

bre los Alpes, de los viejos libros que todavía leo cuando quiero enterarme de algo—. La misma imposibilidad científica de construir el paisaje global —físico y humano, es decir, el real— obliga a la reducción precaria al natural, cuando es factible una construcción cualitativa y cultural, lo que lleva a una desatención injustificable, por meros prejuicios científicos. Prejuicios de algo que pretende llamarse ciencia y que en ocasiones es dudoso que lo sea, que trascienda la mera contabilidad o la mera sequedad de exposición.

La conexión con el significado del paisaje, dice Ortega, no es sólo material, ecológica; es también un «saber mirar», una imagen cultural. Es más, en Humboldt y Ritter «las relaciones entre lo humano y lo natural se ven geográficamente» en la «simultánea presencia de lo universal y lo particular... lo geográfico es articulación unitaria de unidades articuladas. Lo general y lo regional... se perciben como manifestaciones relacionadas y complementarias del Todo». El sentido de la armonía entre el hombre y el planeta está también explícito en Reclus: «dialogar con la naturaleza y el paisaje —añade Ortega— permite entender la unidad del Todo», hace posible «sentirse libre en la naturaleza», mediante el «contacto directo» con el paisaje. Hay, pues, en ello una actitud moral que hace del conocimiento geográfico «una amplia empresa cultural —no sólo escuetamente 'científica'— con sobresalientes cualidades educativas». Pero ello quiere decir también que «el conocimiento geográfico no es lectura impersonal, es diálogo personal». Pienso, en cambio en cuántas páginas intercambiables, impersonales, se han escrito en Geografía: acumulaciones de materiales, informaciones despegadas del autor, sin diálogo ni compenetración con el paisaje, sin evocación. Se ha dicho que la Geografía es más difícil de lo que se suele aceptar; Ortega nos hace ver que ésta es una de las razones.

El diálogo se ha establecido en el ámbito de la región, donde encuentra «la Geografía moderna un marco particularmente propicio para ejercitar la voluntad de unidad, el saber ver integrador», porque «la región condensa un modo de unidad analógica que concierne al universo entero». De nuevo vuelvo al recuerdo de la analogía que hace de bis-

grá largamente en nuestra tradición cultural, entre microcosmos y macrocosmos («al hombre llaman el pequeño mundo», escribía Lope). Y así dice el *Geógrafo*: «al cielo y la tierra y los dioses y los hombres los mantienen bien ligados la amistad y el principio del orden y la medida y la justicia, y, por ello, llaman al universo orden de las cosas...». En Olimpiodoro las entrañas del hombre eran los ríos, fuentes y mares del macrocosmos; para Kircher el Geocosmos es como un cuerpo con variedad de miembros.

La Geografía, escribía Sorre, es «una mirada sobre el mundo» una imagen «inteligible» que, para poder serlo, «precisa inteligencia y sensibilidad» en una concepción, como insiste Ortega, *integradora*. Una «sensibilidad —escribe— menos observante y más observadora, menos complacida y más irónica, menos crédula y más interrogativa... una vuelta al hombre», al «cultivo de las aptitudes intelectuales, éticas y estéticas», alrededor de un núcleo, de un eje orientador. La Geografía debe participar en la cultura porque es una modalidad de ella, más allá de la frontera restrictiva de lo científico, más allá de la mera capacitación del peritaje, más cerca, incluso, del artista. Cerca, por ello, de la experiencia que entraña el descubrimiento, el conocimiento personal y profundo, la vivencia incluso, la comprensión, que supera la mera información, el aprendizaje de un conocimiento formal, externo, codificado, organizado por otros. «La Geografía es una representación cultural del mundo»; en ella, el geógrafo puede estar especializado, pero no debe ser un estricto especialista.

El mismo núcleo del conocimiento geográfico, el *paisaje*, parece pedirlo así, reclamar una «voluntad de unidad». Para Nicolás Ortega la idea del paisaje «señala el lugar del *sentido*»: «debe ser observado, descrito y explicado; también debe ser mirado, captado y comprendido». Es el hilo conductor y el eje de la visión abierta e integradora que da razón de ser al conocimiento geográfico como diálogo con el mundo. Suscribo aquí, para acabar este comentario, las palabras de Octavio Paz con las que Ortega abre su inteligente libro: «Algunos quieren cambiar el mundo / otros leerlo / nosotros queremos hablar con él».— EDUARDO MARTINEZ DE PISON.

## MORFOMETRIA DE LOS GLACIARES PIRENAICOS

El análisis morfométrico de distintos ibones del Pirineo español ha permitido establecer una caracterización geométrica de estas formas glaciares. Las formulaciones y parámetros obtenidos facilitan explicaciones sobre la importancia relativa de los distintos factores que intervienen en la morfogénesis glaciaria.

El estudio se ha realizado sobre una muestra de 75 lagos situados en los ámbitos pirenaicos de las provincias de Huesca y Lérida. En la figura 1 se indican las zonas donde se ha desarrollado el trabajo de campo y la ubicación de algunos de los ibones

investigados. Un total de 67 de éstos figura en el Cuadro I, en el que se incluyen los datos característicos de todos ellos (calado máximo (H), volumen ( $V_R$ ) y superficie del epilimio ( $S_{11}$ ) referidos al nivel del umbral. La muestra se completa con los ibones de Mar de Artés, Fossier, Estany - Gento y Eixerola - Cuvieso, todos ellos con cubetas dobles, que se han estudiado separadamente.

A modo de ejemplo se incluyen los planos batimétricos simplificados de tres ibones (Fig. 2), si bien para la realización del estudio se utilizó, en todos los casos, una cartografía de mucho mayor detalle.

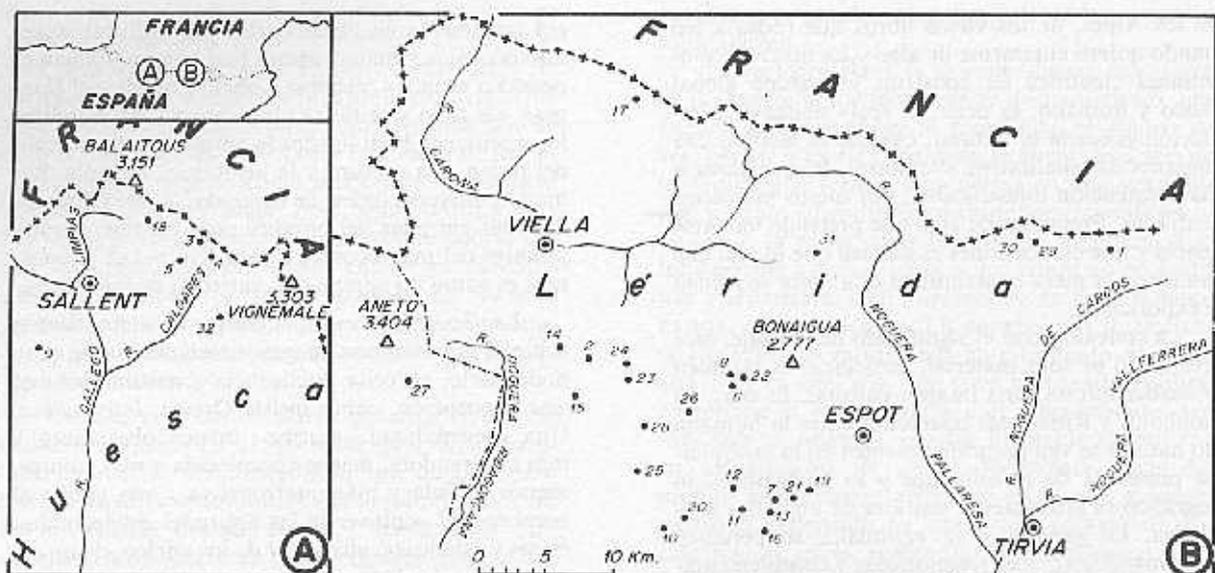


Fig. 1.

L. CABANES

### PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS

Es bien sabido que la sobreexcavación es uno de los efectos más característicos de la morfogénesis glaciar. Consecuencia de este proceso, una vez retirado el hielo, es la formación de lagos que quedan cerrados aguas abajo por umbrales rocosos o por morrenas; cabe también la situación mixta.

La definición geométrica de estos cuencos glaciares ha sido poco estudiada hasta la actualidad, si bien los análisis sobre formas lacustres realizados por Neumann (1959), comparados con los resultados que aquí se presentan, permiten apuntar que su investigación debió referirse casi exclusivamente a formas glaciares, cuestión que no hemos visto precisada en ningún trabajo posterior, probablemente por la inexistencia de estudios de carácter general sobre morfometría de lagos de origen glaciar.

En nuestra investigación (Gil Saurí, 1981) decidimos adoptar dos parámetros para definir las características geométricas de los ibones pirenaicos, parámetros que, a la vista de los resultados obtenidos, permiten asegurar su validez en la caracterización general de otros lagos del mismo origen. Tales parámetros son:

$K_f$  (coeficiente de forma), que define las características geométricas del epilimio.

$m$  (coeficiente volumétrico), que permite fijar las relaciones estereométricas entre la superficie horizontal y el volumen correspondientes a una determinada altura de agua.

a) Parámetro  $K_p$ .— Determina la mayor o menor circularidad del epilimio y viene definido por la fórmula

$$K_f = 4\pi S_{II}/L^2_R$$

( $L_R$  es el perímetro que encierra a la superficie  $S_{II}$ ).

De la muestra analizada se obtiene el siguiente intervalo de variación para el parámetro  $K_p$ :

$$0,4564 < K_p < 0,6405$$

La geometría más o menos elíptica de las superficies de los ibones estudiados nos aconsejó lle-

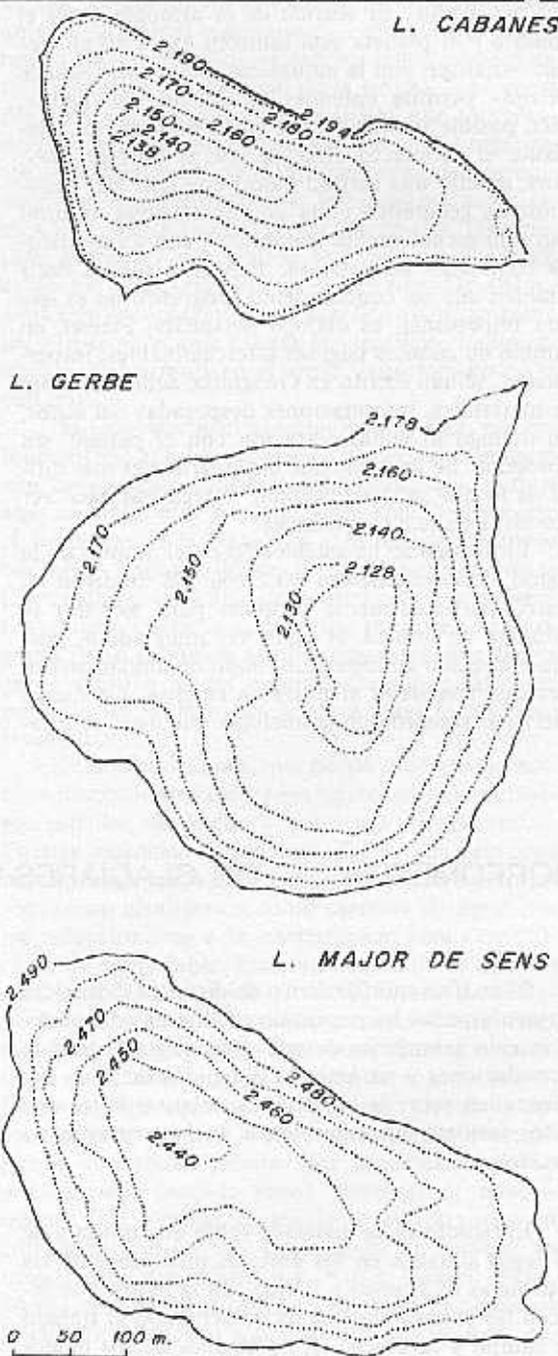


Fig. 2

SITUACION Y DATOS CARACTERISTICOS DE LA MUESTRA ESTUDIADA

Nº*	LAGOS	ALTITUD				ALTITUD				
		metros	H (m)	S <sub>H</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>H</sub> (m <sup>3</sup> )	metros	H (m)	S <sub>H</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>H</sub> (m <sup>3</sup> )	
1	Cortescans	2.232,36	104,56	593.040	29.449.612	Ribera-Grande	2.362,50	19,50	47.259	411.698
2	Mar-Arties	2.223,30	83,30	460.295	14.219.400	Ribera-Mediana	2.379,60	14,60	26.031	156.319
3	Branaturo Inferior	2.311,00	18,00	107.475	684.345	Ribera Pequeña	2.370,00	5,00	9.976	20.500
4	Branaturo Alto	2.526,00	30,00	236.000	3.815.210	Saharó Alto	2.622,35	24,35	83.369	1.064.991
5	Azul-Inferior	2.375,00	25,00	40.808	589.758	Closell	2.075,00	5,00	13.453	26.495
6	Saburisk Hiyor	2.318,95	20,95	147.981	1.268.875	Ranado Superior	2.125,40	11,40	55.750	232.254
7	Mar-Capella	2.427,00	72,00	291.187	10.784.276	Ranado Medio	2.108,20	36,20	119.940	1.642.930
8	Major-Colomers	2.062,15	24,15	82.687	843.381	Llarg	2.145,25	16,25	115.471	1.108.219
9	Tranacastilla	1.680,70	4,70	23.233	35.335	Ullarg	2.207,10	27,10	137.763	1.466.073
10	Fosser	2.122,95	34,95	111.489	2.276.759	Elxerola-Carleso	2.338,00	36,00	174.500	3.810.620
11	Colomina	2.411,20	64,20	123.159	3.776.788	La Gola	2.226,00	26,00	105.169	1.296.167
12	Mariola	2.291,00	21,00	124.992	875.003	Arbif	2.110,80	42,80	54.158	1.189.894
13	Preseu	2.416,30	33,30	68.245	1.000.096	Cabana-Llat	2.126,00	10,00	21.420	87.967
14	Tort-Rius	2.325,75	41,75	854.394	9.206.437	Cap de Port	2.524,50	24,50	74.744	813.946
15	Gfarnas-Inferior	2.233,00	19,00	81.395	751.087	Ta Linaca	2.429,00	15,00	22.878	171.065
16	Gfarnas-Superior	2.269,00	31,00	76.651	1.732.207	La Coveta	2.399,00	7,00	22.523	80.682
17	Estany-Gento	2.132,00	22,00	218.051	2.381.511	La Cabana	2.379,00	9,00	22.804	92.309
18	Llat	2.115,00	39,00	267.030	3.805.081	Trilla	2.313,00	17,00	23.692	195.920
19	Pecico-Grande	2.332,00	38,00	91.395	1.424.774	Ribereta-Superior	2.301,00	23,00	16.711	169.458
20	Negro-Peguera	2.333,00	69,00	286.901	10.294.171	Cabanes	2.192,00	34,00	68.070	1.397.329
21	Tort-Capella	2.316,00	15,00	51.544	327.877	Ribereta-Inferior	2.247,20	53,20	77.566	1.395.889
22	Sabudó	2.530,00	84,00	232.825	10.106.543	Clet	2.120,45	12,45	31.586	115.120
23	Gerbé	2.178,00	50,00	153.592	3.957.092	Narba	2.150,00	12,00	41.877	291.032
24	Travesany	2.244,40	26,40	110.877	1.037.470	Hiyor	2.164,75	4,75	21.297	75.900
25	Tuc-Menages-Inferior	2.281,40	13,40	30.950	170.787	Ranado-Inferior	1.999,20	19,20	71.716	706.082
26	Cavallers	1.723,53	13,50	108.000	560.300	Tuc-Menages-Superior	2.317,25	30,25	132.879	1.597.565
27	Llong	1.980,00	12,00	80.971	489.281	Balardo	2.333,20	31,20	67.784	1.033.297
28	Llauset	2.131,00	11,00	53.424	232.372	Dulgar	2.424,00	20,00	48.281	434.848
29	Negro-Botl	2.147,00	37,00	97.404	840.649	Gallina	2.269,00	16,00	44.885	377.742
30	Mariola	2.272,40	38,40	179.246	3.026.486	Lago Galdes o Nort	2.184,80	16,00	33.705	191.114
31	Mayor de Sens	2.490,00	30,00	118.998	2.847.579	Rius (1)	2.316,00	8,00	7.472	31.487
32	Alcoto	2.202,80	40,80	193.999	4.038.626	Rius (2)	2.316,00	20,00	42.981	397.877
	Branaturo-Inferior	2.286,00	19,00	43.949	354.210	Mainde	2.250,00	15,00	62.346	302.461
	Moncasau	2.022,00	4,00	22.438	58.608					

\* Corresponde a la numeración de la figura 1

var a cabo una comparación con formas elípticas teóricas, definidas por sus respectivas relaciones axiales b/a (a: eje mayor).

En elipses con distintas relaciones axiales se obtienen los valores de K<sub>p</sub>; los ibones pirenaicos se mueven entre relaciones axiales de las elipses equivalentes de 1/3 a 1/5 aproximadamente. Ahora bien, estudiada la ubicación de cada uno de los lagos considerados, se ha podido comprobar que en el Pirineo los ibones de circo son, como norma, claramente más redondeados que los de fondo de valle, lo cual tiene que tener, fundamentalmente, una explicación tectónica: los circos en los que se produce el desalojo de los materiales pétreos por el glaciar suelen quedar definidos por la intersección de distintas fallas o fracturas, mientras que en los fondos de valle la estructura dominante resulta ser casi siempre la que define el propio valle (véase al respecto Martínez de Pisón y Arenillas Parra, 1976, y la bibliografía allí citada). No obstante, no hay que olvidar que en las mediciones realizadas sobre formas actuales se están recogiendo también los resultados de eventuales procesos postglaciares y, sin duda, los efectos de los factores litológicos, cuestiones que influirán en los valores de los coeficientes K<sub>p</sub>. Sobre estos temas estamos trabajando en la actualidad con objeto de llegar a mejores precisiones de este parámetro, si bien de lo hasta ahora investigado parece deducirse la importancia menor de los dos factores indicados.

**b) Parámetro m.**— Para determinar este parámetro, se han deducido en primer lugar las fórmulas características de los lagos estudiados y concre-

tamente las que definen superficies horizontales y volúmenes en función de la altura de agua (Fig. 3). Con posterioridad se han ensayado distintos tipos de curvas de ajuste. Mediante el tratamiento matemático de los datos disponibles, se ha comprobado que, para la definición de superficies en función de la altura, la curva teórica más representativa del comportamiento real resulta ser una familia de parábolas del tipo

$$s = s_0 + s_1 h^{p_1} + s_2 h^{p_2} + \dots + s_k h^{p_k}$$

(En esta expresión los coeficientes y exponentes son números reales)

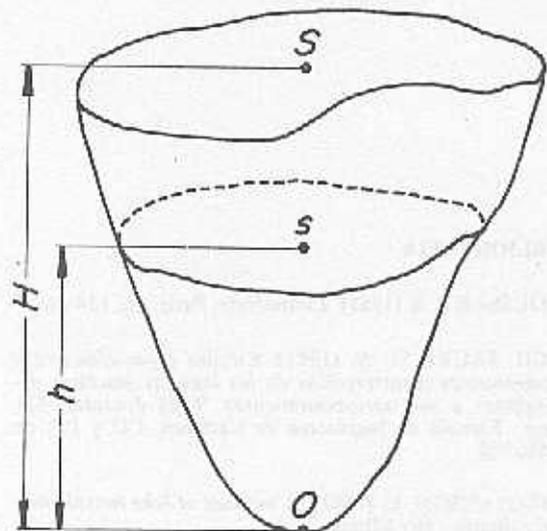


Fig. 3

Ahora bien, en una primera aproximación, que resulta ser suficiente, la curva tipo puede admitirse que es de la forma simplificada siguiente:

$$s = k h^n$$

(n es el mayor de los exponentes de la expresión anterior)

Integrando la expresión que define la superficie se obtiene directamente el volumen del lago en función de la altura, resultando:

$$V = \frac{k}{n+1} h^{n+1} = \frac{s}{n+1} h$$

En consecuencia, para el calado máximo (H), es decir, para la superficie ( $S_H$ ) y el volumen (V) a nivel de umbral, se tiene:

$$V = S_H \frac{H}{n+1} = S_H (H/m)$$

siendo  $m = n + 1$  el parámetro volumétrico antes indicado.

En nuestro caso, la muestra de ibones estudiada ha permitido establecer un campo de variación del parámetro  $m$  bastante restringido; concretamente,

$$2,0580 < m < 2,2601 \text{ (Valor medio: } m = 2,1591)$$

Es decir, los ibones pirenaicos responden a una cubeta glaciar que, en primera aproximación (que resulta bastante ajustada), puede asimilarse a un cuerpo geométrico cuya superficie horizontal y volumen en función de la altura, vienen dados por las expresiones antes indicadas, con  $m = n + 1 = 2,1591$ . Además, de la relación  $V = S_H (H/m)$ , se deduce que el volumen de la cubeta glaciar es una fracción del volumen de un cilindro de altura H y sección recta  $S_H$ .

Los valores de  $m$ , obtenidos a partir del análisis estadístico de la muestra disponible, permiten apuntar la mayor importancia del fenómeno concreto de la sobreexcavación glaciar frente a otros factores que intervienen en el proceso general, como pueden ser los de carácter tectónico o litológico. Por otro lado, la representatividad del parámetro  $m$  obtenido se deduce también de los valores muy diferentes con que aparece en la definición morfométrica de otros tipos lacustres. Así, por ejemplo, en lagos endorreicos españoles se obtienen cifras próximas a  $m = 1,5$ . (En la actualidad estamos investigando sobre ambas cuestiones, es decir, sobre la importancia relativa de los distintos factores implicados en el proceso de erosión glaciar y sobre la caracterización morfométrica de lagos con otro origen genético).— MIGUEL ANGEL GIL SAURI.

## BIBLIOGRAFIA

- DUSSART, B. (1966): *Limnologie*, París, pp. 124-36.
- GIL SAURI, M. A. (1981): *Estudio geomorfológico y parámetros característicos de las lagunas glaciares españolas y sus aprovechamientos*. Tesis doctoral, 611 pp., Escuela de Ingenieros de Caminos, CC y PP, de Madrid.
- HAKANSON, L. (1981): *A manual of lake morphometry*, Berlin - Heidelberg, 77 pp.
- MARTINEZ DE PISON, E., y ARENILLAS PARRA, M. (1976): «El problema de la sobreexcavación glaciar», *Estudios Geográficos*, pp. 407-34.
- NEUMANN, J. (1959): «Maximum depth and average depth of lakes», *Journal Fish. Res. Bd. Canadá*, 16 (6), pp. 923-7.
- SAENZ RIDRUEJO, C. y GIL SAURI, M. A. (1986): «Characteristic parameters of interest to the effects of the hydroelectric development of the Spanish glacier lakes», *Proceedings 5th. International Congress Association of Engineering Geology*, Buenos Aires, Vol. 4, pp. 1.207-15.