

Quebrada Páscala

COLECCIÓN
ACADÉMICA

Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando sistemas de información geográfica



Diego Fernando Gualdrón Alfonso
José Julián Villate Corredor
Daniela Lorena Torres Villamil
Jeisson Fernando Molina Reyes
Carlos Andrés Reyes Rodríguez

EDITORIAL

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS
SISTEMAS DE INFORMACIÓN
EN CUENCAS EMPLEANDO**

DETERMINACIÓN DE LOS

Diego Fernando Gualdrón Alfonso

Carlos Andrés Reyes Rodríguez

Jeisson Fernando Molina Reyes

Daniela Lorena Torres Villamil

GEOGRÁFICA

José Julián Villate Corredor



EDITORIAL
U P T C

2022

Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando Sistemas de Información Geográfica / Determination of morphometric parameters in basins using Geographic Information Systems / Gualdrón Alfonso, Diego Fernando; Villate Corredor, José Julián; Torres Villamil, Daniela Lorena; Molina Reyes, Jeisson Fernando; Reyes Rodríguez, Carlos Andrés. Tunja: Editorial UPTC, 2022. 146 p.

ISBN (impreso) 978-958-660-676-9

ISBN (ePub) 978-958-660-677-6

Incluye referencias bibliográficas

1. Hidrología. 2. Morfometría. 3. SIG. 4. Hidrografía. 5. Drenaje. 6. Cuenca.

(Dewey 624/21) (Thema TBM - Ingeniería de instrumentos e instrumentación)



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



Primera Edición, 2022

50 ejemplares (impresos)

Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando Sistemas de Información Geográfica

Determination of morphometric parameters in basins using Geographic Information Systems

ISBN (impreso) 978-958-660-676-9

ISBN (ePub) 978-958-660-677-6

Colección Académica UPTC N.º 54

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: junio de 2021

Aprobación: agosto de 2021

© Diego Fernando Gualdrón Alfonso, 2022

© José Julián Villate Corredor, 2022

© Daniela Lorena Torres Villamil, 2022

© Jeisson Fernando Molina Reyes, 2022

© Carlos Andrés Reyes Rodríguez, 2022

© Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia, 2022

Editorial UPTC

Edificio Administrativo – Piso 4

La Colina, Manzana 7 - Casa 5, Tunja, Boyacá

comite.editorial@uptc.edu.co

www.uptc.edu.co

Rector, UPTC

Óscar Hernán Ramírez

Comité Editorial

Dr. Enrique Vera López

Dra. Zaida Zarely Ojeda Pérez

Dra. Yolima Bolívar Suárez

Dr. Carlos Mauricio Moreno Téllez

Mg. Pilar Jovanna Holguín Tovar

Dra. Nelsy Rocío González Gutiérrez

Dr. Manuel Humberto Restrepo Domínguez

Dr. Óscar Pulido Cortés

Mg. Edgar Nelson López López

Editor en Jefe:

Ph. D. Witton Becerra Mayorga

Coordinadora Editorial:

Mg. Andrea María Numpaque Acosta

Corrección de Estilo

Luis Miguel Venegas Sánchez

Diagramación formato digital

Andrés A. López Ramírez

andres.lopez@uptc.edu.co

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

Libro financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión - Dirección de Investigaciones de la UPTC. Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

SGI 2927

Citar este libro / Cite this book

Gualdrón Alfonso, D., Villate Corredor, J., Torres Villamil, D., Molina Reyes, J. & Reyes Rodríguez, C. (2022). *Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando Sistemas de Información Geográfica*. Editorial UPTC.

doi: <https://doi.org/10.19053/9789586606769>

Resumen

El libro *Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando Sistemas de Información Geográfica*, se ofrece como un texto para estudiantes de cursos de hidrología en los niveles de pregrado y posgrado, así como para ingenieros consultores interesados en aplicar una metodología basada en la implementación de los Sistemas de Información Geográfica para el análisis morfométrico de cuencas hidrográficas, por medio de la cual es posible la optimización del tratamiento y análisis de la información espacial. En los primeros capítulos del libro se presenta una amplia descripción de los principales conceptos teóricos sobre las cuencas hidrográficas, su morfometría y la red de drenaje. La parte final de texto describe, por medio de un caso de estudio, la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para el análisis de las cuencas, partiendo de su delimitación automática hasta la determinación de sus parámetros morfométricos.

Palabras clave: Hidrología; Morfometría; SIG; Hidrografía; Drenaje; Cuenca.

Abstract

The book *Determination of morphometric parameters in basins using Geographic Information Systems*, is offered as a text for students of hydrology courses at undergraduate and graduate levels, as well as for consulting engineers interested in applying a methodology based on the implementation of Geographic Information Systems for morphometric analysis of hydrographic basins, through which it is possible to optimize the treatment and analysis of spatial information. In the first chapters the book, a broad description of the main theoretical concepts on hydrographic basins, their morphometry and drainage network are presented. The final part of the text describes through of a case study, the application of Geography Information Systems for watershed analysis, from their automatic delimitation until the determination of their morphometric parameters.

Keywords: Hydrology; Morphometry; SIG; Hydrography; Drainage; Watershed.

CONTENIDO

1. PRÓLOGO

2. INTRODUCCIÓN

3. CUENCA HIDROGRÁFICA

3.1 Características de una cuenca hidrográfica

3.2 Clasificación de cuencas hidrográficas

3.2.1 Clasificación de cuencas según tamaño:

3.2.2 Clasificación de cuencas según ecosistema:

3.2.3 Clasificación de cuencas según vocación:

3.2.4 Clasificación de cuencas según relieve:

3.2.5 Clasificación de cuencas según dirección de evacuación:

3.3 Partes de una cuenca hidrográfica

3.4 Zonas que integran una cuenca

4. HIDROGRAFÍA

4.1 Factores de la hidrografía

4.2 Elementos de la hidrografía

5. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

5.1 Parámetros de forma

5.1.1 Área (A)

5.1.2 Perímetro (P)

5.1.3 Longitud axial (La)

5.1.4 Longitud del curso principal (L)

5.1.5 Ancho de la cuenca (W)

5.1.6 Factor de forma de Horton (Kf)

5.1.7 Coeficiente de compacidad (Cc)

5.1.8 Razón de elongación (Re)

5.2 Parámetros de relieve

5.2.1 Curva hipsométrica

5.2.2 Pendiente media de la cuenca

5.2.3 Elevación media de la cuenca

5.3 Parámetros de drenaje

5.3.1 Tipos de corrientes

5.3.2 Orden de los cauces

5.3.3 Métodos de jerarquización

5.3.4 Relación de bifurcación

[5.3.5 Densidad de drenaje](#)

[5.3.6 Relación de alargamiento](#)

[5.3.7 Relación circulatoria \(Rc\)](#)

[5.3.8 Tiempo de concentración](#)

[0.3.9 Índice de Melton \(IM\)](#)

6. PATRONES DE DRENAJE

6.1 Patrones de drenaje erosionales

[6.1.1 Patrón dendrítico](#)

[6.1.2 Patrón pinnado](#)

[6.1.3 Patrón pectinado](#)

[6.1.4 Patrón paralelo](#)

[6.1.5 Patrón subdendrítico](#)

[6.1.6 Patrón colinear](#)

[6.1.7 Patrón subparalelo](#)

[6.1.8 Patrón trellis](#)

[6.1.9 Patrón radial](#)

[6.1.10 Patrón anular](#)

[6.1.11 Patrón rectangular](#)

[Patrón angular](#)

6.2 Patrones de drenaje deposicionales

[6.2.1 Patrón reticular](#)

[6.2.2 Patrón distributivo](#)

6.3 Patrones de corrientes individuales

[6.3.1 Patrón recto](#)

[6.3.2 Patrón meándrico](#)

[6.3.3 Patrón trenzado o anastomosados](#)

[6.3.4 Patrón yazoo](#)

6.4 Patrones de drenajes especiales

[6.4.1 Patrón multibasinal](#)

[6.4.2 Patrón de sumideros](#)

[6.4.3 Patrón de puntos](#)

[Patrón de montículo y ollas multibasinal](#)

[6.4.5 Patrón desordenado](#)

[6.4.6 Patrón palimpsesto](#)

[6.4.7 Patrón barbado \(contorsionado\)](#)

[6.4.8 Patrón gilgai](#)

[6.4.9 Patrón lagunar](#)

[6.4.10 Patrón termokárstico](#)

[6.5 Patrón artificial](#)

[6.5.1 Patrón ilusorio](#)

[6.5.2 Patrón rectilíneo artificial](#)

7. CASO DE ESTUDIO - ANÁLISIS MORFOMÉTRICO EMPLEANDO EL SOFTWARE ARCGIS CUENCA RÍO JORDÁN

[7.1 Delimitación de la cuenca](#)

[7.1.1 Método de planos topográficos](#)

[7.1.2 Método semiautomático](#)

[7.2 Hidrografía de la cuenca del río Jordán](#)

[7.3 Aplicación del método semiautomático en la cuenca del río Jordán](#)

[7.3.1 Modelo de elevación digital \(DEM\).](#)

[7.3.2 Dirección del flujo](#)

[7.3.3 Acumulación de flujo](#)

[7.3.4 Cuenca](#)

[7.3.5 Punto de interés](#)

[7.3.6 Cierre y delimitación de la cuenca del río Jordán](#)

[7.3.7 Red de drenaje](#)

[7.4 Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Jordán](#)

[7.4.1 Parámetros de forma](#)

[7.4.2 Parámetros de relieve](#)

[7.4.3 Parámetros de drenaje](#)

[7.5 Análisis microcuencas del río Jordán](#)

[7.6 Aplicación método semiautomático microcuenca 1 del río Jordán](#)

[7.6.1 DEM](#)

[7.6.2 Dirección del flujo](#)

[7.6.3 Acumulación de flujo](#)

[7.6.4 Punto de cierre](#)

[7.6.5 Red de drenaje](#)

[7.7 Parámetros morfométricos microcuenca 1 del río Jordán](#)

[7.7.1 Parámetros de forma](#)

[7.7.2 Parámetros de relieve](#)

[7.7.3 Parámetros de drenaje](#)

REFERENCIAS

1. PRÓLOGO

Esta obra está constituida por dos aspectos principales: inicialmente, se encuentra una amplia revisión bibliográfica que permitió hacer una recopilación de las características de las cuencas, donde se incluyen su fundamentación y clasificación; asimismo, se presenta una vasta descripción de los parámetros morfológicos y una descripción detallada de los diferentes tipos de drenaje, aspectos que permiten realizar una caracterización preliminar de su respuesta ante eventos de precipitación. El segundo aspecto, está basado en la aplicación metodológica para el análisis fundamental de las cuencas hidrográficas a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica, en la cual se define el proceso requerido para la delimitación de las cuencas a partir del empleo de modelos de elevación digital, para luego realizar el cálculo de los principales aspectos morfológicos y descripción del drenaje de las mismas, tomando como caso de estudio la cuenca del río Jordán, así como la evaluación de las microcuencas.

2. INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas son delimitaciones territoriales que influyen y afectan las actividades socioeconómicas de una región. Teniendo en cuenta el comportamiento de los recursos hídricos, ya sea como un beneficio o un factor de riesgo, los parámetros morfométricos cumplen la función de determinar y clasificar el comportamiento de estos recursos, con el fin de evaluarlos y establecer el impacto que tendrán en una región.

Los parámetros morfométricos son formas cuantificables de entender una cuenca desde el punto de vista hídrico, llegando a determinar desde su tamaño hasta el riesgo de inundación en distintas partes de estas con el fin de proyectar el avance social y económico en un territorio. La implementación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) por medio de software especializado como ArcGIS optimizan el análisis de estos parámetros, los cuales, de forma matemática y gráfica, permiten visualizar y manipular datos geográficos.

La aplicación de una metodología de análisis de los parámetros geomorfológicos de una cuenca hidrográfica por medio de software especializado como ArcGIS, permite la optimización de recursos en análisis hidrológicos a partir de la automatización de procedimientos y la visualización y manipulación de datos geográficos de manera confiable, permitiendo al usuario establecer de manera eficiente la información básica necesaria para la implementación de modelos lluvia - escorrentía.

3. CUENCA HIDROGRÁFICA

Las cuencas hidrográficas (también llamadas hoyas hidrográficas), son redes fluviales que drenan el agua del mar a través de ríos o lagos, estas se delimitan por los puntos más altos de la cuenca formando una línea denominada divisoria de aguas (Goigochea, 2012). De acuerdo con el sistema de Pfafstetter se dividen en tres tipos: cuencas, intercuenas e internas. Las cuencas son áreas que drenan hacia una determinada red de drenaje compuesta por un río principal y una serie de ríos secundarios que drenan hacia él, las intercuenas son aquellas que reciben el agua de las cuencas ubicadas aguas arriba de estas y drenan hacia el río principal, y por último, las cuencas internas son aquellas que no drenan a otras cuencas hidrográficas y se encuentran dentro de una cuenca (Goigochea, 2012).

Una cuenca hidrográfica es la unidad territorial más óptima en cuanto a la gestión integral de los recursos naturales, debido a que sus limitaciones se dan de manera natural teniendo en cuenta la geomorfología de la zona y sus características medioambientales (Rica *et al.* 2006). Estas se ven afectadas debido a la intervención desenfrenada de los recursos naturales, la alteración de dichos recursos naturales se produce por factores antrópicos debido a la intervención del ser humano, por tal motivo, es vital realizar las diferentes actividades económicas de manera racional, teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente. El manejo de las cuencas hidrográficas se da a partir del buen uso de los diferentes recursos naturales que presenta principalmente el agua, debido a que es el componente esencial para la vida terrestre (Braz *et al.* 2020).

Realizar un estudio hidrológico en una cuenca hidrográfica es indispensable debido a que sus resultados describen las condiciones actuales y predicen el comportamiento de futuras precipitaciones que, a su vez, permiten tener datos esenciales de las fuentes hídricas para efectuar una planificación estratégica del recurso hídrico. Al aplicar dicha planificación se benefician los demás componentes naturales como el suelo y el aire, que a futuro serán determinantes para un ordenamiento territorial de la zona (Montenegro-Murillo *et al.* 2019).