PAPELES DE GEOGRAFIA FISICA N.º 11, 1986 PAGS. 53-62.

CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS PAISAJES FLUVIALES MADRILEÑOS

Víctor Castillo Sánchez*
Santiago González Alonso*

RESUMEN

La descripción cuantitativa del paisaje ha tenido un especial auge en el campo de la geomorfología fluvial como método de evaluación del territorio.

Utilizando los índices y variables morfométricas definidas para el estudio de las formas fluviales se propone una agrupación de los paisajes fluviales madrileños en conjuntos de homogeneidad morfológica. Esta agrupación se realiza mediante técnicas de análisis estadístico multivariable de los datos morfométricos de 35 cuencas de drenaje medidas a dos escalas de trabajo 1:50.000 y 1:25.000, a la vez que se estudia qué variables aportan una información más relevante a la hora de describir la geometría del paisaje.

Se definen cinco conjuntos morfológicos de cuencas que responden a tres principales gradientes de variación: relieve, tamaño de la cuenca y composición de la red de drenaje, y se analiza la influencia de la escala de trabajo en los estudios de morfometría fluvial.

Palabras claves: paisaje fluvial, cuenca de drenaje, características morfométricas, análisis estadístico multivariable.

MORPHOLOGY CHARACTERISTICS OF THE FLUVIAL LANDSCAPES FOUND IN MADRID

SUMMARY

The quantitative approach to landscape description has been a point of growing concern in the area of fluvial geomorphology, as a tool to use in land use planning.

Following this line, we try to group the fluvial landscapes found in Madrid in morphologically homogeneous sets, on the basis of morphometric indexes and variables commonly used to study fluvial landforms, dealt with through multivariate analysis techniques. Another objective of the study is to find out which variables provide more relevant information in order to describe landscape geometry.

Data were collected for 35 watersheds and measured at two different scales, 1:50.000 and 1:25.000.

Five morphological sets of watersheds are defined, following three main gradients of variability, namely relief, watershed size and drainage network composition; the influence of the scale of maps from which data are collected is also analyzed.

Key words: fluvial landscape, drainage basin, morphometric characteristics, multivariate analysis.

Introducción

La consideración del valor indicador de las características morfológicas de un paisaje fluvial, como método de interpretación paisajística que permite establecer relaciones entre los elementos naturales de observación directa (formas de canales, características hidrográficas de la red...) y los componentes internos del paisaje, es reseñada por varios autores (González Bernáldez, 1981; Spiridonov, 1973; Gudilin, 1973).

Especial atención ha recaído sobre el análisis de la red de drenaje del sistema fluvial; no en vano señala Small (1970) que «la red de drenaje de un sistema fluvial es la mayor característica del paisaje físico. Su forma, orientación y espaciamiento determinan las características esenciales del paisaje. El estudio de su evolución aporta una información valiosa sobre la denudación de un área».

Las vías desarrolladas para este análisis se agrupan bajo dos concepciones distintas aunque complementa-

* Departamento de Planificación y Proyectos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

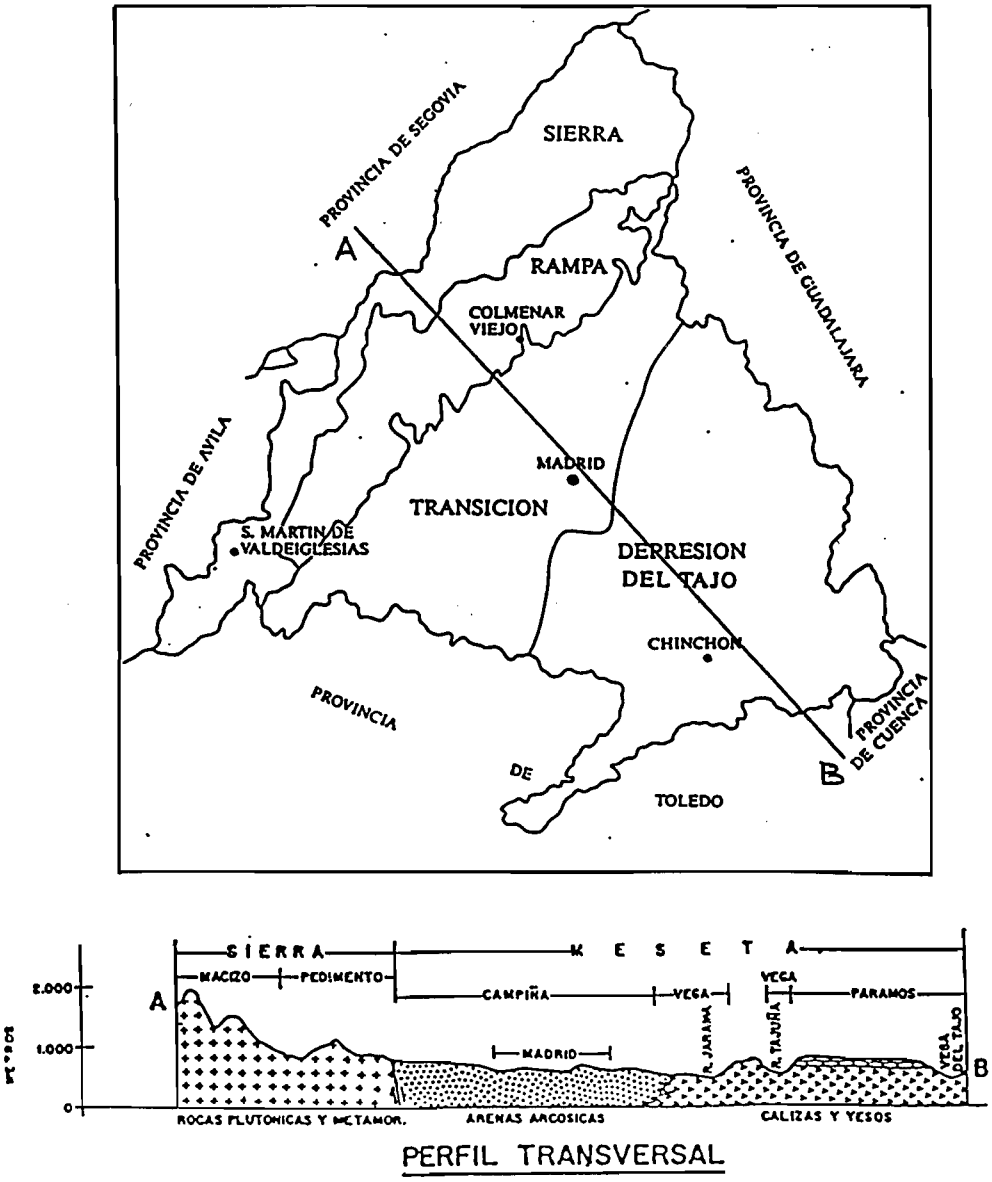


Fig. 1.—Regiones fisiográficas y perfil transversal de la provincia de Madrid.

rias. Una de ellas, meramente descriptiva, permite ajustar los diferentes patrones de la red a un tipo básico (redes dendríticas, pinnadas, rectangulares...), que posteriormente se interpretan como descriptores de la geología del terreno y formas topográficas asociadas.

Una segunda familia de métodos surge ante la necesidad de establecer un criterio objetivo que permita la comparación de redes de drenaje entre sí y, en último término, establecer relaciones entre la estructura de la red y los procesos de tipo hidrológico y erosivo que se dan en el territorio: es el denominado análisis cuantitativo de la red de drenaje.

Este análisis de la red junto con la medición de las formas topográficas que conforman un paisaje fluvial constituye lo que ha venido a denominarse MORFOMETRIA FLUVIAL, definida en palabras de Strahler (1974), como *la medida de las propiedades geométricas de la superficie sólida de un sistema fluvial.*

El auge de este tipo de estudios a partir de su origen en la década de los 40 se explica por la necesidad que se tenía en las ciencias geomorfológicas, y en general en todas las ciencias ambientales, de disponer de metodologías que permitieran la descripción cuantitativa del territorio. Conforme a esta necesidad, los objetivos de la morfometría fluvial son la *descripción sistemática* de las formas del relieve mediante la *recogida de datos* preci-

TABLA 1
Variables morfométricas

	ESTUDIADAS	ELEGIDAS 1:50.000	ELEGIDAS 1:25.000
TOPOLOGIA DE LA RED DE DRENAJE			
ORD	Orden de la cuenca		
NU	Número de cauces de un orden dado	N1	N1
NT	Número de cauces total		
RB	Relación de bifurcación	RB	RB
M	Magnitud de la red		
D	Diámetro de la red		
NE	Número de tramos exteriores		
NI	Número de tramos interiores		
LONGITUD DE LOS CAUCES			
LU	Longitud media de los cauces de un orden dado	$\bar{L}1$	$\bar{L}1$
LT	Longitud total de cauces		
RL	Relación de longitud	RL	RL
Le/i	Relación entre la longitud media de los tramos exteriores y la de los tramos interiores	Le/i	
LB	Longitud del cauce principal		
SI	Sinuosidad del cauce principal	SI	SI
GEOMETRIA DE LA CUENCA			
A	Area de la cuenca	A	A
P	Perímetro de la cuenca		
CIR	Factor de circularidad		
ELG	Factor de elongación	ELG	ELG
INTENSIDAD DEL FENOMENO FLUVIAL			
Dd	Densidad de drenaje	Dd	Dd
CM	Constante de mantenimiento del cauce		
F	Frecuencia de cauces		
TX	Textura de la cuenca	TX	
LH	Longitud de flujo de escorrentía superficial		
RELIEVE			
SC	Pendiente media del cauce principal	SC	SC
SG	Pendiente media del terreno	SG	SG
H	Máxima diferencia de cotas		
RF	Relación de relieve		
T	Factor topográfico	T	T
HD	Número de rugosidad	HD	HD
NG	Número geométrico		

sos y el *posterior análisis* de dichos datos, buscando la comparación de las propiedades morfológicas de las distintas cuencas y el establecimiento de ciertas leyes del comportamiento de los cauces.

En el presente trabajo nos proponemos llegar a una clasificación de los paisajes fluviales madrileños atendiendo a sus características morfológicas, estableciendo cuáles de las variables utilizadas aportan una mayor significación a la hora de describir la geometría del paisaje y cómo influye la escala de trabajo en la caracterización morfométrica de las cuencas de drenaje.

Metodología

El proceso metodológico seguido para la obtención de los objetivos propuestos en el estudio se articula en dos grandes etapas: la toma de datos y el tratamiento esta-

dístico de las variables e índices morfométricos medidos.

a) *Muestreo y toma de datos*

La elección de una serie de cuencas de drenaje representativas de la realidad física del territorio ha venido condicionada por la fuerte estructura fisiográfica que se detecta en la provincia de Madrid.

Estructura que tal y como se observa en la figura 1 permite la distinción de una serie de regiones homogéneas en cuanto a su relieve, clima, litología y vegetación. Estas regiones (sierra y rampa, zona de borde de cuenca sobre materiales detríticos y cubeta sedimentaria con predominio de sedimentos evaporíticos) se tomaron como estratos previos a la realización de un muestreo aleatorio, en el que se consideró como población el conjunto de las cuencas correspondientes a los afluentes directos a los cauces que componen la red hidrográfica principal.

Una vez elegidas las 35 cuencas representativas y delimitadas a escala 1:50.000 y 1:25.000, se realizó la medición de datos morfométricos, operación que lleva consigo una toma de decisión acerca del método utilizado para el trazado de las líneas de drenaje y la fuente de información empleada para ello.

Para este trabajo, una de cuyas finalidades es como se ha dicho la investigación metodológica en este punto, hemos recurrido a la comparación de las redes de drenaje definidas a escala 1:25.000 y 1:50.000, trazadas según el método de las inflexiones de las curvas de nivel Morisawa (1957), información complementada en algunos casos por la que proporciona la fotografía aérea a escala 1:15.000.

La descripción morfológica de las cuencas de drenaje seleccionadas se lleva a cabo mediante la estimación de 39 variables morfométricas elegidas «a priori», estimación para la que en el caso de los aspectos lineales y superficiales se utilizaron métodos automáticos de digitalización.

Estas variables se clasificaron en cinco grupos cuyos componentes tenían una naturaleza similar. La agrupación se realizó con vista al posterior tratamiento de los datos, de tal modo que su interpretación permita dilucidar el grado de relación existente entre las variables que pertenecen a un mismo grupo.

Los grupos no constituyen conjuntos cerrados, ya que la inclusión de las variables en algunos de ellos no pre-

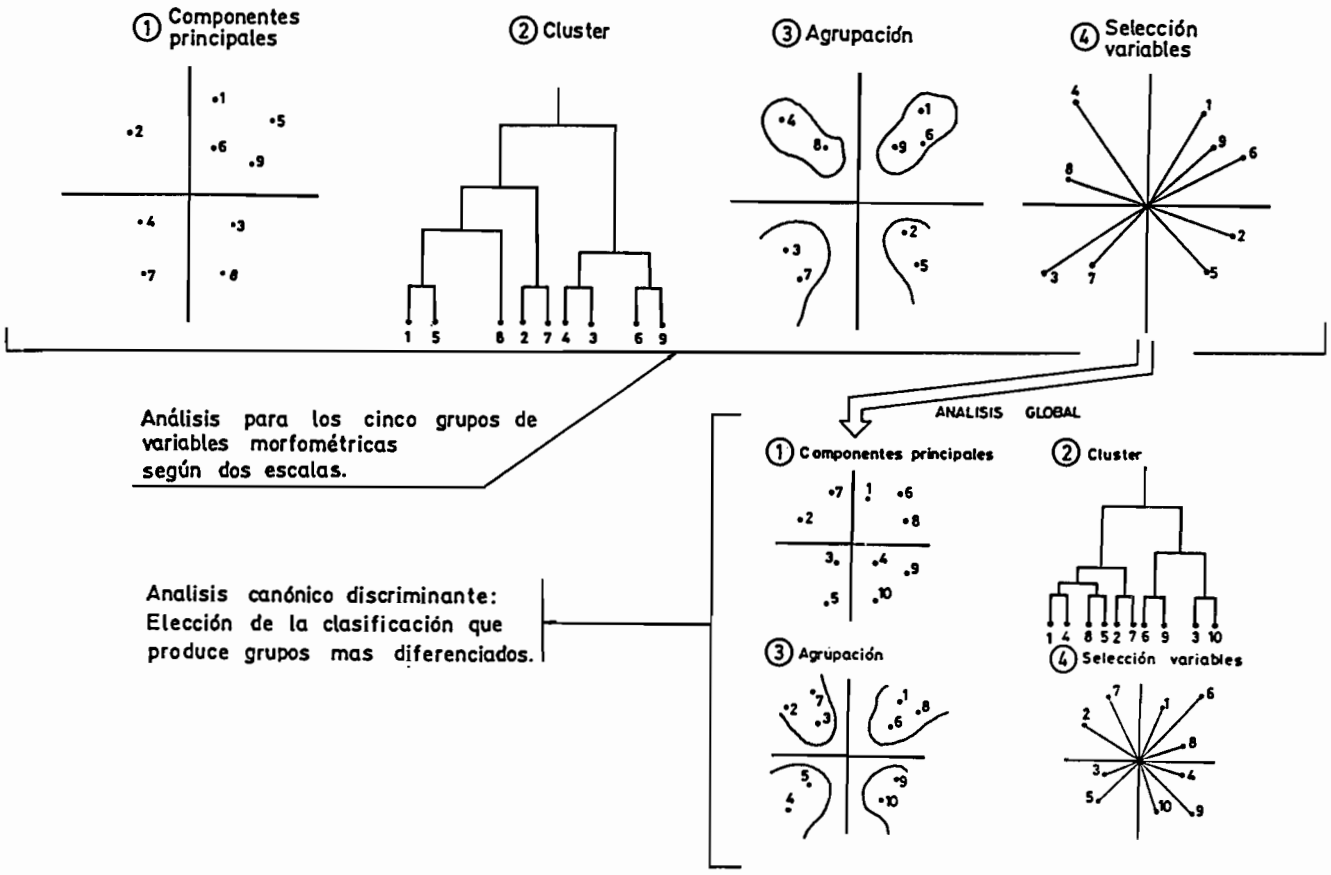


Fig. 2.—Análisis estadístico de datos morfométricos.

supone que no pudiera estar ubicado en otro distinto. Quizás el mejor ejemplo lo constituya la longitud de flujo de escorrentía superficial (LH) que algunos autores consideran elemento lineal de la cuenca de drenaje y otros, como es nuestro caso, medida indirecta de la intensidad del fenómeno fluvial, dada su evidente relación con la densidad de drenaje (Dd) (tabla 1).

b) *Tratamiento de datos*

Las variables morfométricas, clasificadas en los cinco grupos descritos son sometidas a un análisis estadístico multivariable.

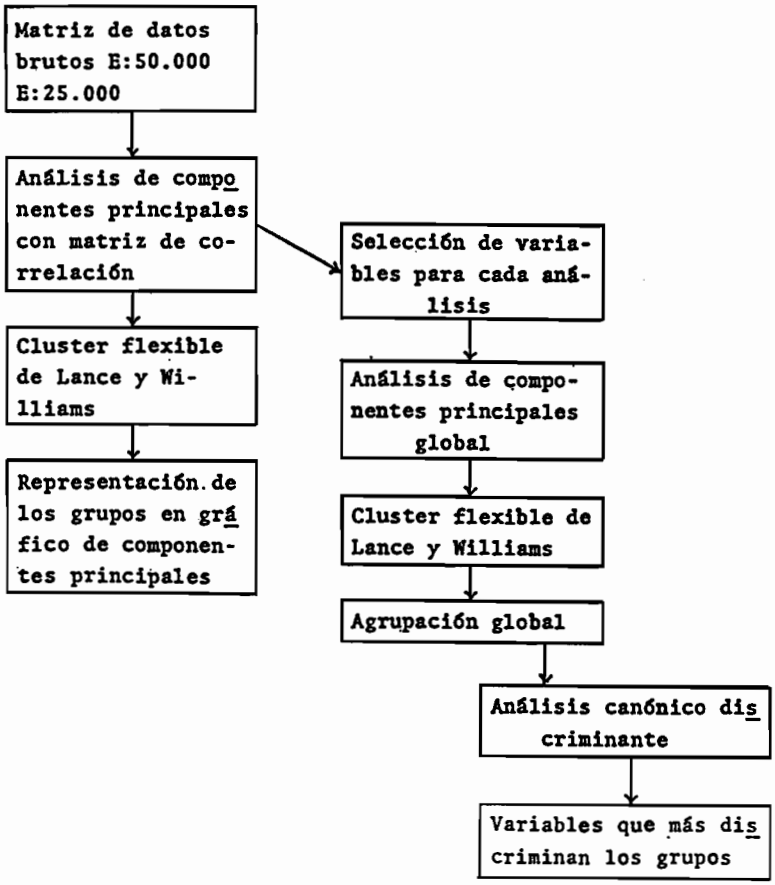
Mediante esta técnica a partir de un análisis de tipo factorial, componentes principales, se detectaban aquellas variables que más información aportan a una descripción morfológica de los paisajes. La aplicación posterior de una técnica de agrupación objetiva, *«clustering»*, permite definir grupos homogéneos de cuencas de acuerdo con las variables analizadas (topología, aspectos lineales de la red, relieve...). De la aplicación de este proceso para cada uno de los cinco grupos parciales de variables resulta un conjunto de variables que sirven para la agrupación de las cuencas de drenaje estudiadas en conjuntos de homogeneidad morfológica y su posterior descripción geométrica.

Este proceso se realiza para los datos medidos en las dos escalas de trabajo, lo que sirve para investigar la mayor o menor «robustez» de estas técnicas geomorfométricas ante el cambio de escala de la información cartográfica de partida.

La aplicación reiterativa de este proceso para cada uno de los grupos parciales de variables morfométricas permite una drástica reducción del número de variables a utilizar de cara a un análisis global de la morfometría de las cuencas. El número de variables utilizadas en el análisis global, tal y como se observa en la tabla 1, es de 14 en el caso de datos medidos a escala 1:50.000 y 12 en el caso de la escala 1:25.000.

Como último paso en el análisis estadístico de datos morfométricos se recurre a un análisis canónico discriminante para comprobar si los grupos de homogeneidad morfológica detectados en los análisis previos se corres-

Tratamiento de datos



ponden con diferencias estadísticamente significativas en la geometría de las cuencas de drenaje que los componen.

Este tipo de análisis revela, por otra parte, aquellas características morfométricas que mejor discriminan unos conjuntos morfológicos de otros y permite dilucidar cuál de las dos agrupaciones (la obtenida con datos medidos a escala 1:50.000 o la obtenida con los datos a escala 1:25.000) es más válida a la hora de estudios posteriores que investiguen las relaciones entre la morfología y los procesos fluviales de los paisajes madrileños.

La metodología seguida para el análisis estadístico de los datos morfométricos de los paisajes fluviales madrileños queda esquematizado en el cuadro y figura adjunta (figura 2).

Resultados de los análisis de datos morfométricos

a) *Análisis parciales*

La aplicación de la metodología expuesta en el apartado anterior para cada uno de los cinco grupos parciales revela un alto grado de interrelación entre las variables morfométricas dentro de cada grupo; interrelación que se traduce en el alto porcentaje de variabilidad explicada por un escaso número de ejes principales (3), superior al 90% para todos los grupos excepto para aquél que se refiere a las características longitudinales de los cauces (64 y 74% para la escala 1:50.000 y 1:25.000 respectivamente).

Una primera conclusión que se extrae de estos resultados parciales es que para un estudio global de la geometría de los paisajes fluviales se pueden desestimar buen número de las variables e índices morfométricos aquí medidos, ya que por su alta correlación con otras variables previamente elegidas introducen una redundancia en la información recogida.

Esta alta correlación permite, por otra parte, la agrupación de las cuencas en unos conjuntos morfológicos caracterizados, en cada caso, por un pequeño número de índices morfométricos. A modo de ejemplo, se expresa en el esquema adjunto cómo los cinco grupos morfológicos de cuencas establecidos según los elementos topológicos de la red de drenaje, medidos a escala 1:50.000, pueden describirse en función de dos de las once variables estudiadas.

b) *Análisis global*

El análisis morfométrico global de las cuencas de drenaje se realizó sobre aquellas variables que aportaban una mayor información acerca de la morfología del terreno, elegidas a partir de los análisis parciales realizados para las dos escalas de trabajo.

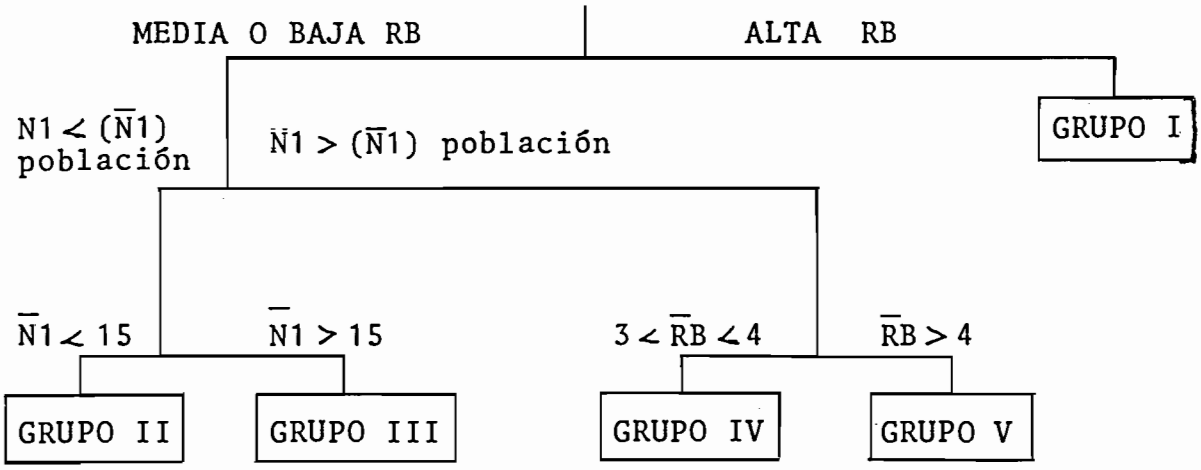
La interpretación de los tres ejes principales, cuyo porcentaje de absorción de la variabilidad inicial es de 65 y 69% para las escalas 1:50.000 y 1:25.000 respectivamente, permite concluir que las principales variaciones en la morfología de los paisajes fluviales madrileños responden a tres gradientes fundamentales.

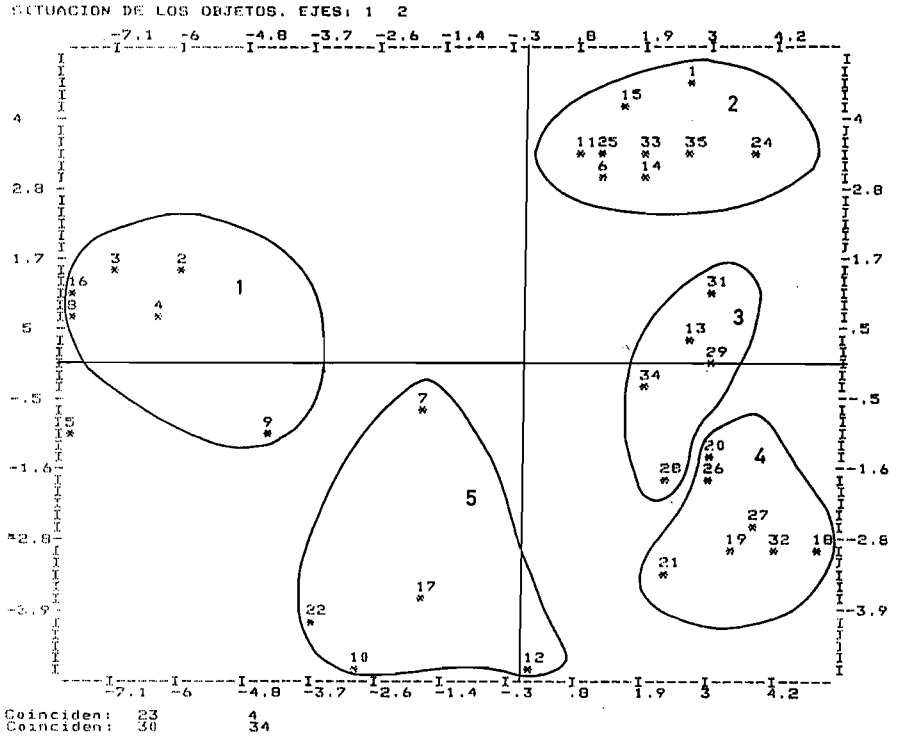
El primero de ellos, asociado al primer eje principal, produce una ordenación de las cuencas según la menor o mayor anfractuosidad de su *relieve,* ordenación que viene reflejada por los valores que toman variables tales como la pendiente del cauce (SC), la pendiente media del terreno (SG) y el número de rugosidad (HD).

El segundo eje se corresponde con un gradiente del *tamaño* de la cuenca, características expresada por las variables: área de la cuenca (A) y sinuosidad del cauce principal (SI), ésta última muy correlacionada con la longitud del cauce principal (LB).

Por último las diferencias debidas a la *estructura* y *composición de la red de drenaje* quedan reflejados en la posición que ocupan las cuencas respecto al tercer eje principal, definido por las variables: relación de bifurcación (RB) y relación de longitud (RL).

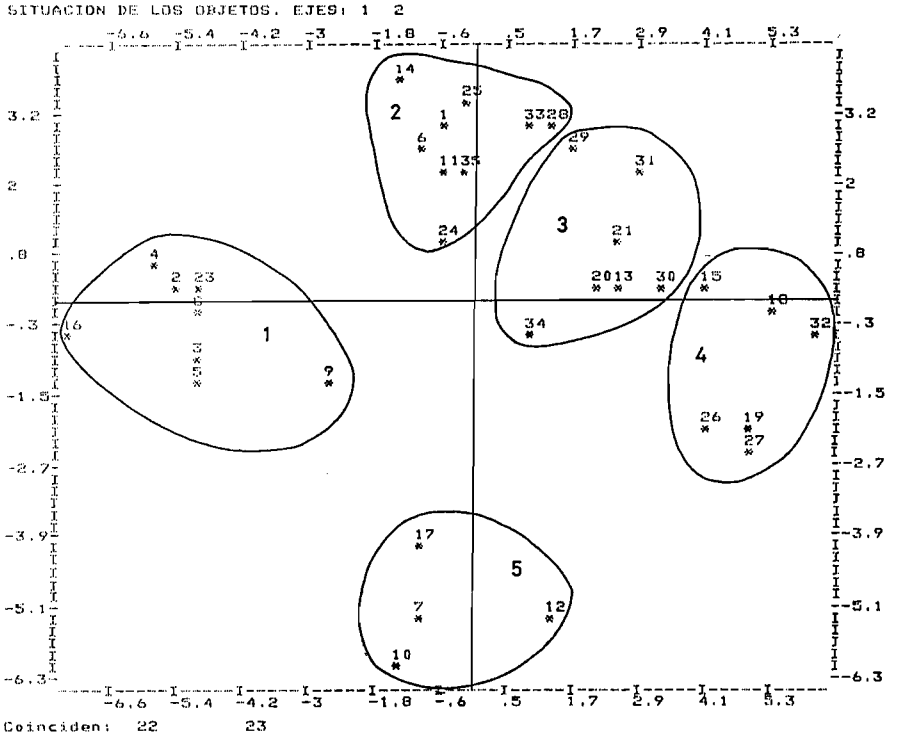
La utilización de una técnica de «cluster», tomando como nuevas variables las coordenadas de cada una de





Obj	1	2
1	2.9	4.76
2	-5.93	1.7
3	-6.93	1.65
4	-6.18	.79
5	-7.92	-1.29
6	1.56	3.11
7	-1.74	-.85
8	-7.89	.9
9	-4.44	-1.01
10	-2.66	-4.84
11	1.05	3.58
12	.3	-4.75
13	2.99	.51
14	2.02	3.12
15	1.63	4.05
16	-7.62	1.26
17	-1.82	-3.7
18	4.98	-3.04
19	3.79	-3.18
20	3.2	-1.45
21	2.57	-3.47
22	-3.44	-3.98
23	-6.19	.87
24	3.85	3.46
25	1.36	3.43
26	3.36	-1.99
27	3.97	-2.55
28	2.39	-1.82
29	3.33	-.08
30	3.12	-.32
31	4.32	1.18
32	4.59	-2.86
33	2.15	3.42
34	2.3	-.22
35	3	3.61

Fig. 3a.—Localización de los grupos morfológicos de cuencas en el plano definido por las dos primeras funciones discriminantes. Datos a escala 1:50.000.



Obj.	1	2
1	-.51	3.01
2	-5.19	.19
3	-4.98	-1.13
4	-5.56	.75
5	-4.83	-1.34
6	-.92	2.68
7	-.73	-5.33
8	-4.78	-.23
9	-2.54	-1.23
10	-1.45	-6.24
11	-.4	2.42
12	1.44	-5.32
13	2.64	.43
14	-1.18	4.03
15	4.3	.34
16	-7.49	-.69
17	-1.07	-4.22
18	5.54	-.01
19	5.29	-2.35
20	2.41	.31
21	2.61	1.22
22	-4.89	.27
23	-4.89	.37
24	-.67	.92
25	0	3.5
26	4.31	-2.35
27	5.38	-2.36
28	1.34	2.96
29	1.92	3.7
30	3.44	.07
31	2.98	2.3
32	6.1	-.6
33	1.26	3.12
34	1.15	-.57
35	.03	2.34

Fig. 3b.—Localización de los grupos morfológicos de cuencas en el plano definido por las dos primeras funciones discriminantes. Datos medidos a escala 1:25.000.

las cuencas en el nuevo espacio definido por los tres ejes de variación, permite definir los cinco conjuntos de paisajes fluviales con similitud morfológica que posteriormente se describen.

c) *Verificación de los grupos morfológicos de cuencas*

Una vez definida la agrupación de las cuencas de drenaje según sus características morfométricas hemos de comprobar si las diferencias morfológicas detectadas entre los grupos son estadísticamente significativas.

El método elegido para responder esta cuestión ha sido el análisis canónico discriminante (Mather, 1976). Mediante este método, aparte de comprobar la validez estadística de los grupos previamente establecidos, se definen las funciones discriminantes que mayor variabilidad explican y la contribución de las distintas variables a estas funciones como indicador de su poder discriminante.

Los resultados obtenidos de la aplicación de este análisis para los grupos obtenidos en ambas escalas aseguran con un nivel de significación del 1% la diferencia de medias entre los distintos grupos.

El estudio de las funciones discriminantes y la localización de los grupos de cuencas en el plano definido por las dos primeras de estas funciones nos induce a pensar que los grupos obtenidos mediante los datos medidos a escala 1:25.000 presentan una mayor consistencia y un menor solape entre ellos tal y como se observa en las figuras 3a y 3b.

Esta es la razón por la que nos hemos inclinado a elegir los grupos que resultan en el análisis realizado a escala 1:25.000 como la base que permita una caracterización morfológica de los paisajes fluviales de la provincia de Madrid.

Caracterización morfométrica de los paisajes fluviales

Una vez elegidos los grupos de cuencas en función de su morfometría, el siguiente paso consiste en describirlos según la geometría de las formas fluviales: cuenca hidrográfica y red de drenaje.

Caracterización que es posible abordar por una doble vía: cuantificación de aquellas variables que han resultado más discriminantes en el análisis canónico y estudio de las características de cada uno de los grupos en los análisis parciales realizados.

En este trabajo se han utilizado ambos métodos, con el fin de complementar con el segundo de ellos la información aportada por el análisis canónico discriminante, análisis cuya interpretación arroja conclusiones similares a las obtenidas en el análisis de componentes principales.

Las variables elegidas para la caracterización de los grupos han sido:

Eje discriminante I

Variables positivas:

Factor topográfico, T

Densidad de drenaje, Dd

Variables negativas:

Pendiente media del terreno, SG

Número de rugosidad, HD

Longitud media de los cauces de orden 1, $\overline{L1}$.

Eje discriminante II

Variables positivas:

Relación de bifurcación, RB

Variables negativas:

Pendiente media del cauce, SC

Area de la cuenca, A

Sinuosidad del cauce principal, SI

Los grupos que más se diferencian a lo largo del primer eje discriminante son los grupos 1 y 4, con el grupo 3 en una situación intermedia (vid. fig. 3.b).

Si observamos los valores medios de las variables elegidas, para estos tres grupos, expresados en la tabla adjunta

TABLA 2

GRUPO	T	Dd	SG	HD	$\overline{L1}$
1	21.07	2.51	25.55%	2.32	0.54
3	56.84	4.59	8.71%	0.98	0.29
4	83.61	5.34	7.33%	0.90	0.26
Valor medio	49.93	4.18	14%	1.53	0.38

los grupos diferenciados en este eje pueden definirse como:

Grupo 1: Cuencas de relieve acusado con una pendiente media por encima del promedio y gran rugosidad. El tiempo de evacuación de los caudales es rápido y la densidad de drenaje baja. Los cauces externos tienen una longitud media sensiblemente superior al valor medio obtenido para la muestra de 35 cuencas.

Grupo 4: Cuencas de relieve suave y alta densidad de drenaje. Son cuencas en las que el tiempo de evacuación de los caudales de escorrentía es alto y la longitud media de los cauces de orden 1 baja.

Las cuencas del grupo 3 presentan unas características similares a las del grupo 4, aunque para una mejor definición se ha optado por incluirlas en el análisis de la segunda función discriminante.

Los valores medios para las variables discriminantes en la segunda función discriminante se adjunta en la siguiente tabla.

TABLA 3

GRUPO	SC	A	SI	RB
2	2.8%	7.26	1.19	4.44
3	1.7%	13.07	1.25	3.48
5	4.5%	37.47	1.66	4.44
Valor medio	4%	15.35	1.3	3.93

De acuerdo con los valores que se obtienen para cada uno de los grupos, deducimos que las diferencias máximas entre estos tres grupos de cuencas son las referentes al tamaño y sinuosidad del cauce principal. Las características de los grupos son:

Grupo 2: Cuencas de relieve suave de pequeña extensión y cauce principal poco sinuoso. La poca sinuosidad del cauce principal hace que, aunque la diferencia de cota en su recorrido sea escasa, la pendiente media pueda tomar valores superiores a los que corresponderían al relieve moderado de la cuenca.

Grupo 3: Cuencas de relieve suave con extensión media. Este grupo de cuencas puede considerarse de transición entre las características del grupo 2 y el grupo 4 (analizado anteriormente).

Grupo 5: Cuencas de relieve abrupto de gran extensión y con un cauce principal irregular; esto provoca una disminución de la pendiente media del cauce respecto a la que tienen el resto de cuencas de relieve abrupto (grupo 1).

Como ya se ha mencionado, para completar esta descripción fisiográfica de los grupos de cuencas se ha recurrido a considerar cuáles de las agrupaciones definidas en los cinco análisis parciales tipifican los grupos globales. El resultado de este análisis y la caracterización morfométrica queda resumida en la tabla 4.

La descripción morfométrica de los conjuntos homogéneos de paisajes fluviales permite situarlos en un «plano morfométrico» definido por un gradiente positivo del número de cauces y la densidad de drenaje, correspondido en sentido inverso con una variación de la relación de bifurcación (eje X), y un gradiente del tamaño y complejidad topográfica de la cuenca (eje Y). En la fi-

TABLA 4
Caracterización morfométrica de las cuencas de drenaje

GRUPO	TOPOLOGIA	LONGITUD DE CAUCES	GEOMETRIA	DENSIDAD	RELIEVE
1	Número de cauces inferior a la media. $\bar{R}_B>3$	Longitud total de cauces inferior a la media.	Predominio de cuencas de extensión media-baja.	Baja densidad de drenaje.	Acusado. Cuencas de escasa complejidad topográfica.
2	Número de cauces inferior a la media. Alta relación de bifurcación.	Longitud total de cauces inferior a la media aunque algunas cuencas la rebasan.	Gran variabilidad de tamaño pero con predominio de formas elongadas.	Gran variación en los valores de la densidad de drenaje.	Moderado y suave. Escasa complejidad topográfica excepto la cuenca n.º 35.
3	Número de cauces superior a la media. Baja relación de bifurcación.	Longitud total de cauces variable aunque predominan valores superiores a la media.	Gran variabilidad de tamaño y forma.	Predominio de cuencas con valores de la densidad de drenaje superior a la media.	Moderado.
4	Número de cauces superior a la media. Baja relación de bifurcación.	Longitud total de cauces superior a la media.	Cuencas de media a gran extensión.	Densidad de drenaje superior al valor medio.	Relieve suave con complejidad topográfica.
5	Número de cauces inferior a la media. Alta relación de bifurcación.	Longitud total de cauces superior a la media.	Cuencas de gran extensión y formas redondeadas.	Baja-media densidad de drenaje.	Relieve acusado con complejidad topográfica.

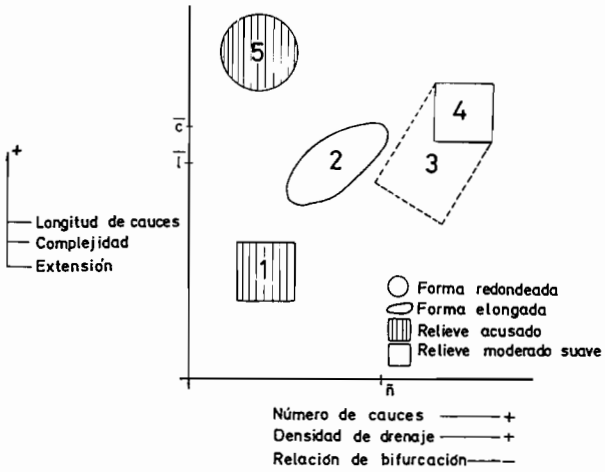


Fig. 4.—Localización de los grupos morfológicos de cuencas en el «plano morfométrico».

gura 4 se observa la localización de los cinco grupos definidos.

La influencia de la escala de trabajo en el análisis cuantitativo de las formas fluviales

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se puede deducir que la escala de trabajo utilizada para el análisis cuantitativo de los paisajes fluviales no afecta al comportamiento de las variables, ya que tanto en los análisis parciales como en el global este comportamiento es muy similar para los datos medidos en ambas escalas.

No obstante, se aprecia una mayor interrelación entre las variables cuando éstas son medidas a mayor escala, relación que se refleja en una mayor absorción de variabilidad por parte de los ejes principales y en un menor número de variables consideradas como significativas.

Esta similitud entre las dos escalas en lo referente al comportamiento de las variables no se cumple para los datos de longitud de la red de cauces, análisis en el que la ordenación y agrupación de cuencas que se obtiene se ve favorecida si la información utilizada es medida a una escala mayor.

Las discrepancias mayores entre los análisis realizados sobre datos medidos a diferente escala radica en la agrupación de las cuencas que resulta de ellos. Agrupación que en el caso del análisis global presenta una mayor diferenciación a escala 1:25.000 que a escala 1:50.000 y responde de manera más acorde al significado de los ejes principales de variación.

A pesar de lo expuesto, pensamos que no hay suficientes razones metodológicas para adoptar una de las dos escalas estudiadas con vista a posteriores trabajos de geomorfometría fluvial.

La elección de una u otra escala dependerá en gran medida de los objetivos del trabajo, y de la disponibilidad de recursos humanos y económicos; aspecto este último en el que la utilización de una escala mayor implica mayores niveles de exigencia.

Bibliografía

GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1981): *Ecología y paisaje*. Blume, Madrid.

GUDILIN, I. S. (1973): Interpretation of landscape as an indicator of geologic structure. In: CHIKISHEV, A. G. (Ed.). *Landscape indicators:* 92-106. Consultans Bureau, New York.

MATHER, P. M. (1976): *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*. Wiley and Sons, New York.

MORISAWA, M. E. (1957): Accuracy of determination of stream lengths from topographic maps. *Transactions of the American Geophysical Union 38:* 86-88.

SMALL, R. J. (1970): *The study of landforms*. Cambridge University Press, Cambridge.

SPIRIDONOV, I. S. (1973): Physiognomic landscape features as indicators of origin and development of the landscape. In: CHIKISHEV, A. G. (Ed.). *Landscape indicators:* 79-92. Consultans Bureau, New York.

STRAHLER, A. N. (1974): *Geografía física*. Omega, Bercelona.