R- 6892

CARACTERIZACION E INDICES PARAMETRICOS DE LA RED DE DRENAJE DE SIERRA NEVADA (ESPAÑA MERIDIONAL)

por Luis G. ROSSELL y Rafael VEGA DE PEDRO

EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL
Biblioteca
ALMERIA

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 1

Ref. Tecniterrae "S-235"

CARACTERIZACION E INDICES PARAMETRICOS DE LA RED DE DRENAJE DE SIERRA NEVADA (ESPAÑA MERIDIONAL)

por Luis G. ROSSELL y Rafael VEGA DE PEDRO

RESUMEN

Se presenta el trazado de la red de drenaje a E 1:100.000 de un área de 1.507 km^2, que comprende la parte occidental de Sierra Nevada, desde las depresiones laterales hasta las mayores alturas (3.478 m SNM).

La mayor parte de esta red es de tipo subparalelo y dentrítico.

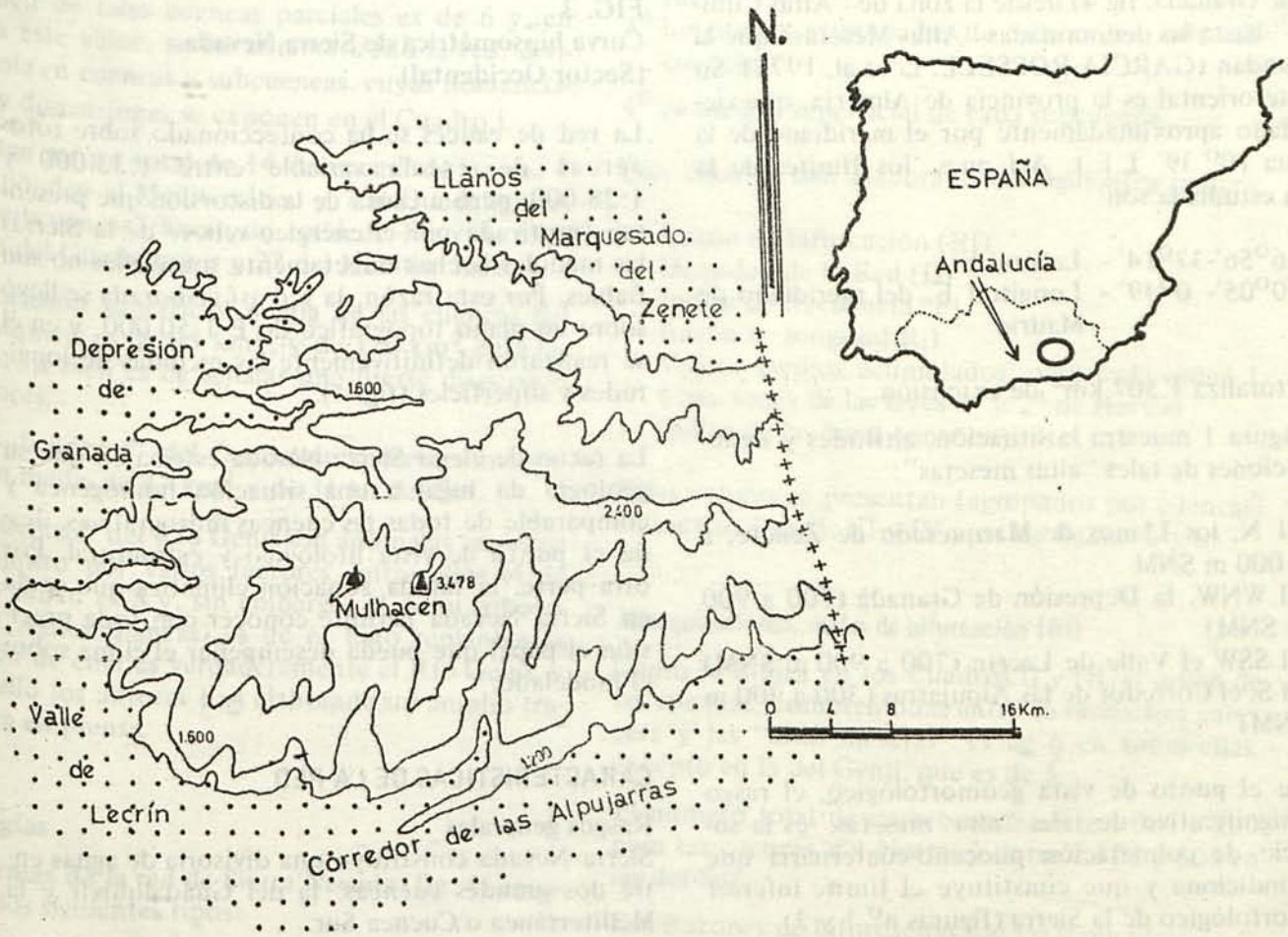
Sus parámetros numéricos muestran significativas diferencias entre las cuencas de la vertiente N (tributarios del Guadalquivir) y las del S, que lo son del Mediterráneo.

El factor condicionante de las diferencias de densidad e índice de frecuencia es, a escala regional del macizo, el clima, siendo la influencia de la litología secundaria.

ABSTRACT

The pattern of drainage system of Sierra Nevada (South Spain) is studied, on a area of 1.507 km^2 including de sommits and the sourrounding plateaus. Its morphological type is subparalell or dentritic.

FIG. 1
Ubicación de la zona



Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 2

The numerical data and index show differences between the North and Southside (Guadalquivir River and Mediterranean see tributaries). Such differences are controlled esencially by climatic features and subsidiarily by the lithology, structure and recent glacial history.

OBJETIVOS

Para el estudio sistemático de la Geomorfología de las Cordilleras Béticas, el conocimiento de las características cualitativas y cuantitativas de sus redes de cauces y de divisorias constituye un eslabón importante, de acuerdo con CHORLEY, 1969. Esta importancia radica en:

1º Lo que tiene de aportación en sí mismo para la definición y caracterización paramétrica del modelado.

2º Constatar las analogías y diferencias de los parámetros e índices numéricos con los ya conocidos para otras regiones.

3º Su valor para la interpretación genética del modelado actual, así como de los rasgos de neotectónica, de la escorrentía superficial y del estudio cuantitativo de la erosión.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el análisis de la red de cauces (red de drenaje) en la mitad occidental de Sierra Nevada (provincia de Granada, fig 4) desde la zona de "Altas Cumbres" hasta las denominadas "Altas Mesetas" que la circundan (GARCIA-ROSSELL, L. et al, 1978). Su límite oriental es la provincia de Almería, que viene dado aproximadamente por el meridiano de la Ragua (0º 39' L.E.). Así pues, los límites de la zona estudiada son:

36º56'-37º14' - Latitud E
0º05'- 0º39' - Longitud E, del meridiano de Madrid

Ello totaliza 1.507 km² de extensión.

La figura 1 muestra la situación, altitudes y denominaciones de tales "altas mesetas":

- Al N, los Llanos de Marquesado de Zenete, a 1.000 m SNM
- Al WNW, la Depresión de Granada (700 a 900 m SNM)
- Al SSW el Valle de Lecrín (700 a 900 m SNM)
- Al S, el Corredor de las Alpujarras (300 a 900 m SNM)

Desde el punto de vista geomorfológico, el rasgo más significativo de tales "altas mesetas" es la superficie de colmatación plioceno-cuaternaria que las condiciona y que constituye el límite inferior geomorfológico de la Sierra (figuras nº 1 y 3).

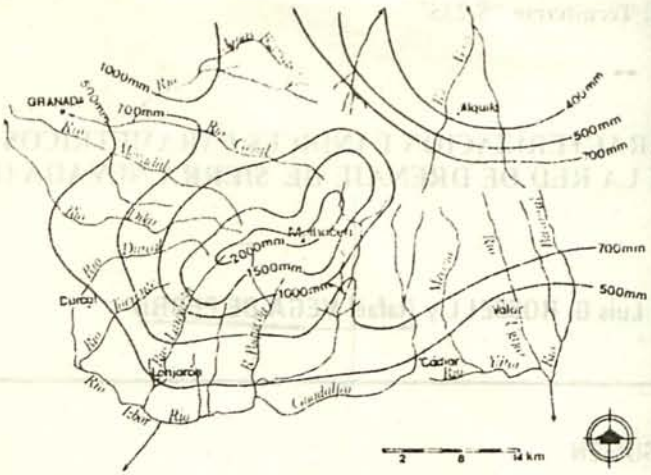


FIG. 2
Mapa de isoyetas

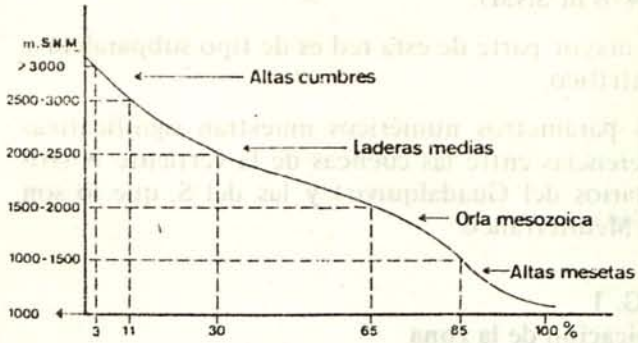


FIG. 3
Curva hipsométrica de Sierra Nevada (Sector Occidental)

La red de cauces se ha confeccionado sobre fotos aéreas de escala variable entre 1:33.000 y 1:28.000, pero a causa de la distorsión que presentan (motivada por el enérgico relieve de la Sierra) las medidas hechas directamente sobre ellas no son fiables. Por esta razón, la red así elaborada se llevó sobre un plano topográfico de E 1:50.000, y en él se realizaron definitivamente las medidas de longitudes y superficies (fig. 4).

La razón de elegir Sierra Nevada estriba en que su geología da lugar a una situación homogénea y comparable de todas las cuencas hidrográficas, desde el punto de vista litológico y estructural. Por otra parte, la rápida zonación climática que se da en Sierra Nevada permite conocer con toda precisión el papel que pueda desempeñar el clima sobre el modelado.

CARACTERISTICAS DE LA RED

Rasgos generales

Sierra Nevada constituye una divisoria de aguas entre dos grandes cuencas: la del Guadalquivir y la Mediterránea o Cuenca Sur.

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 3

La figura 2 muestra tal situación regional, con una red que se aproxima al tipo radial respecto a Sierra Nevada (como corresponde al relieve estructural en domo de ésta, BIROT, 1858). Esta disposición regional se ve, no obstante, profundamente modificada a escala de macizo (en el sentido de TRICART, 1965) por una serie de factores de repercusión local, entre los cuales ya se conoce con cierto detalle el papel desempeñado por:

- diferencias litológicas
- zonación climática
- pliegues
- direcciones de fracturas
- fenómenos de captura por los cauces de la Cuenca Sur
- herencia de un modelado anterior, würmiense

La divisoria entre ambas Cuencas tiene una dirección aproximadamente E-O en Sierra Nevada (figuras 2 y 4).

Análisis de la red

Nomenclatura y extensión de las cuencas parciales

La red de drenaje de Sierra Nevada que se estudia en este trabajo está formada por las cabeceras de numerosos ríos, ramblas y arroyos cuya confluencia se hace a cotas iguales o inferiores a las señaladas para las "altas mesetas".

El orden de tales cuencas parciales es de 6 y, en base a este valor, se ha sistematizado la red, dividiéndola en **cuencas** y **subcuencas**, cuyas nomenclaturas y dimensiones se exponen en el Cuadro I.

Resultan así un total de 14 "cuencas" de las que 7 corresponden al Mediterráneo y 7 al Guadalquivir. Las "subcuencas" hacen un total de 41, y de ellas 14 son del Guadalquivir y 27 del Mediterráneo.

La extensión superficial media de las cuencas del Guadalquivir es de 95 km^2, y de 120 km^2 para las del Sur, si bien es de señalar una fuerte dispersión de valores.

Las "subcuencas" del Guadalquivir tienen una extensión media de 47 km^2 y de 31 las del Sur.

Las "cuencas" del Río Genil son anómalas respecto al conjunto por varios factores, entre ellos el de que su orden es 5 y, sin embargo, el de su tributario (el Aguas Blancas) es de 6. Esto replantea la cuestión de cuál es verdaderamente el Río Genil, y sobre ello los autores han elaborado un amplio trabajo, ya en prensa.

Tipologías

Las formas de la red de Sierra Nevada (fig. 4) encajan en los siguientes tipos:

Red radial centrífuga para el conjunto de la Sierra, con escaso desarrollo de las direcciones anulares.

Red dentrítica en los cauces de orden I, II y III, con mayor desarrollo en las "altas cumbres" y en la orla "mesozoica" (filitas, calizas y calizo-dolomitas).

Red subparalela en los cauces de órdenes II, IV y V, sin que el contraste respecto a la detrítica sea muy neto. Esta red se desarrolla principalmente en las "laderas medias" (1:500 m a 2.500 m SNM) de la Sierra.

Red endorreica lagunar en algunos sectores muy localizados de las "altas cumbres", como reliquias de un modelado glaciar cuaternario. No dan lugar nunca a un sistema de drenaje propio, y en el conjunto sólo constituyen "anomalías del drenaje" (en el sentido de NAUDIN, 1971) respecto a la red fluvial instaurada en el conjunto de la Sierra en los tiempos post-würmienses (GARCIA-ROSSELL, L.; PEZZI CERETTO, M.C., 1977).

Parámetros e índices de la red

Los parámetros analizados han sido:

1º jerarquización de los cauces, según el criterio de Horton y Chorley
2º número de cauces de cada orden, por subcuencas
3º longitudes acumuladas de cada orden, por subcuencas
4º extensión superficial de cada subcuenca

Con ellos se han elaborado los siguientes índices:

- Razón de bifurcación (Rf)
- Densidad de la Red (D)
- Indice de frecuencia (F)
- Razón de longitud (R_l)
- Valora medios acumulados, para cada orden $\bar{L}$
- Ecuaciones de las leyes 1ª y 2ª de Horton
- Índice de las áreas contribuyentes (a)

Tales valores se presentan (agrupados por cuencas) en los Cuadros II, III y IV y en las figuras 5 y 6.

Jerarquizaciones, razón de bifurcación (Rf)

Como se indica en los Cuadros II y III, el orden de las cuencas, comprendidas entre su respectiva cabecera y las "altas mesetas" es de 6 en todas ellas, excepto en la del Genil, que es de 5.

El número total de cauces oscila entre 1.087 y 299 para las cuencas del Norte, y entre 2.328 y 508 en las del Sur.

Las Razones de bifurcación son las siguientes:

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 4

Cuencas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/2	3,57	4,01	3,89	4,20	4,60	4,40	3,40	4,63	4,64	5,23	5,39	4,34	5,45	5,65
2/3	3,94	4,63	3,11	4,35	4,60	4,80	4,30	4,01	4,95	3,31	4,39	3,38	3,11	4,59
3/4	5,88	3,75	4,50	6,20	5,80	6,30	4,80	3,84	3,70	4,43	3,94	3,25	5,75	5,67
4/5	4,00	2,67	2,00	2,50	5,00	2,00	5,50	4,17	5,00	7,00	3,40	2,67	2,67	2,00
5/6	2,00	3,00	2,00	2,00	–	2,00	2,00	6,00	2,00	2,00	5,00	3,00	3,00	3,00
Valor medio	3,88	3,61	3,10	3,85	5,00	3,90	4,00	4,53	4,06	4,39	4,42	3,33	4,00	4,18
Varianza	1,53	0,50	1,00	2,23	0,35	2,81	1,47	0,61	1,28	2,88	0,51	0,31	1,75	2,14
Desviación Standard	1,24	0,70	1,00	1,49	0,59	1,68	1,21	0,78	1,13	1,70	0,71	0,56	1,32	1,46

Resulta, pues, un valor medio de la Rf de 3.91 para las cuencas tributarias del Guadalquivir, y de 4.13 para las del Mediterráneo. Ello supone un 6 por ciento más para estos últimos, lo cual implica mayor distanciamiento en la velocidad de desarrollo de los cauces más inferiores, que es donde se producen con mayor intensidad los fenómenos de erosión.

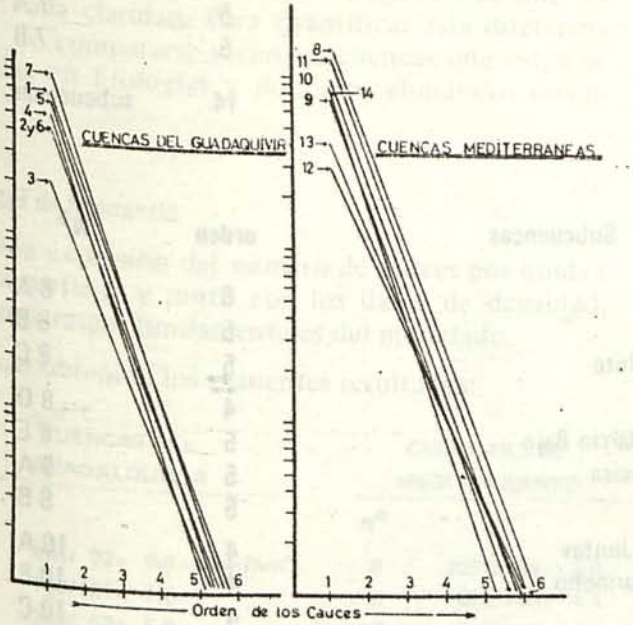


FIG. 5
Relación log. L/N

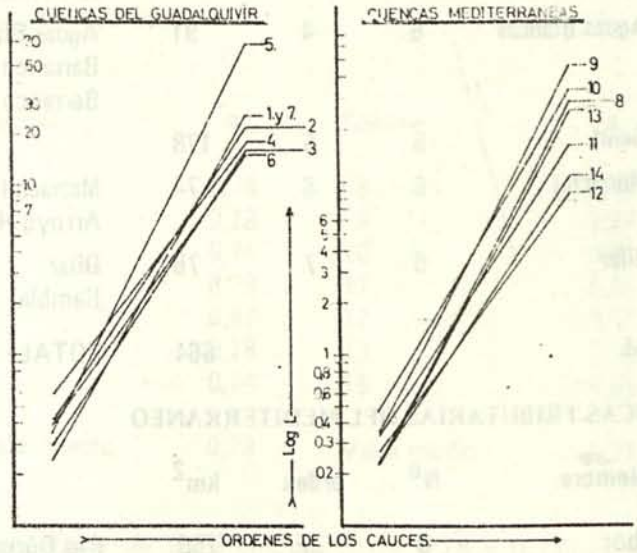


FIG. 6
Relación log. L/N en las 14 cuencas descritas

Densidad de la red

Los valores de densidad de las 14 "cuencas" son los siguientes:

Nº	CUENCAS DEL NORTE	Nº	CUENCAS DEL SUR
1	D = 328/ 92 = 3,6 km^{-1}	8	D = 631/ 93 = 6,8 km^{-1}
2	353/101 = 3,5	9	481/146 = 3,3
3	188/ 52 = 3,6	10	814/236 = 3,4
4	299/ 91 = 3,3	11	712/ 71 = 10,0
5	384/178 = 2,2	12	128/ 18 = 7,1
6	258/ 74 = 3,5	13	301/ 74 = 4,1
7	353/ 76 = 4,6	14	295/ 48 = 6,1

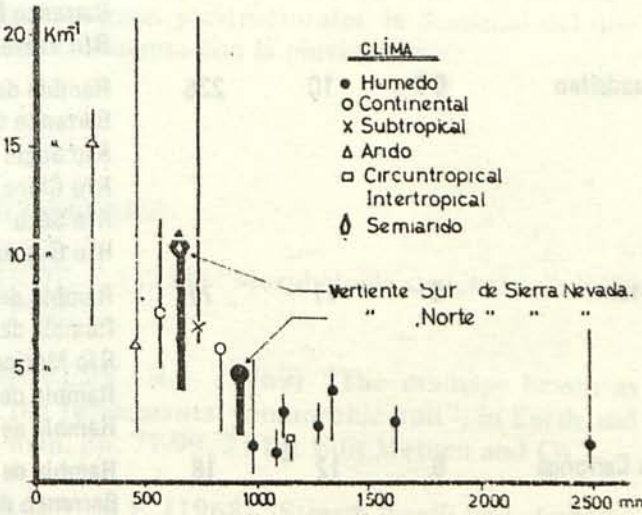


FIG. 7
Relación densidad/precipitación

Valor medio	3,5	5.8
Varianza	0,4	5,0
Desviación Standard	0,6	2,2

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 5

CUADRO I

Nomenclatura y superficies de las cuencas y subcuencas de Sierra Nevada

CUENCAS DEL GUADALQUIVIR

Nombre	Nº	orden	km²	Subcuencas parciales	orden	Nº
Rambla de Alquife	6	1	92	Rambla de Benéjar	5	1 A
				Rambla de Lanteira	5	1 B
Río Verde	6	2	101	Arroyo del Pueblo	5	2 A
				Arroyo de Lalorin	5	2 B
				Arroyo Bernal	5	2 C
Río Alhama	6	3	52	Barranco de la Dehesa Almírez	5	3 A
				Río Alhama	5	3 B
Río Aguas Blancas	6	4	91	Aguas Blancas	4	4 A
				Barranco de los Tejos	5	4 B
				Barranco de Tiulín	5	4 C
Río Genil	5	5	178			
Río Monachil	6	6	74	Monachil	5	6 A
				Arroyo Huenes	5	6 B
Río Dilar	6	7	76	Dilar	5	7 A
				Rambla	5	7 B
TOTAL			664	TOTAL	14	subcuencas

CUENCAS TRIBUTARIAS DEL MEDITERRANEO

Nombre	Nº	orden	km²	Subcuencas	orden	Nº
Río Isbor	6	8	250	Río Dúrcal	6	8 A
				Río Torrente	5	8 B
				Barranco de Chite	5	8 C
Río Trévelez	6	9	146	Río Lanjarón	4	8 D
				Barranco del Barrio Bajo	5	8 E
				Barranco Poqueira	5	9 A
				Río Trévelez	5	9 B
Río Guadalfeo	6-7	10	236	Rambla de las Juntas	4	10 A
				Barranco de Borincho	4	10 B
				Río Sucio	4	10 C
				Río Chico	4	10 D
				Río Seco	3	10 E
				Río Guadalfeo		10 F
Río Yátor	6	11	71	Rambla del Repenil	5	11 A
				Rambla de Yátor	5	11 B
				Río Mecina	5	11 C
				Rambla de los Cortijuelos	5	11 D
				Rambla de Yegen	5	11 E
Rambla Carlonga	6	12	18	Rambla de Carlonga	5	12 A
				Barranco del Prado	5	12 B
						12 C
Río Ugíjar	6	13	74	Río Válor	5	13 A
				Barranco Nechite	5	13 B
				Rambla Carchulina	5	13 C
Río Bayárcal	6	14	48	Río Laroles	5	14 A
				Río Bayárcal	5	14 B
				Rambla de Mairena	5	14 C
TOTAL			843	TOTAL	27	subcuencas

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional) pp. 6

Lo cual muestra que las cuencas del Sur tienen un valor densidad casi del 40 por ciento superior a las de las cuencas del Norte.

De acuerdo con GREGORY, K.J., VALLING D.E. (1973), la influencia del clima es el factor condicionante (a escala global) de la densidad del drenaje. La figura 7 muestra la perfecta concordancia entre los resultados obtenidos por dichos autores en 13 cuencas representativas de los diferentes climas y los de Sierra Nevada. Los datos de precipitaciones de esta última están en la figura 2.

Vemos pues, que en la vertiente meridional de Sierra Nevada, con clima más seco y cálido que en la vertiente N (GARCIA ROSSELL, L. et al. 1978, ap. cit.) y con la misma litología, la densidad de la red depende prioritariamente y a escala de las cuencas, de factores climáticos.

Por otra parte, es evidente que la distribución de los diferentes tipos cualitativos y cuantitativos de redes a escala de las subcuencas tienen un fuerte condicionamiento litológico: la figura 4 lo muestra con toda claridad. Para cuantificar esta diferencia han de compararse varias subcuencas que estén situadas en litologías y dominios climáticos distintos.

Indices de frecuencia

Es una expresión del número de cauces por unidad de superficie, y junto con los datos de densidad, expresa rasgos fundamentales del modelado.

Se han obtenido los siguientes resultados:

CUENCAS DEL GUADALQUIVIR		CUENCAS DEL MEDITERRANEO	
Nº		Nº	
1	904/ 92= 9,8 cauces/km^2	8	2328/ 93= 6,8
2	739/101= 7,3	9	1082/146= 7,4
3	289/ 52= 5,8	10	1357/236= 5,8
4	741/ 91= 8,1	11	1968/ 71=27,7
5	780/178= 4,4	12	508/ 18=28,2
6	667/ 74= 9,0	13	981/ 75=13,3
7	1087/ 76=14,3	14	1082/ 48=22,5
Valor medio	8,4		16,0
Varianza	8,7		85,4
Desviación Standard	3,0		9,2

Es bien visible también la diferencia de valor entre las redes de las cuencas meridionales y las septentrionales: casi el doble.

Dejamos constancia de este dato, aunque no podemos compararlo con los de otras regiones por no disponer de estudios publicados al respecto, aunque probablemente tenga una significación muy parecida a la que tiene la densidad (fig. 7).

Leyes de Horton

Se han constatado las 2 primeras leyes, cuya representación gráfica se expresa en las figuras 5 y 6. La comparación entre las rectas (en representación semilogarítmica) no muestra apenas diferencias entre las cuencas del N y del S. Por tanto, resulta que el método de trabajo a seguir para el conjunto de las Cordilleras ha de ser el de medidas de densidades de la red.

Valor de a

El índice a de la expresión de la Ley de las Areas contribuyentes (SCHUM, S.A. (1956)) tiene los siguientes valores:

Cuenca	a	Cuenca	a
1	0,78	8	0,70
2	0,78	9	0,81
3	0,76	10	0,81
4	0,79	11	0,65
5	0,87	12	0,60
6	0,78	13	0,75
7	0,74	14	0,68
Valor medio	0,78	Valor medio	0,71

Este valor de 0,75 (media entre 0,78 y 0,71) está totalmente de acuerdo con los valores medios más frecuentes señalados en otras áreas del mundo, y que son de 0,73 a 0,89.

Corrobora, igualmente que a igualdad de condiciones litológicas y estructurales, la densidad del drenaje no aumenta con la pluviometría.

BIBLIOGRAFIA

BIROT, P. (1958) "Morphologie structurale". Edit. PUF.

CHORLEY, R.J. (1969) "The drainage bassin as the fundamental geomorphic unit", in Earth and man, pp. 77-99, 21 fig. Edit Metuen and Co.

DACEY, M.F. (1968) "Stream length and elevation for the model of Leopold and Longbein". Water Resour. Res. Vol. 4, nº 1, pp. 163-166.

DANTIN CERECEDA, J. (1913) "Nota preliminar acerca de las relaciones existentes entre la evolución del relieve y la red hidrográfica en las depresiones laterales de la Península Ibérica". Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., Vol. 13, pp. 89-98.

Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 7

FOURNIER, F. (1969) "Les facteurs climatiques de l'erosion du sol". Bull. Assoc. Franc. Geogr. nº 220, 17 planos, 25 fotos.

GARCIA-ROSSEL, L, PEZZI, M.C. (1977) "Análisis de depósitos periglaciares en el sector central de las Cordilleras Béticas (Andalucía)". V. Coloquio de Geografía. Granada, 1977.

GARCIA-ROSSELL, L., PEZZI, M.C. (1978) "Estudio del medio físico de Sierra Nevada", in Ordenación de recursos turísticos de Sierra Nevada, M.O.P.U., pp. 29-187, 20 cuadros, varios dibujos, 17 planos ft.

GREGORY, K.J., VALLIN, D.E. (1973) "Drainage bassin. Form and process: a geomorphological approach", nº 48 geographical series Heffer Catalogue.

MORISAWA, M. (1968) "Streams, their dynamics and morphology". Edit. Mc Graw Hills, 175 pp.

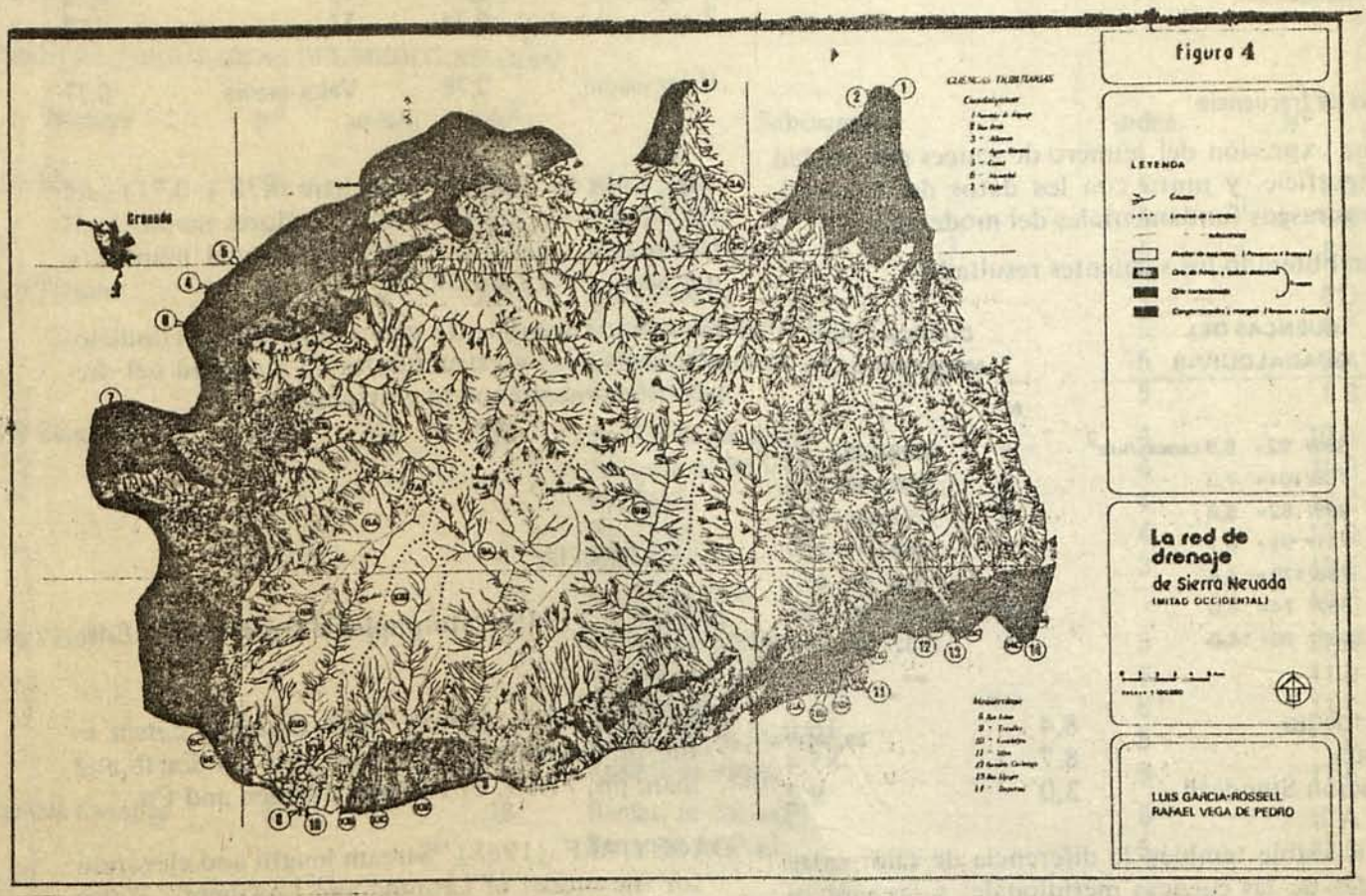
NAUDIN, J.J., PRUD-HOMME, R. (1971) "Methodes d'analyses morphologiques et morphostructurales d'interpretation des topographies et des bathymetries dans les domaines continentales et marins". Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine (10) pp. 111-144, 54 fig.

RITTER, D.F. (1967) "Rates of denutation". Joun. Geol. Vol. 15.

SCHEIDEGGER, F. (1970) "Theoretical geomorphology". Edit. Spring-Verlag. 435 pp.

SCHUMM, S.A. (1956) "The evolution of drainage system and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey". Geol. Soc. Am. Bull. 67, pp. 597-646.

TRICART, J. (1965) "Principes et methòdes de la Geomorphologie". Edit. Masson.



Diputación de Almería — Biblioteca. Caracterización e índices paramétricos de la red de drenaje de Sierra Nevada (España Meridional)., p. 8