988). Continuamos a lo largo de los años ochenta las observaciones, que mostraban una evolución claramente negativa, especialmente en los aparatos menores. Como consecuencia de estos registros se hizo conveniente realizar un nuevo inventario glaciar en 1991, lo que pudo efectuarse dentro del programa ERHIN (PEDRERO, 1988), que estudia la evaluación de los recursos hídricos derivados del manto nival pirenaico.

Se han obtenido, de este modo, nuevos datos que permiten establecer el estado actual de los glaciares españoles y las tendencias de su evolución reciente. A partir de estos datos se han confeccionado también las fichas del glaciarismo español para

la próxima edición del *World Glacier Inventory* (WORLD GLACIER MONITORING SERVICE, 1989), dependiente del «World Glacier Monitoring Service» (Zurich), y se ha presentado una comunicación en el VI *Convegno* del Comitato Glaciologico Italiano (ARENILLAS, CANTARINO, MARTINEZ, MARTINEZ DE PISON y PEDRERO, 1991). También se ha iniciado este año el seguimiento detallado de un aparato significativo, el glaciar de la Maladeta, con la instrumentación adecuada.

Según los macizos establecidos en nuestros anteriores trabajos, podemos sintetizar los resultados de las observaciones del siguiente modo:

1.- **Macizo del Balaitus:** A/. El glaciar de las *Frondeillas* ha evolucionado hacia una forma laminar, con pérdida de superficie y retroceso frontal, pasando a constituir un helero*, mientras el residuo de hielo ubicado en el sector meridional del circo puede darse por casi desaparecido. B/. El glaciar de la *Brecha Latour* presenta pérdida de espesor, con forma cóncava en su parte inferior, afloramiento de rocas del lecho y retroceso frontal. C/. En el helero SE se ha acentuado la forma cóncava, con aparición de rocas del lecho y retroceso frontal.

2.- **Macizo del Infierno:** A/. El glaciar oriental presenta menos espesor y aparición de rocas del lecho. B/. El glaciar occidental-central ha experimentado reducción de volumen, con forma más biselada. C/. En el helero más occidental se observa disminución de espesor y de superficie. D/. También el helero de *Punta Zarra* ha perdido volumen, con paso a forma cóncava y presenta retroceso frontal. E/. El glaciar rocoso de *Las Argualas* no permite observar cambios apreciables respecto a 1980.

* Denominamos *heleros* a las masas de hielo permanente a lo largo del año, de dimensión menor y carentes de la dinámica propiamente glaciar, ya sean núcleos originales o residuales derivados de la regresión de aparatos glaciares. Los diferen-

ciamos también de los llamados *neveros* y *ventisqueros*, por estar aquéllos constituidos por hielo y por su mencionado carácter permanente. Sin embargo, no hemos computado los restos de heleros de dimensiones excesivamente reducidas.

3.- **Macizo del Viñenal:** A/. El *glaciar del Clot de la Hount* ha perdido superficie y volumen, con retroceso frontal, tomando forma cóncava y laminar, por lo que pasa a ser clasificado como helero. B/. El *glaciar de Tapou* ha tomado morfología laminar, con aparición de rocas del lecho, y ha retrocedido frontalmente, pasando a constituir un helero. C/. El *glaciar de Monferrat* igualmente ha pasado a ser helero.

4.- **Macizo del Taillon:** El *glaciar del Taillon* es hoy una lámina residual cóncava, con afloramientos del lecho, pérdida de superficie y muy deficiente alimentación, por lo que pasa a ser un helero en vías de extinción.

5.- **Macizo de Monte Perdido:** A/. El *glaciar de Marboré-Cilindro* se encuentra más biselado y con retrocesos frontales. B/. El *glaciar superior de Monte Perdido* mantiene su aspecto, pero su frente está claramente más biselado. C/. El *glaciar inferior de Monte Perdido* ha experimentado pérdida de espesor, con su frente más biselado y retrocedido. D/. El *glaciar del Soum de Ramond* (SW) ha retrocedido notablemente, con pérdida clara de volumen, anichándose en sus peldaños altos, por lo que pasa a ser clasificado como helero. E/. El *helero NE del Soum de Ramond* posee forma laminar, con pérdida de superficie y, progresivamente, de enti-

dad. F/. El residuo del *helero Sur del Cilindro*, aún constatables sus restos en 1980, ha desaparecido.

6.- **Macizo de La Munia:** A/. El *glaciar de Robiñera* ha perdido volumen y retrocedido su frente. Por su carácter menor en 1980, esta disminución le convierte en helero.

7.- **Macizo del Posets:** A/. El *glaciar de Llardana* ha retrocedido frontalmente y perdido volumen en su sector inferior, con intensificación de procesos de recubrimiento por derrubios. B/. El *glaciar de La Pau* presenta un aspecto relativamente similar al del año 1980, con retroceso frontal atenuado. C/. El *glaciar de Posets*, en cambio, ha sufrido una notable regresión, con pérdida de superficie, retroceso frontal marcado (parte inferior desaparecida), parte alta laminar y forma general cóncava. Aunque aún conserva su entidad, se aproxima a la forma de helero. D/. El *glaciar rocoso de los Gemelos*, en contraste, no presenta variaciones apreciables en la última década.

8.- **Macizo del Perdiguero:** A/. El *glaciar de Literola* ha retrocedido frontalmente, con aparición interna de sectores del lecho rocoso y paso a forma cóncava. B/. El *helero de Remuñe*, de carácter laminar, no localizado en las anteriores supervisiones incrementa el número de aparatos existentes, calculándosele 9 Ha y 0,45 Hm³.

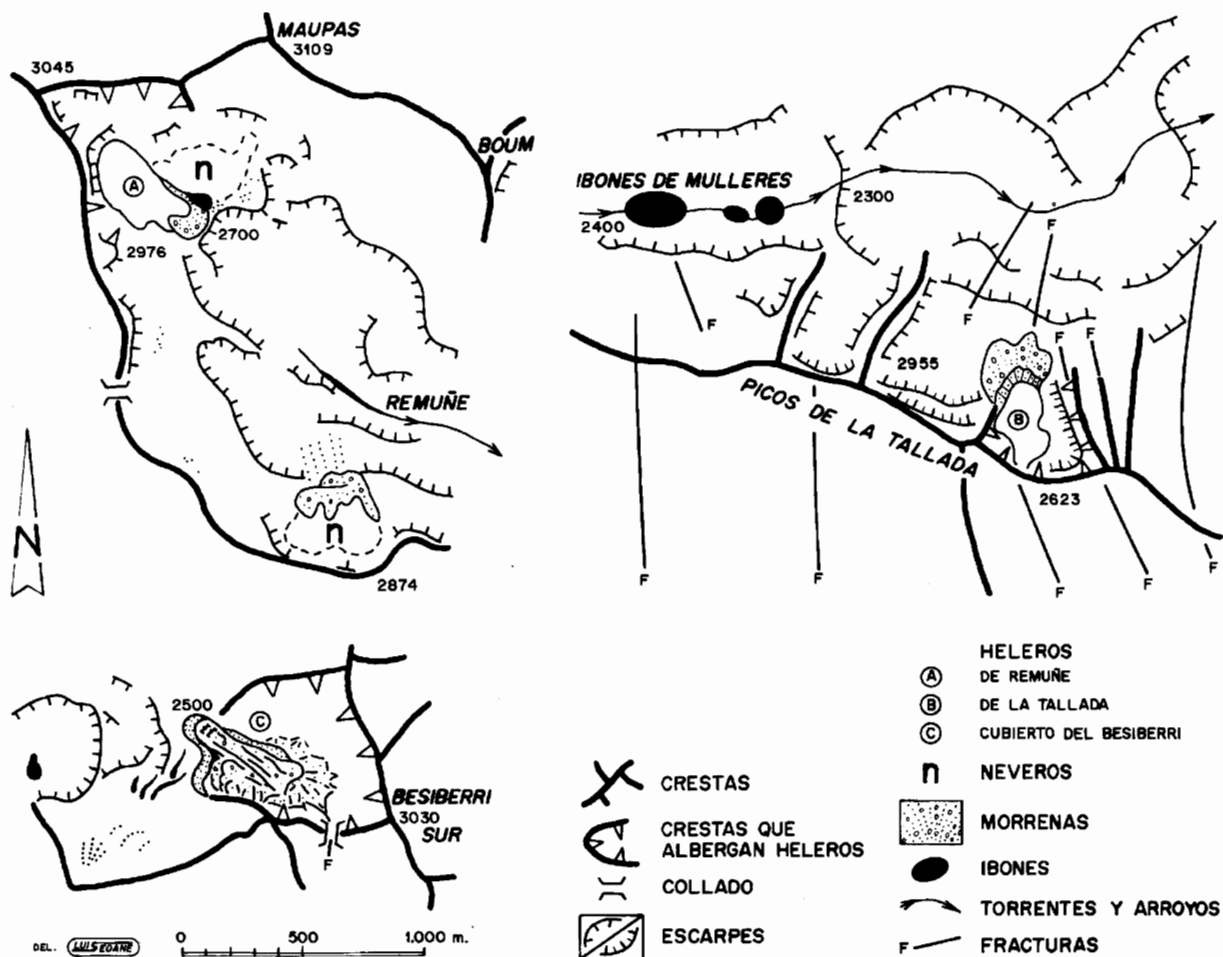


Fig. 2. Heleros inventariados en la campaña de 1991, no incluidos en listas anteriores.

CUADRO I

GLACIARES POR ORDEN DE SUPERFICIE EN 1894 (SCHRADER)

1.- ANETO	692 Ha
2.- PERDIDO	556 Ha
3.- POSETS	216 Ha
4.- PERDIGUERO	92 Ha
5.- INFIERNO	88 Ha
6.- BALAITUS	55 Ha
7.- VIÑEMAL	40 Ha
8.- MUNIA	40 Ha
9.- TAILLON	15 Ha (?)
10.- BESIBERRI	12 Ha (?)

9.- **Macizo del Aneto:** A/. El *glaciar de Alba* ha perdido volumen y retrocedido; su sector alto es laminar y escarpado, con recubrimientos locales por derrubios recientes. B/. El *glaciar de la Maladeta*, de mayor entidad, presenta una morfología mejor conservada y una superficie similar a 1980, aunque su frente está más biselado. C/. El *glaciar del Aneto*, de modo parecido, mantiene su forma general, pero con perfiles en rampa de sus lóbulos frontales y con retrocesos locales. D/. El *glaciar de Barrancs* ha tomado aspecto más laminar, pero mantiene sus características. E/. El *glaciar de Tempestades* ha sufrido en todo su perfil un acusado biselado, desapareciendo los escalones de seracs que lo caracterizaban. También ha cambiado el frente de hielo y presenta pérdida de extensión. F/. El *glaciar de Salencas* conserva un lentejón de hielo en el circo occidental, pero en el sector oriental sólo quedan restos de un helero en vías de desaparición. G/. Los *glaciares de Cregüeña* también son diferentes; el del sector Norte es sólo una forma laminar residual, en su parte alta, con clara pérdida de superficie; el del sector Sur ha disminuido su extensión, pero no presenta tan marcada evolución negativa. Ambos son actualmente heleros. H/. El *glaciar de Coronas* está más biselado, con pérdida de superficie en su margen izquierda y su sector superior, con afloramientos del lecho. I/. El *glaciar de Llosás* ha disminuido apreciablemente de dimensión, con pérdidas graves del sector superior y diversas apariciones internas y bajas del lecho, reduciéndose a la calificación de helero. J/. El *helero de la Tallada*, no incluido en anteriores inventarios, está ubicado algo más lejos, en la umbría de la arista que separa los valles de Mulleres y Salenques, bajo picos de altitudes próximas a los tres mil metros. Es un núcleo de acumulación bien alimentado, tras un collado y una canal labrados a favor de una marcada fractura transversal. Posee estratificación del hielo y una morrena muy definida. Se le calcula 10 Ha y 0,50 Hm³.

10.- **Macizo del Besiberri:** A/. El *helero cubierto del Besiberri*, situado en el circo NW del pico Sur, está constituido por un núcleo de hielo residual, cubierto por bloques graníticos, en la parte su-

perior de un glaciar rocoso actualmente inactivo, pero con formas muy bien conservadas que, parcialmente, pudieron tener dinámica hasta fechas recientes. Tampoco estaba incluido en los inventarios precedentes. Se le otorgan 6 Ha y 0,42 Hm³.

En suma, salvo los glaciares rocosos anteriormente reconocidos —por su recubrimiento— y los aparatos mayores —cuya masa y superficie permiten una mejor resistencia—, los demás han experimentado pérdidas, retrocesos, biselados, cambios de forma. Como consecuencia, podemos establecer la siguiente clasificación morfológica:

A.- **Aparatos anichados cóncavos con afloramientos internos del lecho:** Forman este grupo 16 aparatos (8 glaciares y 8 heleros). Los glaciares son los de Brecha Latour, Infierno oriental, Llardana, Posets, Literola, Salenques, Alba y Coronas. Los heleros son los del SE del Balaitus, Frondellas, Punta Zarra, Clot de la Hount, Tapou, Soum de Ramond y Robiñera. Son los más frecuentes, efecto del repliegue del hielo a los fondos de circo.

B.- **Aparatos laminares:** Son, en total, 10 aparatos (2 glaciares y 8 heleros). Podemos subdividirlos en: B-1.- *Aparatos en láminas estrechas bajo paredes* (1 glaciar: Cilindro-Marboré. 1 helero: Cregüeña Sur). B-2.- *Aparatos en láminas alargadas* (1 glaciar: Infierno occidental). B-3.- *Aparatos en láminas residuales* (7 heleros: Infierno occidental W, Monferrat, Llosás, Cregüeña Norte, NE del Soum de Ramond, Remuñe y la Tallada). También frecuentes, son rampas residuales de aparatos que fueron convexos.

C.- **Aparatos colgados con forma lenticular:** 4 glaciares (Perdido superior, Perdido inferior, La Paül y Tempestades). En los dos primeros, como efecto de la morfoestructura, pero no en los otros.

D.- **Aparatos con lengua incipiente:** 3 glaciares (Aneto, Maladeta y Barrancs, es decir con importante efecto de la altitud).

E.- **Aparatos rocosos:** 2 glaciares (Argualas y los Gemelos, con efecto de la litología del circo).

F.- **Heleros cubiertos:** 1 aparato (Besiberri, elemento residual de un glaciar rocoso en proceso de extinción, dependiente de factores climáticos y de la morfotectónica del circo).

Ordenando por superficies el inventario de Schrader de 1894, según sus cifras, y por estimación de la posible extensión en los casos no computados del Taillon y del Besiberri, que también incluimos en la lista, para homologarla con la actual, tenemos el Cuadro I.

Lógicamente, habría que considerar, además, ciertos aparatos no computados en este inventario de Schrader, algunos incluso posiblemente desaparecidos, otros indefinidos o desconocidos por este autor y que han permanecido; otros, en fin, que se

CUADRO II

SUPERFICIE DE LOS GLACIARES EN 1980 Y 1991
(INEGLA Y ERHIN) ordenados según Ha en 1991

MACIZO	1980	1991	PERDIDA	
			Ha	%
1. Aneto	324	302	22	6,8
2. Perdido	107	90	17	15,8
3. Infierno	62	60	2	3,2
4. Posets	66	48	18	27,3
5. Viñemal	20	18	2	10,0
6. Perdiguero	18	17	1	5,5
7. Balaitus	18	15	3	16,6
8. Munia	12	10	2	16,6
9. Besiberri	6	6	0	0,0
10. Taillon	10	2	8	80,0
TOTAL	632	568	64	10,1

han desagregado con el tiempo en individuos menores. Entre las desagregaciones podemos citar, como ejemplo, las del Perdido, la del Infierno occidental, la parcial de la Maladeta. En cualquier caso, esta lista parece revelar un factor principal en el desarrollo glaciar: la altitud. Inmediatamente, la exposición, sin que la situación respecto a la influencia oceánica occidental parezca especialmente trascendente, en este aspecto, entre el Gállego y el Noguera Ribagorzana.

El contraste del cuadro de 1894 con la situación de 1980 y de 1990, pese a la posible conveniencia de rebajar algo las cifras de Schrader, se muestra con vigor (véase Cuadro II)

Como se ve, la pérdida es generalizada. Aparece cuantiosa absolutamente en el mayor macizo, pero no relativamente. En cambio sí lo es en el Perdido y especialmente en el Posets, donde la disminución llega a ser llamativa. En el Taillon el declive es intenso y rápido y, al contrario, en los aparatos protegidos de la insolación, cubiertos o rocosos, es insignificante. La posición del Infierno, por delante del Posets, y su escasa pérdida son significativas también por su emplazamiento de umbría y su situación occidental. En suma, parece como si la altitud, que sigue siendo un factor fundamental, estuviera, sin embargo, afectada por el factor insolación, que desfavorece al Taillon, a las solanas del Perdido y del Aneto y al Balaitus, y por la influencia oceánica, que potencia relativamente al Infierno mientras entra en recesión marcada el más oriental Posets.

Según los datos termométricos aportados por J. Creus (CREUS, 1983) para el período 1973-1976, en el Formigal (1.600 m. de altitud, próximo al Balaitus e Infierno), la máxima absoluta fue de 28,5°, que es una cifra alta, en Julio, la mínima de -16°, en Diciembre y las medias de 1° en Enero y de 15,8° en Agosto, con un número de 57 días de media de los totales anuales con temperatura máxima entre los 20°/30°, lo que es indicativo de las condiciones que,

algo más arriba, debieron soportar los glaciares que estudiamos. En este mismo punto los días de nieve fueron sólo 25 y los despejados 191 (media de los totales anuales). En Panticosa, también próxima a los mismos macizos, a 1.638 m. de altitud, la máxima absoluta fue en ese período de 29° en Agosto y la mínima de -15° en Diciembre. Las medias fueron de 1,9° en Enero y de 14,8° en Julio. La media de los totales anuales de número de días con nieve fue de 63, la de los despejados de 170 y 40 la de los que alcanzaron máximas de 20°/30°. Estos datos bastan para comprender las desfavorables condiciones climáticas por las que pasan los glaciares pirenaicos. Hay pocos registros en altitud superior a los 2.000 m., que serían más representativos; así, los relativos al Estany Gento, en el área oriental (2.335 m.), son significativos, especialmente la evolución de los valores medios de temperaturas medias por quinquenios, que muestran un constante ascenso desde 1941 hasta 1981-84, con débiles inflexiones, que acaso han podido traducirse en episodios de diferente intensidad de retroceso dentro de la recesión general. Las temperaturas medias estivales llegan a superar en el 76/80 los 12°, lo que es realmente expresivo.

Por lo que se refiere a la posible relación entre la innivación y las fluctuaciones de los glaciares actuales del Pirineo Español, los resultados alcanzados en el Programa ERHIN (ARENILLAS PARRA y MARTINEZ COSTA, 1988) permiten la identificación de ámbitos apropiados para el desarrollo actual de aparatos glaciares y el seguimiento de la evolución glaciar en los últimos años.

En los datos obtenidos sobresalen las cuencas del Gállego y del Cinca, con características claras de alta montaña y fuerte retención nival. Resulta, pues, lógico que sea precisamente aquí donde se localizan los aparatos glaciares actuales.

Los perfiles de innivación calculados en la medición de primavera en cada una de las cuencas de este sector del Pirineo, que corresponden a los valores medios del período 1988-91 en el mes de abril, indican también gradientes similares entre sí e importantes en las cuencas del Gállego, Cinca y Garo-

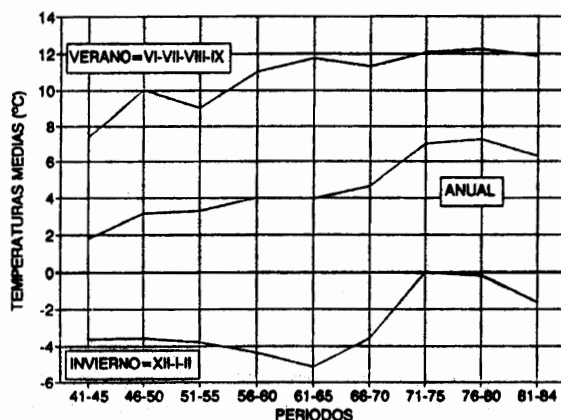


Fig. 3. Estany Gento (2.335 m.). Valores medios por quinquenios, 1941-1984.



Fig. 4. Frente del glaciar inferior de Monte Perdido en 1973 (mes de agosto).



Fig. 5. Frente del glaciar inferior de Monte Perdido en 1991 (mes de julio).

na, que avalan las condiciones de gran retención nival antes citadas.

De estos análisis puede concluirse que es únicamente en las cuencas del Gállego y del Cinca donde se dan al mismo tiempo las condiciones de precipitación invernal y de altitud que permiten la existencia actual de glaciares. En el resto, ya sea la falta de precipitación suficiente (Nogueras, Segre), ya sea la menor altitud en las cumbres (Aragón, Garona), o bien ambas (Ter), imposibilitan la presencia de dinámica glaciar actual.

En cuanto al seguimiento de la evolución glaciar reciente es interesante la variación de precipitaciones invernales en el último quinquenio y para el conjunto de cuencas con mayores glaciares actuales. Se han analizado los valores correspondientes a las mediciones de enero, marzo y abril de cada año, teniendo en cuenta que el mes de abril supone el valor máximo de acumulación nival inmediatamente anterior al período de principal fusión. Destaca el año 1988 como máximo en este período y los tres últimos años como altamente deficitarios, especialmente 1989 y 1990, donde ni siquiera en marzo se disponía de un manto apreciable de nieve.

Todo lo dicho se pone nuevamente de manifiesto en los datos de los principales macizos, con la evolución cronológica de observaciones en abril para las balizas de control más significativas, con indicación de la altitud de cada una de ellas. En consecuencia, los deficientes factores alimentador y



Fig. 6. Glaciar de Llosás en 1980 (mes de agosto).

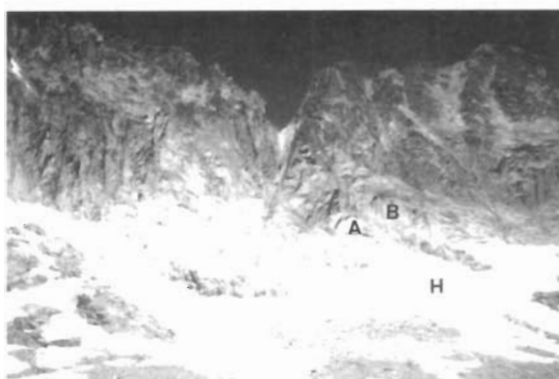


Fig. 7. Helero de Llosás en 1991. El punto A, situado en el borde superior del glaciar diez años antes, se encuentra actualmente distanciado del hielo (mes de julio).

protector de la nieve parecen tener un claro reflejo en la evidente pérdida de masa glaciar en los últimos años.

CUADRO III

REPARTO DE LOS GLACIARES ACTUALES, POR MACIZOS

MACIZOS	GLACIARES	HELEROS	Total de aparatos
I. Alto Gállego			
1. Balaitus	1	2	3
2. Infierno	3	2	5
Suma	4	4	8
II. Alto Ara y Alto Cinca			
3. Viñemal	—	3	3
4. Taillon	—	1	1
5. M. Perdido ..	3	2	5
6. Munia	—	1	1
Suma	3	7	10
III. Valle de Benasque			
7. Posets	4	—	4
8. Perdiguero ...	1	1	2
9. Aneto	7	4	11
Suma	12	5	17
IV. Alto Noguera Ribargozana			
10. Besiberri	—	1	1
TOTAL	19	17	36

En cualquier caso, si las temperaturas en altitud han aumentado desde 1940 a 1980, el efecto positivo del gradiente térmico para el balance glaciar puede haberse atenuado en relación con el de las precipitaciones. Si éstas poseen mayor entidad en las nevadas de alta montaña en las áreas de mayor influencia atlántica, ello podría contribuir a explicar, junto con la influencia de la exposición a umbría, el carácter ya indicado de mayor mantenimiento del Infierno respecto a otros elevados macizos. Como consecuencia de todo lo anterior, si en 1980 había 29 glaciares, en 1991 se hallaban reducidos a 19, mientras los heleros pasaban de 7 a 17 entre dichos años, con un total de 36 aparatos en ambos casos.

Es decir, las pérdidas entre 1980 y 1991 significan que 10 glaciares de la primera fecha han pasado a convertirse en heleros en la segunda, estando algunos, como hemos visto, en vías de desaparición. El volumen global de hielo ha pasado de 100 Hm³ a 91 Hm³ en diez años, aproximadamen-

te. De los glaciares descritos, finalmente, sólo uno sobrepasa las 100 Ha de superficie, y únicamente cinco superan las 25 Ha. Los glaciares que deslumbraron a Ramond en 1787, que hicieron hablar a Russell en 1877 de «esplendores árticos», aceleran su decadencia en los últimos años llevando a alguno de ellos a sus límites de perduración; sin duda, este proceso atestigua cambios climáticos más generales cuyos efectos son también amplios y diversos.

En suma, contamos en 1991 en España con 36 aparatos activos, de los cuales 17 son glaciares limpios; dos glaciares rocosos; 16, heleros limpios, y un helero cubierto. Su reparto por macizos queda expresado sintéticamente en el Cuadro III.—
EDUARDO MARTINEZ DE PISON (Dept. de Geografía, Univ. Autónoma de Madrid), MIGUEL ARENILLAS PARRA (E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Univ. Politécnica de Madrid) y RAMIRO MARTINEZ COSTA (E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Univ. Politécnica de Valencia).

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- AGUDO, C., SERRANO, E. y MARTINEZ DE PISON, E.: «El glaciar rocoso activo de Los Gemelos en el macizo del Posets (Pirineo Aragonés)». *Cuaternario y Geomorfología*, 3, 1989, pp. 83-91.
- ARENILLAS PARRA, M. y MARTINEZ COSTA, R.: «El método hidrológico-estadístico», en *La nieve en el Pirineo español*, Madrid, MOPU, 1988, pp. 99-126.
- ARENILLA, M., CANTARINO, I., MARTINEZ, R., MARTINEZ DE PISON, E. y PEDRERO, A.: «I ghiacciai dei Pirenei spagnoli». *Actas del VI^a Convegno Glaciologico Italiano*, Comitato glaciologico Italiano, Gressoney-La-Trinité, sept. 1991. (En prensa.)
- CREUS, J.: *El clima del Alto Aragón occidental*, Jaca, Inst. Est. Pirenaicos, 1983, 258 págs.
- GAURIER, L.: *Études glaciaires dans les Pyrénées françaises et espagnoles de 1900 a 1909*. Pau, Garet-Haristoy, 1921, XVI + 363 págs.
- MARTINEZ DE PISON, E.: «Morfología glaciar del Valle de Benasque (Pirineo Aragonés)», *Ería*, 18, 1989, pp. 51-64.
- MARTINEZ DE PISON, E. y ARENILLAS, M.: «Los glaciares actuales del Pirineo español», en *La nieve en el Pirineo español*, Madrid, MOPU, 1988, pp. 29-98.
- NICOLAS, P.: «Morfología del circo de Tucarroya», *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 1981, pp. 51-80.
- PEDRERO, A.: «El Programa ERHIN», en *La nieve en el Pirineo español*. Madrid, MOPU, 1988, pp. 9-28.
- SCHRADER, F.: «Sur l'étendue des glaciers des Pyrénées» (1894). En *Pyrénées*, Toulouse, Privat, 1936, t^o 2, pp. 201-221.
- SERRANO, E. y RUBIO, V.: «El glaciar rocoso activo de Las Argualas (Pirineo Aragonés)», *Ería*, 19, 1989, pp. 195-198.
- *WORLD GLACIER MONITORING SERVICE: World Glacier Inventory. Status 1988*. Zurich, IAHS, 1989, 447 págs.