

Densidad de la red fluvial de Cuba*

**José L. BATISTA SILVA

RESUMEN. *Utilizando los datos de parámetros morfométricos de cuencas fluviales con áreas de 5 km² o mayores, se ha elaborado un mapa de la densidad de la red fluvial de Cuba. Se presenta un breve análisis de las características hidrográficas del país y se incluyen gráficas que relacionan entre sí algunos parámetros morfométricos.*

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este trabajo es la elaboración del mapa de la densidad de la red fluvial, parámetro hidrográfico que caracteriza el desarrollo de la distribución espacial y el movimiento del escurrimiento superficial. Dada la importancia del mapa de la densidad de la red fluvial para conocer mejor las características hidrológicas de nuestro territorio y, que además ha sido elaborado siguiendo metodologías adecuadas, este mapa ha sido incluido en la subsección "El agua y sus recursos" para el futuro Atlas Nacional de Cuba.

La densidad de la red fluvial se utiliza en el cálculo de los gastos máximos y es importante en el estudio del régimen hídrico de los ríos que no tengan datos de observacio-

nes hidrométricas. Contribuye a un mejor conocimiento de las características hidrográficas del país y es un factor clave en el estudio de otros elementos relacionados con los componentes del balance hídrico.

El mapa se ha elaborado a partir de la información obtenida mediante cartas topográficas a escala 1:50 000 para cuencas superficiales mayores de 5 km².

Además de la densidad de la red fluvial, se presentan algunas relaciones entre parámetros morfométricos de cuencas fluviales y se dan características generales de la hidrografía del país, que son de interés para estudios e investigaciones hidrológico-geográficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cartas topográficas a escala 1:50 000 sirvieron de base material para la determinación de los elementos morfométricos de las cuencas fluviales, necesarios para el presente trabajo. Todas las mediciones están referidas a cuencas superficiales, considerando la red

fluvial desde el nacimiento hasta la desembocadura de los ríos.

*Manuscrito aprobado en mayo de 1986.

**Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba.

La densidad de la red fluvial se obtuvo sumando todas las corrientes superficiales permanentes e intermitentes, contenidas dentro de cuencas fluviales mayores de 5 km², y dividiendo por las áreas de éstas. El resultado de las mediciones de 600 cuencas fluviales en la Isla de Cuba y 32 en Isla de la Juventud se representó en el mapa a escala 1:1 000 000. Después de determinada la distribución de los intervalos de clase característicos del territorio mediante los histogramas de frecuencia, se procedió al trazado de

las áreas tipo de la densidad de la red fluvial, a escala 1:2 000 000.

Se seleccionaron 55 cuencas fluviales como una muestra de todas las cuencas del país, con parámetros morfométricos que cumplen los requisitos de representatividad e independencia (Tabla 1). Las cuencas escogidas, 14 de la región occidental, 18 de la central y 23 de la oriental, facilitaron el análisis de algunas relaciones entre sus elementos hidrográficos.

TABLA 1. *Parámetros morfométricos de algunos ríos seleccionados.*

| Río | Área de la cuenca (km ²) | Longitud del cauce principal (km) | Ancho medio de la cuenca (3): (4) | Pendiente media de la cuenca (%) | Pendiente media del río (%) | Altura media de la cuenca (m) | Densidad de la red fluvial (km/km ²) |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| Mantua | 293 | 66 | 4,44 | 9,8 | 0,14 | 81 | 1,00 |
| Mani-Mani | 119 | 43 | 2,77 | 22,0 | 0,55 | 146 | 0,90 |
| Cuyaguaje | 737 | 99 | 7,44 | 13,0 | 0,11 | 126 | 1,10 |
| Hondo | 578 | 106 | 5,45 | 10,8 | 0,12 | 109 | 1,30 |
| San Diego | 442 | 86 | 5,02 | 8,6 | 0,13 | 100 | 0,70 |
| Bacunagua | 153 | 40 | 3,82 | 6,3 | 0,24 | 82 | 0,90 |
| La Palma | 878 | 76 | 11,5 | 0,87 | 0,09 | 48 | 0,55 |
| Guamá | 545 | 67 | 8,13 | 7,92 | 0,20 | 80 | 1,00 |
| Mosquito | 26 | 12 | 2,17 | 7,70 | 0,66 | 68 | 2,10 |
| Almendares | 402 | 50 | 8,04 | 4,70 | 0,33 | 114 | 0,80 |
| Bacuranao | 62 | 22 | 2,82 | 7,20 | 0,42 | 49 | 1,90 |
| Mayabeque | 652 | 53 | 12,3 | 3,90 | 0,56 | 122 | 0,50 |
| Hanábana | 1 050 | 111 | 9,46 | 0,60 | 0,06 | 51 | 0,50 |
| Jaruco | 160 | 31 | 5,16 | 5,40 | 0,50 | 75 | 0,90 |
| Dajmují | 1 167 | 62 | 18,8 | 1,52 | 0,08 | 48 | 0,80 |
| Sagua la Grande | 2 188 | 144 | 15,2 | 2,30 | 0,10 | 81 | 0,60 |
| Sagua la Chica | 1 055 | 91 | 11,6 | 5,30 | 0,19 | 110 | 0,80 |
| Jaibonico del Norte | 252 | 70 | 3,6 | 4,90 | 0,24 | 150 | 1,30 |

(Continúa)

TABLA 1 (Continuación)

| Río | Área de la cuenca (km ²) | Longitud del cauce principal (km) | Ancho medio de la cuenca (3) : (4) | Pendiente media de la cuenca (%) | Pendiente media del río (%) | Altura media de la cuenca (m) | Densidad de la red fluvial (km/km ²) |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| Arimao | 979 | 86 | 11,4 | 14,9 | 0,64 | 259 | 0,90 |
| Agabama | 1 713 | 118 | 14,5 | 13,3 | 0,17 | 214 | 1,20 |
| Zaza | 2 394 | 145 | 16,5 | 5,20 | 0,10 | 122 | 1,00 |
| La Yana | 1 445 | 73 | 19,8 | 0,74 | 0,08 | 41 | 0,30 |
| Caonao | 1 235 | 132 | 9,36 | 1,30 | 0,07 | 67 | 0,60 |
| Saramaguacán | 1 241 | 91 | 13,6 | 1,90 | 0,08 | 69 | 0,80 |
| Máximo | 653 | 60 | 10,9 | 2,90 | 0,16 | 68 | 0,70 |
| Jatibonico del Sur | 835 | 117 | 7,14 | 3,50 | 0,13 | 106 | 0,80 |
| San Pedro | 893 | 116 | 7,70 | 1,40 | 0,08 | 79 | 0,70 |
| Itabo | 571 | 46 | 12,4 | 0,46 | 0,11 | 23 | 0,40 |
| Las Yaguas | 561 | 78 | 7,19 | 0,80 | 0,10 | 58 | 0,60 |
| Altamira (Durán) | 540 | 64 | 8,44 | 0,80 | 0,12 | 39 | 0,70 |
| Najasa | 895 | 104 | 8,60 | 2,20 | 0,10 | 76 | 0,70 |
| Sevilla | 743 | 92 | 8,08 | 2,80 | 0,10 | 79 | 0,80 |
| Jobabo | 682 | 77 | 8,86 | 2,11 | 0,12 | 62 | 0,90 |
| Mayarí | 1 231 | 107 | 11,5 | 20,4 | 0,27 | 307 | 1,50 |
| Sagua de Tánamo | 1 174 | 87 | 13,2 | 21,1 | 0,40 | 298 | 1,20 |
| Toa | 1 053 | 118 | 8,92 | 28,0 | 0,56 | 482 | 1,10 |
| Cauto | 8 969 | 343 | 26,1 | 6,80 | 0,04 | 160 | 0,70 |
| Buey | 531 | 90 | 5,90 | 15,7 | 0,27 | 248 | 1,00 |
| Gua | 906 | 75 | 12,1 | 7,00 | 0,24 | 100 | 0,90 |
| Guantánamo | 1 221 | 98 | 12,5 | 10,1 | 0,21 | 176 | 1,00 |
| Yateras | 667 | 76 | 8,78 | 16,1 | 0,77 | 392 | 1,10 |
| Guaninicún | 640 | 56 | 11,4 | 10,0 | 0,28 | 220 | 1,30 |
| Contramaestre | 958 | 92 | 10,4 | 13,2 | 0,30 | 269 | 1,00 |
| Bayamo | 747 | 88 | 8,49 | 17,6 | 0,50 | 355 | 0,80 |
| Manatí | 70 | 28 | 2,50 | 0,80 | 0,22 | 32 | 2,10 |
| Cacoyugúin | 240 | 46 | 5,22 | 6,00 | 0,25 | 78 | 1,60 |

(Continúa)

TABLA 1 (Continuación)

| Río | Área de la cuenca (km ²) | Longitud del cauce principal (km) | Ancho medio de la cuenca (3): (4) | Pendiente media de la cuenca (%) | Pendiente media del río (%) | Altura media de la cuenca (m) | Densidad de la red fluvial (km/km ²) |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| Tacajó | 620 | 54 | 11,5 | 5,10 | 0,27 | 79 | 1,40 |
| Turquino | 113 | 19 | 5,95 | 57,8 | 6,70 | 838 | 1,40 |
| Salado | 2 285 | 120 | 19,0 | 2,00 | 0,90 | 77 | 0,50 |
| Siguanea | 28 | 14 | 2,00 | 3,60 | 0,40 | 31 | 1,90 |
| Los Indios | 41 | 13 | 3,15 | 3,50 | 0,32 | 28 | 1,80 |
| Del Medio Las Nuevas | 226 | 31 | 7,29 | 3,50 | 0,14 | 36 | 1,40 |
| Las Casas | 63 | 17 | 3 82 | 3,70 | 0,13 | 23 | 1,20 |
| Arroyo Santiago | 39 | 14 | 2,80 | 2,70 | 0,32 | 26 | 1,20 |
| Arroyo Grande | 18 | 12 | 1,50 | 2,80 | 0,50 | 23 | 1,90 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de la red fluvial.

La red hidrográfica no está uniformemente distribuida en el territorio del país. Existen zonas con buen desarrollo de la red fluvial y otras en las que ésta es escasa.

La formación de la red hidrográfica para nuestras condiciones dependen de la interacción de las lluvias, el relieve y las características geológicas del territorio. La cantidad, intensidad y distribución de las lluvias, junto con las propiedades hidromecánicas de los suelos, las pendientes del relieve que regulan el tiempo de concentración de las lluvias hacia los cauces, la vegetación —que con su sistema radicular fortalece el suelo y evita la erosión, contribuyendo a que aumente la infiltración y por tanto disminuya en cierta medida la densidad de la red— son todos factores que en su interacción conforman la red fluvial.

Por tanto, podemos decir que la red fluvial está determinada por factores fisiográ-

ficos estables y constituye la condición geográfica necesaria para la formación del escurrimiento superficial que, a su vez, está muy relacionado con un parámetro climático inestable, como lo es la lluvia que cae sobre la cuenca hidrográfica.

En la elaboración del mapa se ha considerado la red fluvial por cuencas y para ríos con cauces definidos, es decir, aquéllos en los cuales existen condiciones para la formación de escurrimiento superficial, independientemente de su régimen.

Existen otros factores que influyen en la densidad de la red fluvial, como, por ejemplo, la construcción de sistemas de regadíos, canales y drenajes, la rectificación de cauces, y otras medidas de mejoramiento hidráulico. En ciertos lugares carsificados la red fluvial es escasa o simplemente no existe, debido a que casi toda la lluvia que cae se infiltra. Esto puede observarse en zonas como la Península de Guanahacabibes, Ciénaga de

Zapata y *N* de Santa Clara, entre otras (Fig. 1).

La densidad de la red fluvial para nuestro territorio varía desde 0,20 hasta 4,0 km/km². La mayor densidad (3,8-4,0 km/km²) pertenece a dos pequeños ríos situados en el *N* de la Provincia de Holguín: el Tánamo y el Limones. La densidad promedio para todo el territorio es de 0,50-1,00 km/km².

Características de la red fluvial

La red fluvial de Cuba está caracterizada por ríos de corto curso y, en general, de poco caudal. El parteaguas central divide el territorio en dos vertientes: septentrional y meridional. Algunos ríos corren de *E* a *W*, como el Cauto, que tiene una longitud de 343 km y un área de cuenca colectora de



Fig. 1. Densidad de la red fluvial.

8 969 km²; el Toa, con un trayecto de 118 km y una cuenca de 1 053 km²; pero la mayoría de los ríos vierten sus aguas en dirección *N* o *S*.

El área ocupada por cuencas hidrográficas superficiales es de 81 038 km²; y por pantanos, ciénagas, áreas sin red fluvial definida, etc., es de 26 312 km². De las cuencas selectoras superficiales, 87% son menores de 200 km² (Tabla 2) y solamente 3 sobrepasan los 2 000 km² (MORA, 1976).

Como ya se ha expresado, los ríos son de corto curso debido al relieve y configuración del territorio (Fig. 2). Gran parte de ellos no tienen escurrimiento durante la época menos lluviosa o de seca (noviembre-abril) y los que tienen algún caudal es de solo unas decenas de litros por segundo. Ante lluvias torrenciales, los pequeños arroyos y ríos, con red fluvial definida, se convierten en corrientes caudalosas que dejan

TABLA 2. Clasificación de las cuencas según sus áreas colectoras hasta las desembocaduras.

| Intervalo de área (km ²) | Cantidad de cuencas | Porcentaje |
|--------------------------------------|---------------------|------------|
| 5 - 50 | 380 | 60,1 |
| 51 - 100 | 103 | 16,3 |
| 101 - 200 | 67 | 10,6 |
| 201 - 300 | 21 | 3,32 |
| 301 - 400 | 11 | 1,74 |
| 401 - 500 | 10 | 1,58 |
| 501 - 600 | 8 | 1,27 |
| 601 - 700 | 7 | 1,11 |
| 701 - 800 | 3 | 0,48 |
| 801 - 900 | 4 | 0,64 |
| 901 - 1 000 | 3 | 0,48 |
| 1 001 - 1 500 | 11 | 1,74 |
| 1 501 - 2 000 | 1 | 0,16 |
| 2 001 - 2 500 | 2 | 0,32 |
| más de 2 500 | | 0,16 |

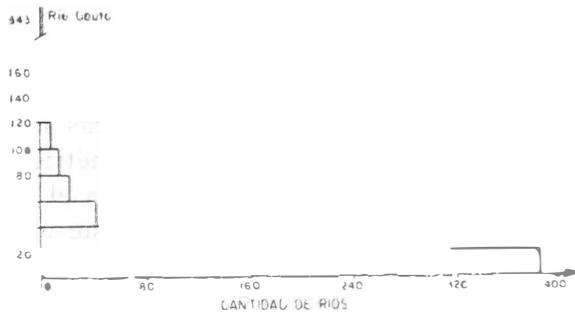


Fig. 2. Cantidad y longitud de los ríos.

de correr al cesar la alimentación pluvial. Por otra parte, en zonas con suelos de poca permeabilidad, sin red fluvial definida, frecuentemente ocurren inundaciones producidas por las lluvias, donde se acumula una lámina de agua durante varios días hasta que se evapora o se infiltra lentamente.

La distribución de ríos y arroyos en el territorio determina que la región oriental sea la más irrigada, y es además donde se concentran los mayores y más caudalosos ríos, a pesar de no ser la más húmeda del país desde el punto de vista climático, pero sí la región que presenta más alta diferenciación fisiográfica.

Del total de ríos con cuencas mayores de 5 km², 55% corresponden a la región hidrológica oriental, 32% a la occidental, y 13% a la central (BATISTA, 1974). En Isla de la Juventud corren unos 33 arroyos y pequeños ríos.

El análisis del mapa de la densidad de la red fluvial y su comparación con el mapa isoyético medio anual (GAGUA *et al.*, 1976) demuestra lo expresado anteriormente sobre la influencia de las lluvias en la formación de los recursos hídricos: mayores densidades corresponden a altos núcleos de lluvia (Sierra Maestra, Escambray).

Para analizar las relaciones entre parámetro morfométricos se tomaron los datos de 55 cuencas fluviales distribuidas en todo el territorio (Tabla 1). La Fig. 3 muestra que existe buena correlación entre las longitudes de ríos y las áreas de cuencas superficiales.

La relación entre la longitud del río (L), el área de la cuenca (A) y el ancho medio de ésta ($B = A/L$), es una importante característica hidrográfica que muestra la regularidad existente para los ríos cubanos de áreas mayores de 5 km² (Fig. 4).

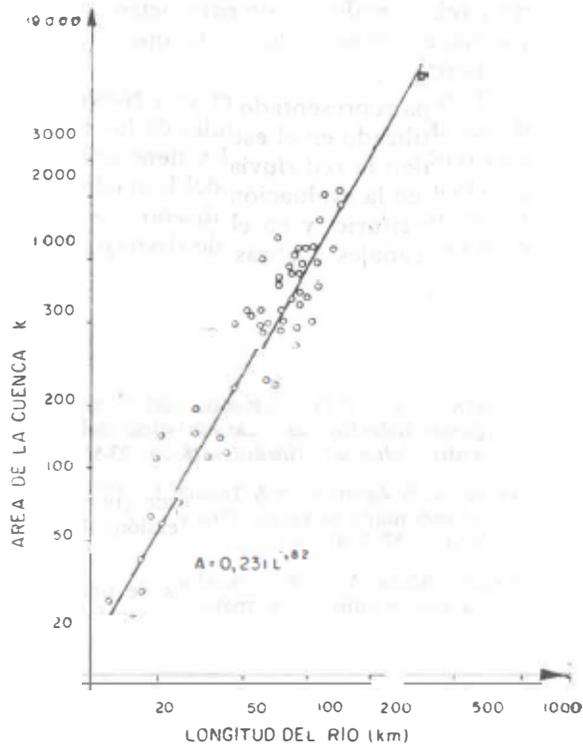


Fig. 3. Relación entre áreas de cuencas fluviales y longitudes de sus ríos (L).

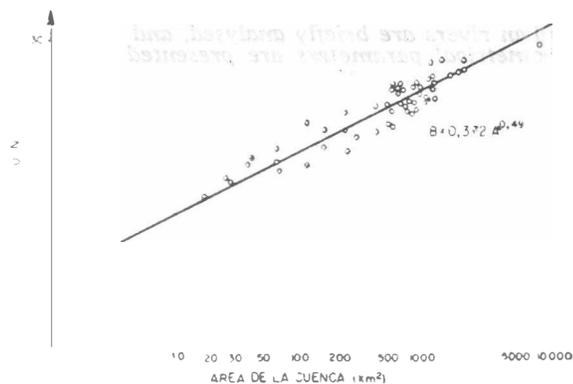


Fig. 4. Relación entre el ancho medio ($B = A/L$) y área de cuencas fluviales (A).

CONCLUSIONES

La red fluvial en Cuba está determinada por factores fisiográficos estables y constituye la condición necesaria para la formación del escurrimiento superficial que, a su vez, está muy relacionado con un parámetro climático inestable, como es la lluvia que cae sobre la cuenca.

El mapa representado en este trabajo puede ser utilizado en el estudio de los factores que regulan la red fluvial y tiene aplicación práctica en la evaluación del humedecimiento del territorio, y en el diseño y construcción de canales y obras de drenajes.

Las relaciones establecidas entre los elementos morfométricos de las cuencas fluviales, respecto al crecimiento alométrico, demuestran de manera general que en el territorio cubano, en su conjunto, existe una tendencia normal para ríos de mayor orden.

Al estudiar geomorfológicamente cuencas y subcuencas de ríos de órdenes inferiores (MAGAZ, 1981) se han detectado anomalías, lo cual indica que éstas se relacionan con fenómenos azonales.

REFERENCIAS

- Batista, J. L. (1974): División del territorio en regiones hidrológicas y características del escurrimiento. *Voluntad Hidrául.*, (28/29):23-53.
- Gagua, G., S. Zarembo, y A. Izquierdo (1976): Sobre el nuevo mapa isoyético (3ra versión). *Voluntad Hidrául.*, 37:35-41.
- Magaz García, A. (1981): Análisis de una estructura neotectónica por métodos morfoestructurales en el NW de Pinar del Río, Cuba. En *Tercera Jornada Científica del Instituto de Geografía*, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, *Resúmenes*, p. 76.
- Mora, N. (1976): "Clasificación decimal de los ríos de Cuba" [inédito]. Instituto de Hidroeconomía, La Habana.

DRAINAGE DENSITY IN CUBA

ABSTRACT. *A drainage density map of Cuba was performed using data on morphometrical parameters of the hydrographic network with catchment areas of 5 km² or larger. Hydrographical characteristics of Cuban rivers are briefly analysed, and some relationships between morphometrical parameters are presented in graphs.*