

CALCULO DEL VALOR RELATIVO DE LA EROSION EN CUENCAS DE PEQUEÑO TAMAÑO

Montserrat Jardí*

RESUMEN

A través de la morfometría fluvial se trata de evaluar la erosión relativa de cuencas vecinas y de pequeña superficie que por métodos climáticos convencionales no puede ser calculada, debido a la uniformidad de precipitación y temperatura en todas ellas. Los parámetros morfométricos utilizados son: la densidad de drenaje, pendiente de los cursos y la anomalía jerárquica.

Debido a la ausencia de estaciones turbométricas que nos permitan la correlación entre datos empíricos y datos experimentales, optamos por el cálculo de una erosión relativa en función de la subcuenca con un menor valor de ella; de esta forma, se obtienen seis categorías distintas que, al cartografiarlas, nos delimitan las zonas en que el proceso erosivo es mayor.

SUMMARY

With fluvial morphometry we intend to evaluate the relative erosion of small neighbouring basins which can not be estimated with conventional climatic methods. The morphometric parameters used are: the drainage density, the slope of the channels and the hierarchical anomaly.

Due to the absence of turbometrical stations which enable us to find the correlation between empirical and experimental data, we preferred to calculate the relative erosion according to the sub-basin of smallest erosion; thus we obtain six different categories that mark the areas with the greatest erosive processes.

* Departamento de Geografía. Universidad de Barcelona.

Una vez comprobado que la fórmula de Fournier no era válida para la evaluación de la cantidad de material erosionado en cuencas de pequeño tamaño, tal como se expone en el trabajo ofrecido para la publicación en homenaje al Prof. M. de Terán (presentado a principios de 1985 para su publicación bajo el título (Cuantificación comparativa de la erosión hídrica en una cuenca de drenaje”), hemos realizado otro estudio aplicando las nuevas técnicas explicadas en este último artículo.

La finalidad concreta del presente trabajo consiste en analizar con este método una cuenca pequeña, de tan sólo 38,207 km², con el fin de poner de manifiesto la diferenciación erosiva existente en zonas muy próximas, naturalmente con idénticas condiciones climáticas.

Situación y características de la zona

La cuenca objeto del estudio es la de la riera mediterránea de Vallalta o de Sant Pol, situada a unos 40 km al norte de Barcelona y que desemboca directamente al mar Mediterráneo, caracterizada por un funcionamiento exclusivo de recogida de aguas pluviales, por tanto, intermitente, y por tener prácticamente toda su superficie la misma litología, no influyendo pues de manera decisiva en las variables de las cuales dependen los procesos erosivos. La escala que ha sido utilizada para el trabajo es la de 1/25.000.

La zona ha sido dividida en 26 subcuencas, de las cuales, la número 8 ha sido dividida a su vez en 13 subcuencas; la número 9 en 18; la número 11 en 12; la número 13 en 15, y la número 14 en 16, con lo que, en total, tenemos 100 subcuencas o unidades de estudio (fig. 1). El número de orden según la clasificación de Strahler oscila entre 2 y 5, llegando para todo el conjunto de la cuenca al orden 6 (fig. 2).

Teniendo en cuenta que el método utilizado sólo es viable para cuencas cuyo orden sea como mínimo 2, nos encontramos con un 8,32% del total de la superficie que se halla drenado por cursos de primer orden directamente sobre el curso principal, al que se considera como zona exclusivamente de transporte y sedimentación. La superficie de las cien subcuencas, oscila entre 0,037 km² la menor (n.º 9-R) y 7,905 km² la mayor (n.º 13).

Desarrollo del método

Recordemos que el valor de la erosión será la media aritmética de los seis valores obtenidos en las ecuaciones utilizadas para el cálculo de la erosión, que son:

- (1) $\text{Log Me} = 1,82818 \log D + 0,01769 \text{ ga} + 1,53034$
- (2) $\text{Log Me} = 2,7454 \log D + 0,00639 \varphi + 1,55048$

VALOR RELATIVO DE LA EROSION

- (3) $\text{Log Me} = 0,29561 D + 0,00743 g_a + 1,56102$
 - (4) $\text{Log Me} = 0,33479 D + 0,15733 \Delta a + 1,32888$
 - (5) $\text{Log Me} = 0,32474 D + 0,00794 \varphi + 1,43206$
 - (6) $\text{Log Me} = 2,79687 \log D + 0,13985 \Delta a + 1,05954$
- en donde,

Me, cantidad de material erosionado (en Tm/km²/año)

D, densidad de drenaje (en km/km²)

g_a, densidad de anomalía jerárquica (sin unidades)

Δa, índice de anomalía jerárquica (sin unidades)

φ, pendiente media de los cursos (en %)

cuyos datos para la elaboración de las distintas variables vienen reflejados en la tabla 1 (columnas 1 a 7), así como los resultados obtenidos (columnas 8, 9 y 10).

Como puede observarse, han sido calculados dos valores relativos de erosión (consistente en dividir el valor de la erosión de cada subcuenca por el valor mínimo obtenido). En la columna 9 sólo se consideran los valores de cada una de las 26 subcuencas, cuyos resultados han quedado reflejados en la fig. 3. En este caso, todos los valores de la erosión han sido divididos por el valor de la cuenca número 20 que es en la que se consigue una menor entidad de ella. En la columna 10, se efectúa la misma operación pero sólo referida a las subcuencas que, a su vez, han sido divididas en unidades más pequeñas, tratándolas individualmente como si fueran la cuenca principal (fig. 4); de esta forma, vemos cómo el valor medio obtenido en la columna 9 se reparte en la columna 10, con el fin de poder acotar de una manera más precisa las zonas en que los procesos erosivos tienen una mayor importancia.

Para la confección de las fig. 3 y 4, en las que aparece la representación cartográfica de la erosión, se han utilizado seis tramas, es decir, se ha dividido el poder de erosión en seis categorías distintas. La primera, que designaremos como *categoría A*, comprende las subcuencas en las que la erosión relativa oscila entre 1,01 y 3,00 veces la erosión de la cuenca número 20, que viene representada por un espacio en blanco.

En la *categoría B*, la erosión relativa oscila entre 3,01 y 5,00; en la *categoría C*, los valores oscilan entre 5,01 y 7,00; la *categoría D*, oscila entre 7,01 y 10,00; en la *categoría E*, los valores oscilan entre 10,01 y 16,00. No apareciendo ninguna subcuenca dentro de la *categoría F*, cuyos valores serían superiores a 16,01.

Estos mismos límites de categorías son los utilizados para el estudio individualizado de las cuencas números 8,9,11,13 y 14, cuya representación cartográfica, como ya hemos indicado, aparece en la fig. 4. La zona punteada es la que hemos considerado en la que sólo existen procesos de transporte y sedimentación.

MONSERRAT JARDI

Conclusiones

A través de los resultados obtenidos, se puede observar que las zonas de mayor erosión corresponden, por lo general, a las de menor superficie y, en contra de lo esperado, no en las zonas de cabecera. Sin lugar a dudas este método viene influenciado muy directamente por la densidad de drenaje que consigue los valores más altos en las pequeñas subcuencas situadas en los tramos medio y bajo de los cursos principales.

TABLA 1

| Cuenca | Superfíc (km ²) | Orden | Desnivel cursos (m) | Cursos orden 1 | Anom jerárq | Mem Tm/km ² /año | Mem Relat 1 | Mem Relat 2 |
|--------|--------------------------------|-------|------------------------|-------------------|----------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,141 | 2 | 1,08 | 170 | — | 7.063,017 | 3,12 B | |
| 2 | 0,308 | 2 | 2,02 | 240 | — | 3.615,876 | 1,60 A | |
| 3 | 0,083 | 2 | 0,70 | 85 | — | 10.828,600 | 4,79 B | |
| 4 | 0,476 | 3 | 3,14 | 580 | — | 3.922,982 | 1,73 A | |
| 5 | 0,101 | 2 | 0,90 | 120 | — | 14.631,010 | 6,47 C | |
| 6 | 0,101 | 2 | 0,81 | 195 | — | 9.420,861 | 4,16 B | |
| 7 | 0,326 | 3 | 2,56 | 545 | 9 | 8.242,390 | 3,64 B | |
| 8 | 6,510 | 5 | 45,58 | 10.840 | 152 | 6.023,181 | 2,66 A | |
| 8-A | 0,140 | 2 | 1,44 | 350 | — | 38.689,040 | | 15,63 E |
| 8-B | 0,508 | 3 | 3,62 | 780 | 11 | 5.594,984 | | 2,26 A |
| 8-C | 0,953 | 4 | 7,13 | 1.850 | 31 | 7.481,897 | | 3,02 B |
| 8-D | 0,094 | 2 | 0,82 | 150 | — | 13.621,340 | | 5,50 C |
| 8-E | 1,234 | 3 | 8,43 | 2.130 | 28 | 5.086,382 | | 2,05 A |
| 8-F | 0,703 | 3 | 4,50 | 1.105 | 13 | 3.778,498 | | 1,53 A |
| 8-G | 0,334 | 3 | 2,24 | 630 | — | 4.582,122 | | 1,85 A |
| 8-H | 0,517 | 3 | 3,34 | 1.005 | 10 | 4.045,129 | | 1,63 A |
| 8-I | 0,167 | 2 | 0,93 | 300 | — | 2.476,462 | | 1,00 O |
| 8-J | 0,162 | 2 | 1,16 | 220 | — | 5.446,659 | | 2,20 A |
| 8-K | 0,376 | 3 | 3,08 | 850 | 14 | 11.790,140 | | 4,76 B |
| 8-L | 0,284 | 3 | 1,68 | 375 | 6 | 2.782,590 | | 1,12 A |
| 8-M | 0,188 | 2 | 1,49 | 305 | — | 8.616,580 | | 3,48 B |
| 9 | 3,975 | 4 | 29,94 | 8.010 | 96 | 8.599,086 | 3,80 B | |
| 9-A | 0,070 | 2 | 0,55 | 180 | — | 9.316,973 | | 3,75 B |
| 9-B | 0,042 | 2 | 0,40 | 110 | — | 24.386,870 | | 9,82 D |
| 9-C | 0,085 | 2 | 0,59 | 105 | — | 4.750,135 | | 1,91 A |
| 9-D | 0,063 | 2 | 0,59 | 140 | — | 21.294,870 | | 8,57 D |
| 9-E | 0,056 | 2 | 0,43 | 140 | — | 8.380,375 | | 3,37 B |
| 9-F | 0,092 | 2 | 0,55 | 165 | — | 3.073,126 | | 1,24 A |
| 9-G | 0,065 | 2 | 0,48 | 175 | — | 7.355,627 | | 2,96 A |
| 9-H | 0,062 | 2 | 0,40 | 130 | — | 4.137,498 | | 1,67 A |
| 9-I | 0,203 | 2 | 1,44 | 445 | — | 5.879,459 | | 2,37 A |
| 9-J | 0,028 | 2 | 0,29 | 95 | — | 43.959,590 | | 17,70 F |
| 9-K | 0,651 | 3 | 4,78 | 1.280 | 15 | 6.571,287 | | 2,65 A |
| 9-L | 0,582 | 3 | 4,49 | 1.495 | 10 | 8.513,230 | | 3,43 B |
| 9-M | 0,063 | 2 | 0,51 | 185 | — | 11.111,340 | 4,47 B | |
| 9-N | 0,107 | 2 | 1,02 | 305 | — | 25.087,430 | | 10,10 E |
| 9-O | 0,478 | 3 | 2,73 | 640 | 6 | 2.483,830 | | 1,00 O |
| 9-P | 0,252 | 2 | 1,81 | 420 | — | 5.739,666 | | 2,31 A |
| 9-Q | 0,148 | 2 | 1,10 | 240 | — | 6.543,880 | | 2,63 A |
| 9-R | 0,037 | 2 | 0,34 | 100 | — | 20.131,650 | | 8,11 D |
| 10 | 0,146 | 2 | 1,37 | 255 | — | 20.567,180 | 9,09 D | |
| 11 | 5,743 | 5 | 35,28 | 8,405 | 77 | 4.039,801 | 1,79 A | |
| 11-A | 0,065 | 2 | 0,52 | 135 | — | 9.480,442 | | 4,87 B |
| 11-B | 0,089 | 2 | 0,73 | 175 | — | 10.486,150 | | 5,38 C |
| 11-C | 0,100 | 2 | 0,73 | 165 | — | 6.106,664 | | 3,14 B |
| 11-D | 0,086 | 2 | 0,58 | 140 | — | 3.009,047 | 1,54 A | |
| 11-E | 0,121 | 2 | 0,86 | 180 | — | 5.380,275 | | 2,76 A |
| 11-F | 0,723 | 3 | 4,63 | 915 | 13 | 3.571,844 | | 1,83 A |
| 11-G | 0,968 | 3 | 5,91 | 1.550 | 13 | 3.228,787 | | 1,66 A |
| 11-H | 0,781 | 3 | 4,61 | 1.575 | 7 | 3.069,410 | | 1,58 A |
| 11-I | 0,757 | 3 | 3,86 | 1.280 | 8 | 1.947,647 | | 1,00 O |
| 11-J | 0,310 | 3 | 2,50 | 495 | — | 9.295,769 | | 4,77 B |
| 11-K | 0,195 | 2 | 1,06 | 235 | — | 2.072,630 | | 1,06 A |
| 11-L | 0,151 | 2 | 0,99 | 195 | — | 3.877,265 | | 1,99 A |
| 12 | 0,133 | 2 | 1,00 | 145 | — | 6.435,393 | 2,84 A | |
| 13 | 7,905 | 5 | 50,41 | 12.065 | 147 | 4.345,279 | 1,92 A | |
| 13-A | 0,138 | 2 | 0,89 | 140 | — | 3.515,562 | | 1,63 A |
| 13-B | 0,408 | 3 | 2,69 | 435 | 9 | 3.907,595 | | 1,81 A |
| 13-C | 0,208 | 2 | 1,51 | 340 | — | 5.961,218 | | 2,77 A |
| 13-D | 0,135 | 2 | 1,09 | 200 | — | 9.225,765 | | 4,28 B |
| 13-E | 1,518 | 3 | 10,35 | 2.705 | 31 | 4.836,165 | | 2,25 A |
| 13-F | 0,824 | 3 | 5,46 | 1.580 | 13 | 4.780,088 | | 2,22 A |
| 13-G | 0,955 | 3 | 5,14 | 1.880 | 12 | 2.313,374 | | 1,07 A |
| 13-H | 0,354 | 2 | 2,01 | 455 | — | 2.400,919 | | 1,12 A |
| 13-I | 0,177 | 2 | 1,06 | 130 | — | 2.613,607 | | 1,21 A |
| 13-J | 0,928 | 2 | 5,82 | 1.430 | — | 3.449,304 | | 1,60 A |
| 13-K | 0,508 | 3 | 3,19 | 695 | 11 | 3.532,592 | | 1,64 A |
| 13-L | 0,392 | 3 | 2,14 | 515 | 9 | 2.153,267 | | 1,00 O |
| 13-M | 0,149 | 2 | 1,15 | 285 | — | 7.945,695 | | 3,69 B |
| 13-N | 0,123 | 2 | 0,86 | 200 | — | 5.146,586 | | 2,39 A |
| 13-O | 0,079 | 21 | 0,81 | 195 | — | 37.799,240 | | 17,55 F |
| 14 | 5,648 | 5 | 35,05 | 7.090 | 130 | 4.206,536 | 1,86 A | |
| 14-A | 0,183 | 2 | 1,42 | 220 | — | 7.471,732 | | 6,66 C |
| 14-B | 0,088 | 2 | 0,85 | 150 | — | 24.287,430 | | 21,66 G |
| 14-G | 0,096 | 2 | 0,79 | 160 | — | 10.293,300 | 9,18 D | |
| 14-D | 0,118 | 2 | 0,82 | 225 | — | 1.121,482 | | 1,00 O |
| 14-E | 0,748 | 4 | 5,12 | 1.265 | 20 | 5.781,115 | | 5,15 C |
| 14-F | 0,406 | 3 | 3,16 | 725 | — | 8.111,209 | | 7,23 D |
| 14-G | 0,356 | 2 | 2,36 | 450 | — | 4.019,076 | | 3,58 B |
| 14-H | 0,061 | 2 | 0,40 | 85 | — | 3.036,685 | | 3,51 B |
| 14-I | 0,293 | 2 | 2,01 | 400 | — | 4.623,280 | | 4,12 B |
| 14-J | 0,636 | 4 | 4,56 | 1.045 | 16 | 5.608,027 | 5,01 C | |
| 14-K | 0,100 | 2 | 0,49 | 90 | — | 1.446,727 | | 1,29 A |
| 14-L | 0,110 | 2 | 0,84 | 175 | — | 7.299,147 | | 6,51 C |
| 14-M | 0,082 | 2 | 0,50 | 115 | — | 3.073,829 | | 2,74 A |
| 14-N | 0,441 | 3 | 2,51 | 515 | 9 | 2.476,206 | | 2,21 A |
| 14-O | 0,089 | 2 | 0,61 | 120 | — | 4.597,251 | | 4,10 B |
| 14-P | 0,386 | 3 | 2,57 | 475 | 10 | 4.315,490 | | 3,85 B |
| 15 | 0,181 | 2 | 1,27 | 325 | — | 5.338,459 | 2,36 A | |
| 16 | 0,242 | 2 | 1,38 | 275 | — | 2.373,749 | 1,05 A | |
| 17 | 0,508 | 3 | 3,16 | 676 | 9 | 3.362,171 | 1,49 A | |
| 18 | 0,049 | 2 | 0,38 | 110 | — | 8.453,385 | 3,74 D | |
| 19 | 0,758 | 3 | 4,99 | 1.225 | 15 | 4.266,071 | 1,89 A | |
| 20 | 0,135 | 2 | 0,74 | 210 | — | 2.262,102 | 1,00 O | |
| 21 | 0,144 | 2 | 1,39 | 345 | — | 25.810,180 | 11,41 E | |
| 22 | 0,143 | 2 | 1,07 | 225 | — | 6.686,953 | 2,96 A | |
| 23 | 0,093 | 2 | 0,59 | 95 | — | 3.320,769 | 1,47 A | |
| 24 | 0,902 | 3 | 6,38 | 1.090 | 17 | 3.497,848 | 2,43 A | |
| 25 | 0,167 | 2 | 1,22 | 130 | — | 5.497,848 | 2,43 A | |
| 26 | 0,110 | 2 | 0,93 | 135 | — | 11.192,500 | 4,95 B | |

En las cuencas en que no hay anomalía jerárquica no aparece el número de cursos de orden 1.

| | | | | | | | | | |
|------|-------|---|------|-------|----|----|------------|---------|---------|
| 14-B | 0,088 | 2 | 0,85 | 150 | - | - | 24.287,430 | | 21,66'G |
| 14-G | 0,096 | 2 | 0,79 | 160 | - | - | 10.293,300 | 9,18 D | |
| 14-D | 0,118 | 2 | 0,82 | 225 | - | - | 1.121,482 | | 1,00 O |
| 14-E | 0,748 | 4 | 5,12 | 1.265 | 20 | 19 | 5.781,115 | | 5,15 C |
| 14-F | 0,406 | 3 | 3,16 | 725 | - | - | 8.111,209 | | 7,23 D |
| 14-G | 0,356 | 2 | 2,36 | 450 | - | - | 4.019,076 | | 3,58 B |
| 14-H | 0,061 | 2 | 0,40 | 85 | - | - | 3.936,685 | | 3,51 B |
| 14-I | 0,293 | 2 | 2,01 | 400 | - | - | 4.623,280 | | 4,12 B |
| 14-J | 0,636 | 4 | 4,56 | 1.045 | 16 | 1 | 5.608,027 | 5.01 C | |
| 14-K | 0,100 | 2 | 0,49 | 90 | - | - | 1.446,727 | | 1,29 A |
| 14-L | 0,110 | 2 | 0,84 | 175 | - | - | 7.299,147 | | 6,51 C |
| 14-M | 0,082 | 2 | 0,50 | 115 | - | - | 3.073,829 | | 2,74 A |
| 14-N | 0,441 | 3 | 2,51 | 515 | 9 | 3 | 2.476,206 | | 2,21 A |
| 14-O | 0,089 | 2 | 0,61 | 120 | - | - | 4.597,251 | | 4,10 B |
| 14-P | 0,386 | 3 | 2,57 | 475 | 10 | 4 | 4.315,490 | | 3,85 B |
| 15 | 0,181 | 2 | 1,27 | 325 | - | - | 5.338,459 | 2,36 A | |
| 16 | 0,242 | 2 | 1,38 | 275 | - | - | 2.373,749 | 1,05 A | |
| 17 | 0,508 | 3 | 3,16 | 676 | 9 | 3 | 3.362,171 | 1,49 A | |
| 18 | 0,049 | 2 | 0,38 | 110 | - | - | 8.453,385 | 3,74 B | |
| 19 | 0,758 | 3 | 4,99 | 1.225 | 15 | 5 | 4.266,071 | 1,89 A | |
| 20 | 0,135 | 2 | 0,74 | 210 | - | - | 2.262,102 | 1,00 O | |
| 21 | 0,144 | 2 | 1,39 | 345 | - | - | 25.810,180 | 11,41 E | |
| 22 | 0,143 | 2 | 1,07 | 225 | - | - | 6.686,953 | 2,96 A | |
| 23 | 0,093 | 2 | 0,59 | 95 | - | - | 3.320,769 | 1,47 A | |
| 24 | 0,902 | 3 | 6,38 | 1.090 | 17 | 6 | 5.497,848 | 2,43 A | |
| 25 | 0,167 | 2 | 1,22 | 130 | - | - | 5.497,848 | 2,43 A | |
| 26 | 0,110 | 2 | 0,93 | 135 | - | - | 11.192,500 | 4,95 B | |

En las cuencas en que no hay anomalía jerárquica no aparece el número de cursos de orden 1.

| | | | | | | | | |
|------|-------|----|-------|--------|-----|-----|------------|---------|
| 9-P | 0,252 | 2 | 1,81 | 420 | - | - | 5.739,666 | 2,31 A |
| 9-Q | 0,148 | 2 | 1,10 | 240 | - | - | 6.543,880 | 2,63 A |
| 9-R | 0,037 | 2 | 0,34 | 100 | - | - | 20.131,650 | 8,11 D |
| 10 | 0,146 | 2 | 1,37 | 255 | - | - | 20.567,180 | 9,09 D |
| 11 | 5,743 | 5 | 35,28 | 8,405 | 77 | 127 | 4.039,801 | 1,79 A |
| 11-A | 0,065 | 2 | 0,52 | 135 | - | - | 9.480,442 | 4,87 B |
| 11-B | 0,089 | 2 | 0,73 | 175 | - | - | 10.486,150 | 5,38 C |
| 11-C | 0,100 | 2 | 0,73 | 165 | - | - | 6.106,664 | 3,14 B |
| 11-D | 0,086 | 2 | 0,58 | 140 | - | - | 3.009,047 | 1,54 A |
| 11-E | 0,121 | 2 | 0,86 | 180 | - | - | 5.380,275 | 2,76 A |
| 11-F | 0,723 | 3 | 4,63 | 915 | 13 | 2 | 3.571,844 | 1,83 A |
| 11-G | 0,968 | 3 | 5,91 | 1.550 | 13 | 3 | 3.228,787 | 1,66 A |
| 11-H | 0,781 | 3 | 4,61 | 1.575 | 7 | 1 | 3.069,410 | 1,58 A |
| 11-I | 0,757 | 3 | 3,86 | 1.280 | 8 | 3 | 1,947,647 | 1,00 O |
| 11-J | 0,310 | 3 | 2,50 | 495 | - | - | 9.295,769 | 4,77 B |
| 11-K | 0,195 | 2 | 1,06 | 235 | - | - | 2.072,630 | 1,06 A |
| 11-L | 0,151 | 2 | 0,99 | 195 | - | - | 3.877,265 | 1,99 A |
| 12 | 0,133 | 2 | 1,00 | 145 | - | - | 6.435,,393 | 2,84 A |
| 13 | 7,905 | 5 | 50,41 | 12.065 | 147 | 163 | 4.345,279 | 1,92 A |
| 13-A | 0,138 | 2 | 0,89 | 140 | - | - | 3.515,562 | 1,63 A |
| 13-B | 0,408 | 3 | 2,69 | 435 | 9 | 2 | 3.907,595 | 1,81 A |
| 13-C | 0,208 | 2 | 1,51 | 340 | - | - | 5.961,218 | 2,77 A |
| 13-D | 0,135 | 2 | 1,09 | 200 | - | - | 9.225,765 | 4,28 B |
| 13-E | 1,518 | 3 | 10,35 | 2.705 | 31 | 6 | 4.836,165 | 2,25 A |
| 13-F | 0,824 | 3 | 5,46 | 1.580 | 13 | 9 | 4.780,088 | 2,22 A |
| 13-G | 0,955 | 3 | 5,14 | 1.880 | 12 | 1 | 2.313,374 | 1,07 A |
| 13-H | 0,354 | 2 | 2,01 | 455 | - | - | 2.400,919 | 1,12 A |
| 13-I | 0,177 | 2 | 1,06 | 130 | - | - | 2.613,607 | 1,21 A |
| 13-J | 0,928 | 2 | 5,82 | 1.430 | - | - | 3.449,304 | 1,60 A |
| 13-K | 0,508 | 3 | 3,19 | 695 | 11 | 4 | 3.532,592 | 1,64 A |
| 13-L | 0,392 | 3 | 2,14 | 515 | 9 | 1 | 2.153,267 | 1,00 O |
| 13-M | 0,149 | 2 | 1,15 | 285 | - | - | 7.945,695 | 3,69 B |
| 13-N | 0,123 | 2 | 0,86 | 200 | - | - | 5.146,586 | 2,39 A |
| 13-O | 0,079 | 21 | 0,81 | 195 | - | - | 37.799,240 | 17,55 F |
| 14 | 5,648 | 5 | 35,05 | 7.090 | 130 | 173 | 4.206,536 | 1,86 A |

TABLA 1

| Cuenca | Superficie (km ²) | Orden | Desnivel cursos | Desnivel cursos (m) | Cursos orden 1 | Anom jerárq | Mem Tm/km ² /año | Mem Relat 1 | Mem Relat 2 |
|--------|-------------------------------|-------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,141 | 2 | 1,08 | 170 | | - | 7.063,017 | 3,12 B | |
| 2 | 0,308 | 2 | 2,02 | 240 | | - | 3.615,876 | 1,60 A | |
| 3 | 0,083 | 2 | 0,70 | 85 | | - | 10.828,600 | 4,79 B | |
| 4 | 0,476 | 3 | 3,14 | 580 | | - | 3.922,982 | 1,73 A | |
| 5 | 0,101 | 2 | 0,90 | 120 | | - | 14.631,010 | 6,47 C | |
| 6 | 0,101 | 2 | 0,81 | 195 | | - | 9.420,861 | 4,16 B | |
| 7 | 0,326 | 3 | 2,56 | 545 | 9 | 1 | 8.242,390 | 3,64 B | |
| 8 | 6,510 | 5 | 45,58 | 10.840 | 152 | 132 | 6.023,181 | 2,66 A | |
| 8-A | 0,140 | 2 | 1,44 | 350 | | - | 38.689,040 | | 15,63 E |
| 8-B | 0,508 | 3 | 3,62 | 780 | 11 | 3 | 5.594,984 | | 2,26 A |
| 8-C | 0,953 | 4 | 7,13 | 1.850 | 31 | 13 | 7.481,897 | | 3,02 B |
| 8-D | 0,094 | 2 | 0,82 | 150 | | - | 13.621,340 | | 5,50 C |
| 8-E | 1,234 | 3 | 8,43 | 2.130 | 28 | 13 | 5.086,382 | | 2,05 A |
| 8-F | 0,703 | 3 | 4,50 | 1.105 | 13 | 3 | 3.778,498 | | 1,53 A |
| 8-G | 0,334 | 3 | 2,24 | 630 | | - | 4.582,122 | | 1,85 A |
| 8-H | 0,517 | 3 | 3,34 | 1.005 | 10 | 1 | 4.045,129 | | 1,63 A |
| 8-I | 0,167 | 2 | 0,93 | 300 | | - | 2.476,462 | | 1,00 O |
| 8-J | 0,162 | 2 | 1,16 | 220 | | - | 5.446,659 | | 2,20 A |
| 8-K | 0,376 | 3 | 3,08 | 850 | 14 | 7 | 11.790,140 | | 4,76 B |
| 8-L | 0,284 | 3 | 1,68 | 375 | 6 | 1 | 2.782,590 | | 1,12 A |
| 8-M | 0,188 | 2 | 1,49 | 305 | | - | 8.616,580 | | 3,48 B |
| 9 | 3,975 | 4 | 29,94 | 8.010 | 96 | 95 | 8.599,086 | 3,80 B | |
| 9-A | 0,070 | 2 | 0,55 | 180 | | - | 9.316,973 | | 3,75 B |
| 9-B | 0,042 | 2 | 0,40 | 110 | | - | 24.386,870 | | 9,82 D |
| 9-C | 0,085 | 2 | 0,59 | 105 | | - | 4.750,135 | | 1,91 A |
| 9-D | 0,063 | 2 | 0,59 | 140 | | - | 21.294,870 | | 8,57 D |
| 9-E | 0,056 | 2 | 0,43 | 140 | | - | 8.380,375 | | 3,37 B |
| 9-F | 0,092 | 2 | 0,55 | 165 | | - | 3.073,126 | | 1,24 A |
| 9-G | 0,065 | 2 | 0,48 | 175 | | - | 7.355,627 | | 2,96 A |
| 9-H | 0,062 | 2 | 0,40 | 130 | | - | 4.137,498 | | 1,67 A |
| 9-I | 0,203 | 2 | 1,44 | 445 | | - | 5.879,459 | | 2,37 A |
| 9-J | 0,028 | 2 | 0,29 | 95 | | - | 43.959,590 | | 17,70 F |
| 9-K | 0,651 | 3 | 4,78 | 1.280 | 15 | 3 | 6.571,287 | | 2,65 A |



VALOR RELATIVO DE LA EROSION

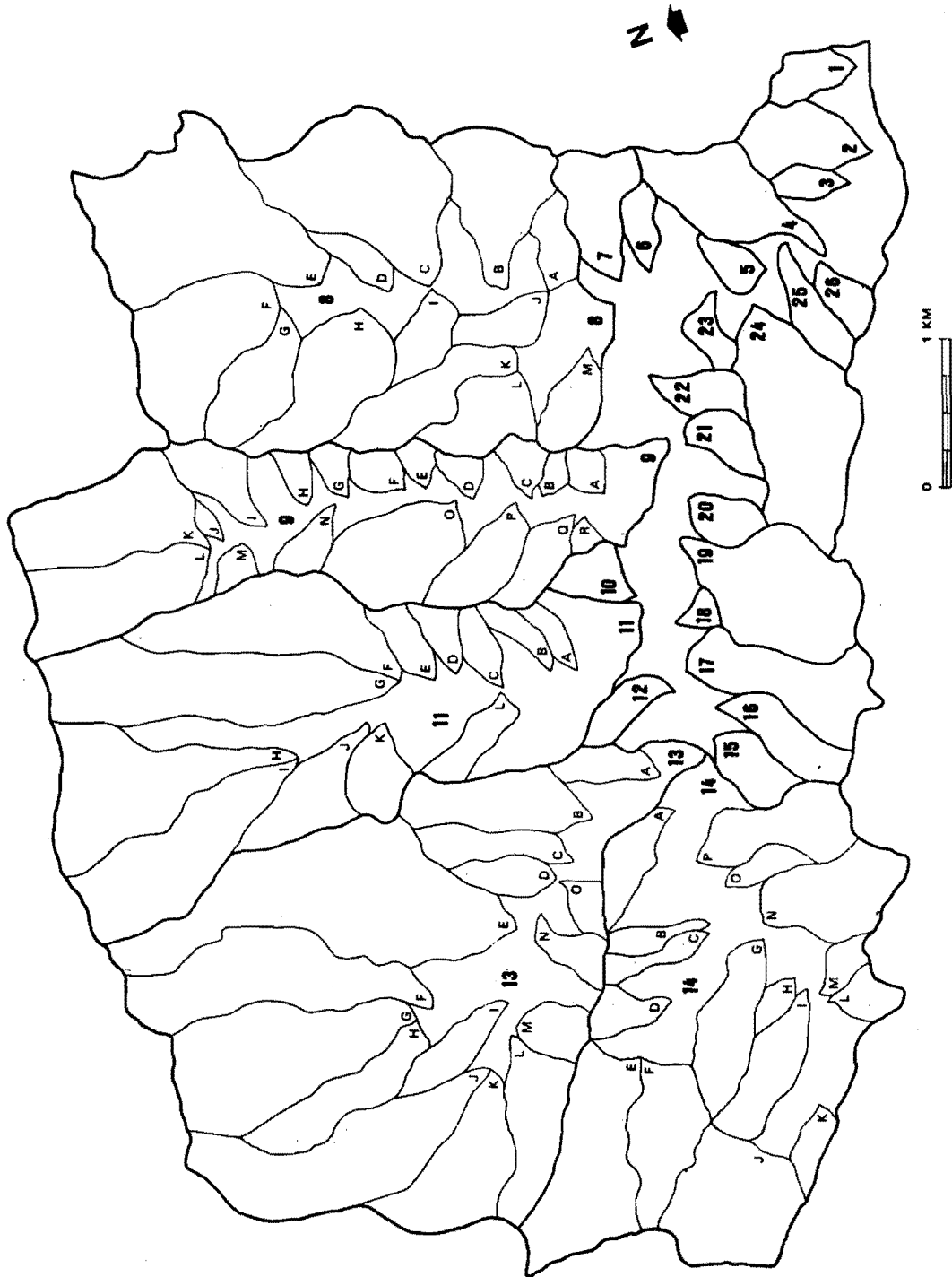


Fig. 1.
Distribución de las 100 subcuencas o unidades de estudio.

MONSERRAT JARDI

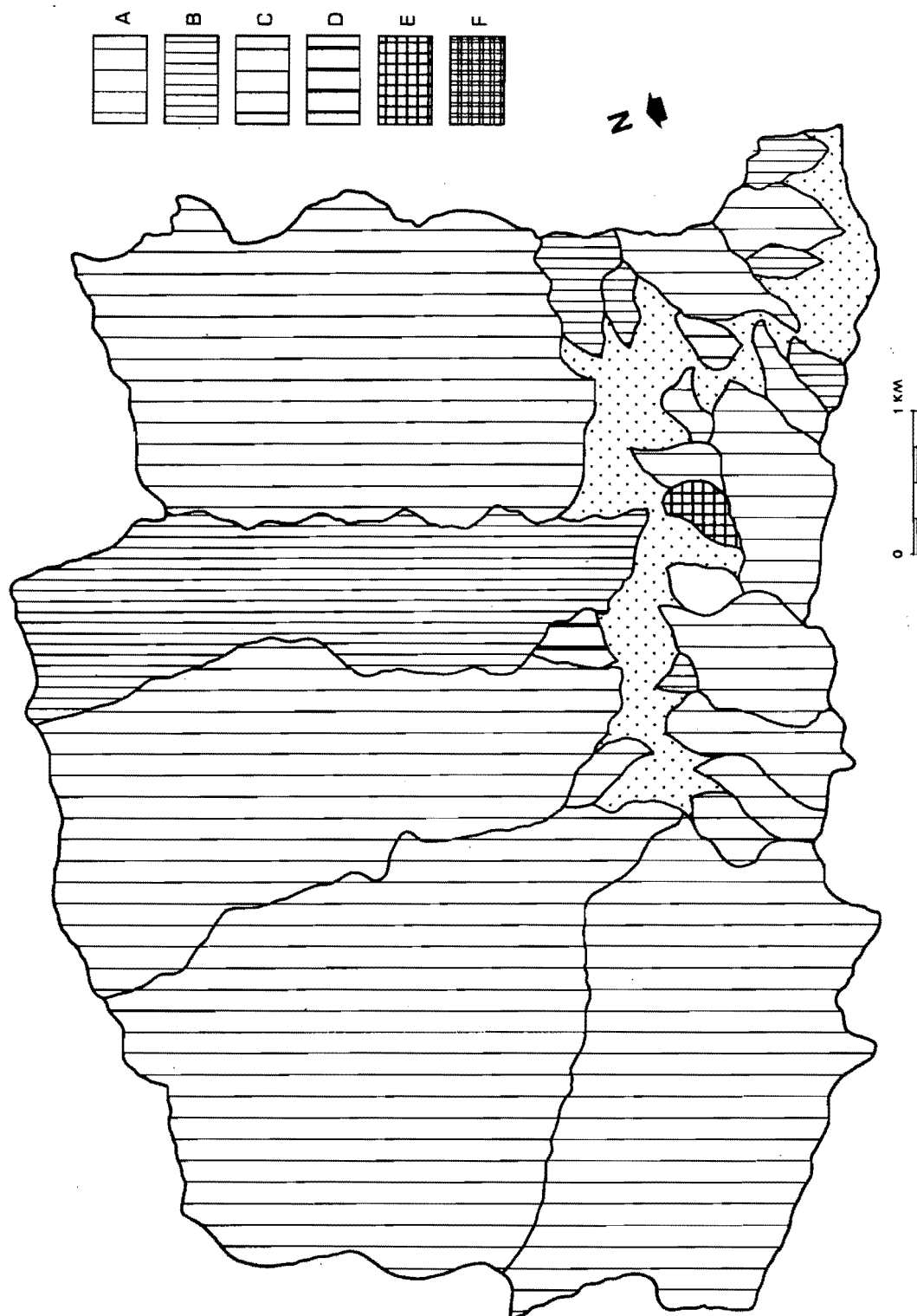


Fig. 2

Clasificación según Strahler del orden de los cursos.

Orden 1: ———

Orden 2: - - - - -

Orden 3: - · - · -

Orden 4: ———

Orden 5: ·····

Orden 6: - · - · -

VALOR RELATIVO DE LA EROSION

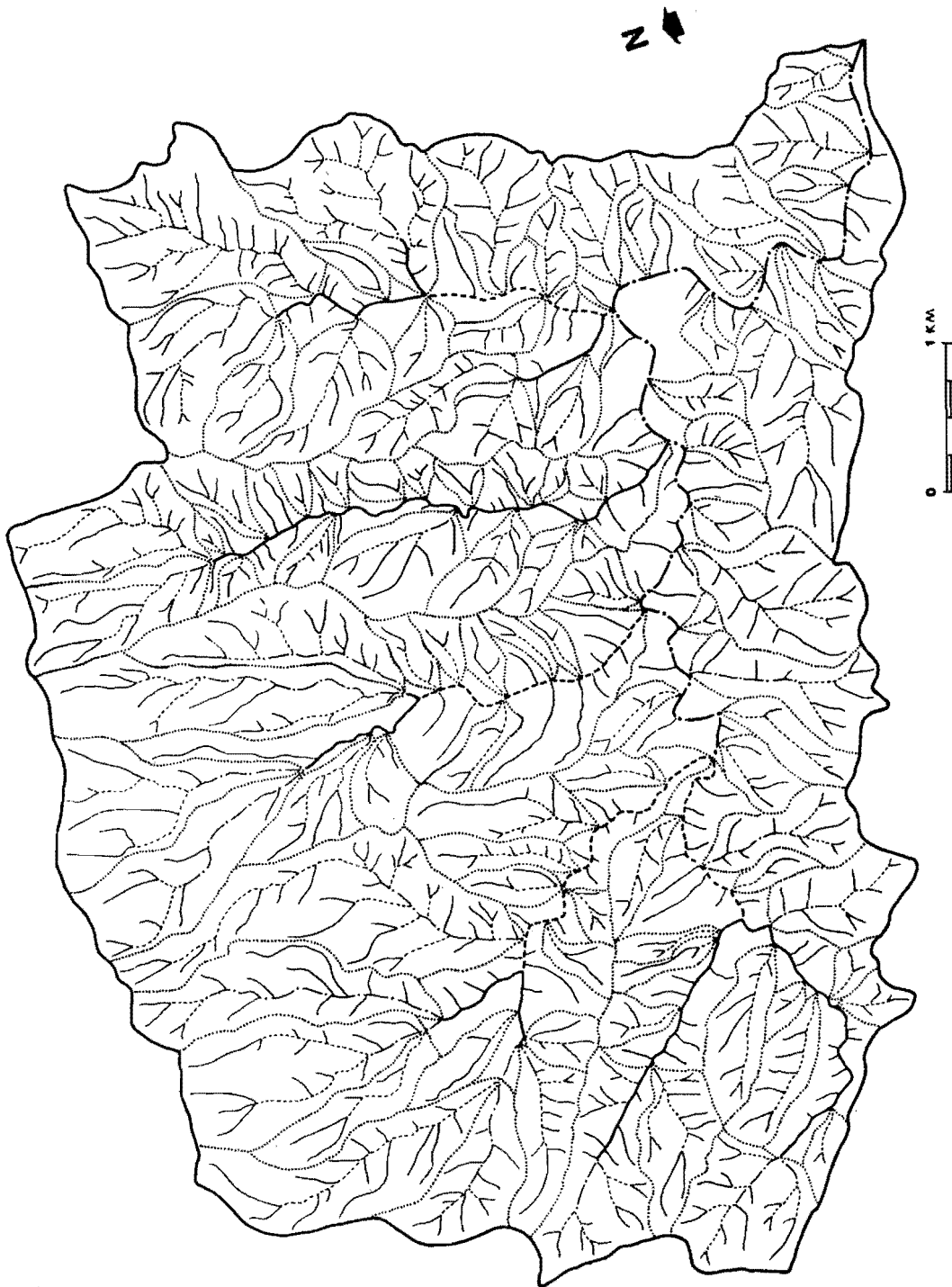


Fig. 3
Erosión relativa de las 26 subcuencas.

MONSERRAT JARDI

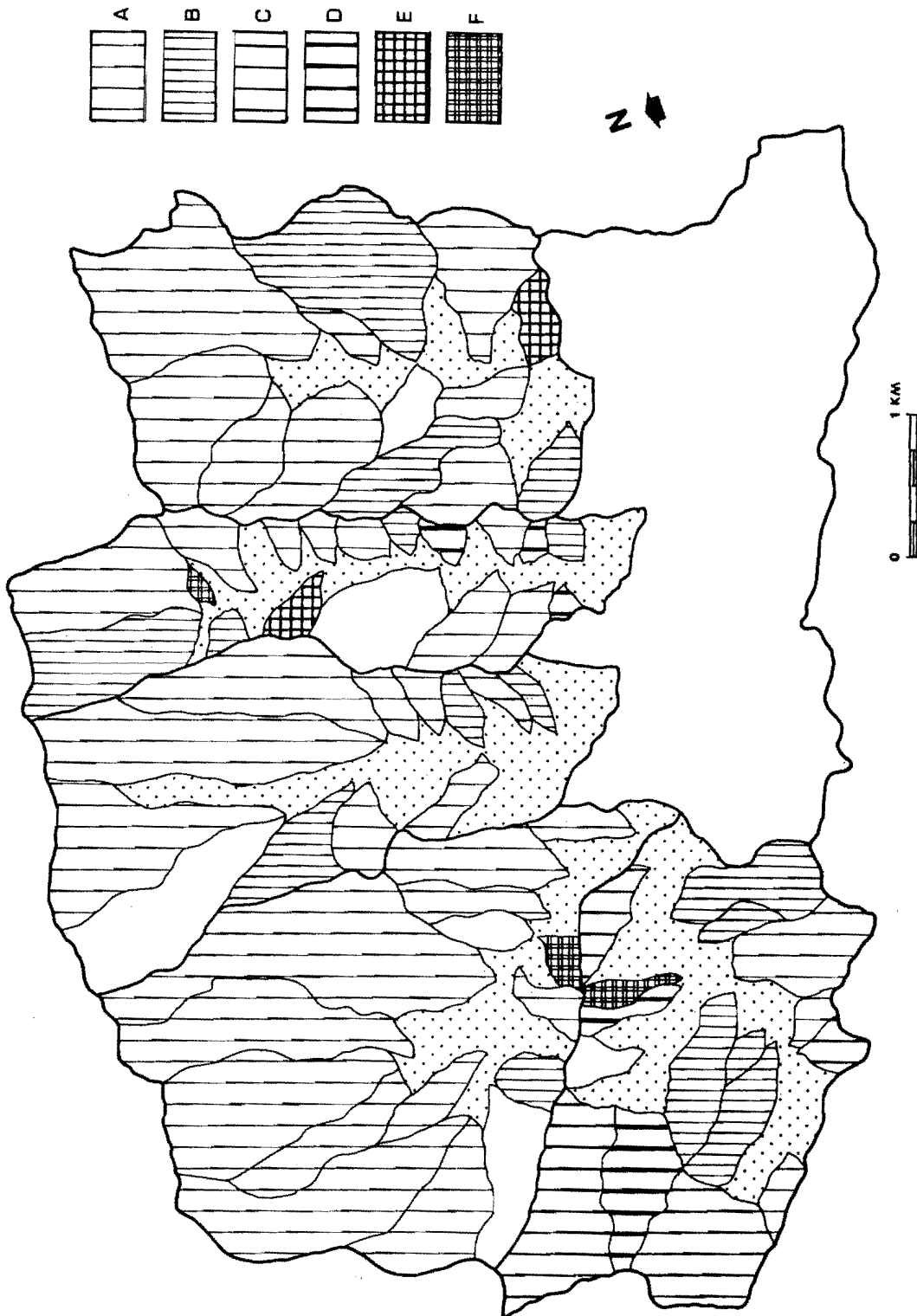


Fig. 4.
Erosión relativa de las sucuencias 8, 9, 11, 13 y 14.