

**FACULTAD INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS  
BOGOTÁ D.C.**

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2015

**TÍTULO: ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS Y LAS UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO RÁQUIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ A TRAVÉS DEL PROGRAMA SWAT**

**AUTOR (ES):** HERNÁNDEZ GUERRA, Diana Alejandra.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Valero Fandiño, Jorge Alberto.

**MODALIDAD:**

**PÁGINAS:**  **TABLAS:**  **CUADROS:**  **FIGURAS:**  **ANEXOS:**

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN.

1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO.
2. MARCO DE REFERENCIA.
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.
4. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.
5. UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA.
6. ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN.
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

**PALABRAS CLAVES:**

UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA – URH, SWAT, PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS.

### DESCRIPCIÓN:

Se utiliza el programa SWAT para estimar los parámetros morfométricos y unidades de respuesta hidrológica de la cuenca del río Ráquira combinando herramientas de análisis de Arcgis. Una vez obtenida la información se hizo un análisis de los resultados definiendo una metodología cualitativa para la selección de las zonas potenciales en la producción de sedimentos, sobre la zona de referencia.

### METODOLOGÍA:

Para su desarrollo se utilizaron principalmente las herramientas de Arcgis, los módulos de SWAT y el software SPAW siguiendo los siguientes pasos: 1) recolección de información, 2) preparación e incorporación de datos de entrada al programa swat, 3) se hace la delimitación del área de estudio, 4) se genera un reporte topográfico como insumo para la definición de los parámetros y 5) se define las urh y su priorización.

### CONCLUSIONES:

- El modelo de elevación digital – DEM es uno de los principales insumos en la delimitación de la cuenca, definición sintética de la red de drenajes y la creación de unidades de respuesta hidrológica. por ejemplo tanto el uso de la máscara “*mask*” como la incorporación de drenajes predefinidos por el usuario “*burn in*” pueden ser omitidos, esta información no es obligatoria incorporarla para la delimitación pero si disminuye los tiempos de cálculos.
- Para la definición de la red con base en el DEM, el programa genera una estimación de la dirección y acumulación del flujo, donde el usuario puede modificar el área de acumulación que mejor considere.
- Es recomendado tener cuidado a la hora de definir el punto de cierre de la cuenca, si no se encuentra dentro de los límites que SWAT lee, no permitirá delimitar la cuenca ni mucho menos generar el reporte de parámetros de la cuenca.
- En el módulo de análisis de URH, en la opción *land use data* y *soil data* debe adherir los shapes respectivos en el escritorio de Arcgis para luego ser incorporados al proyecto de SWAT, así evitará errores de lectura en la información.

- Es importante cerciorarse que el shape tanto de unidades de suelo como uso del suelo coincidan por encima del 95% con el área delimitada de la cuenca de lo contrario se generará errores.
- De acuerdo a la morfometría de la cuenca, se caracteriza por ser una cuenca alargada que al ser observada se denota como una cuenca oval redonda con media – alta probabilidad de disponibilidad hídrica y como un sistema con una respuesta relativamente rápida ante eventos torrenciales y tiempo de concentración mayor. así mismo es poco homogénea al presentar variabilidad en la pendiente, uso del suelo, tipo de suelo y otros parámetros físicos por lo que su capacidad de almacenamiento, escurrimiento e infiltración son diferentes espacialmente.
- A pesar de que la cuenca del río Ráquira presenta poca homogeneidad, la red de drenaje al contrario de esto si presenta una homogeneidad en su distribución, es decir que la capacidad de descarga hídrica es similar en ambas vertientes.
- A una altitud superior a 3100msnm se genera la mayor energía cinética lo que produce fuerte tendencia a los procesos de erosión y a una altitud entre los 2000msnm y los 3100msnm arrastre de sedimentos. cabe resaltar que esta unidad hidrográfica es considerada una cuenca con fuertes procesos deposicionales siendo este comportamiento propio de los ríos en fase de madurez.
- El programa SWAT permitió definir 170 URH de las cuales fueron priorizadas 14 como resultado de la ponderación de los criterios de priorización. si bien no se estima con esta metodología datos cuantitativos de producción de sedimentos, si permite generar una aproximación cualitativa de las zonas con mayor potencial de producción de sedimentos.
- La metodología propuesta relaciona cinco criterios de priorización incidentes en la producción de sedimentos. *el primero* parte de los valores conocidos por tablas en las que se relaciona el grupo hidrológico y la cobertura vegetal para conocer el CN de cada una de las 170 URH definidas por el programa SWAT, a mayor CN mayor potencial de escorrentía. *el segundo* es el grupo hidrológico que define la velocidad de infiltración, a bajas velocidades mayor acumulación del flujo de agua infringiendo características de producción de sedimentos. *el tercero* se encuentra asociado a las zonas en fase de procesos de erosión por lo cual a mayor grado puede ser un detonante para procesos deposicionales en la cuenca. *en el cuarto criterio* se encuentra la pendiente, como se conoce si una zona es desprovista del material vegetal queda expuesto a que agentes como el viento y la lluvia generen desprendimiento de partículas del suelo y por acción de la gravedad incidan sobre la producción de caudal en los

cuerpos de agua. finalmente *el quinto criterio* fue comparado con la capacidad de los ecosistemas a retener sedimentos por medio de la cobertura vegetal, es así que áreas de eriales representan un área importante dentro de la priorización. esta información permitió hacer la respectiva priorización de las urh con la mayor tendencia hacia la producción de sedimentos.

#### FUENTES:

Arango, M., & Olaya, Y. (2012, 11 28). *Problemática de los pasivos ambientales*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/35847/1/36286-151120-1-PB.pdf>

Botero, A., & De la Ossa, L. (2011, 06 02). *Estudio de caso: Un Sistema de Producción Silvopastoril con Enfoque Agroecológico, Departamento del Magdalena, Colombia*. Retrieved 04 10, 2015, from Revista Colombiana de Ciencia Animal: [http://www.recia.edu.co/documentos-recia/recia3nuevo/estudiodecaso/Agroecol\\_Botero.pdf](http://www.recia.edu.co/documentos-recia/recia3nuevo/estudiodecaso/Agroecol_Botero.pdf)

Cabrera, J. (2012, 02 13). *Unidad de Respuesta Hidrológica (H.R.U). Temas\_interes*. Retrieved 04 10, 2015, from IMEFEN - Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno el Niño: [http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas\\_interes/modhidro\\_8.pdf](http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/modhidro_8.pdf)

Cacoando González, J. (2014, 04 08). *Modelamiento de la Microcuenca del río Illangma con la Utilización del Modelo Hidrológico Soil and Water Assessment Tool "SWAT". Repositorio Dgital*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2469>

Campos Aranda, D. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis Potosí: Universitaria Potosina.

CAR, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2013, 09 11). *Diagnóstico Técnico Cuenca río Ráquira 2401-11*. Retrieved 04 10, 2015, from Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca: <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=43495>

CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2007, 08 10). *Documento Técnico: Diagnóstico Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez. pomcadoc*. Retrieved 04 10, 2015, from CAR: <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=2919>

CIAT. (2013, 09 13). *Impacto del Uso de la Tierra en la Generación de Caudales y Sedimentos: Caso cuenca del río Tunjuelo - Cundinamarca. Datos e Indicadores*. Retrieved 04 10, 2015, from Observatorio Ambiental de Bogotá: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/impacto-del-uso-de-la-tierra-en-la-generacion-de-caudales-y-sedimentos-caso-cuenca-del-rio-tunjuelo-cundinamarca>

CIAT, C. C. (2010, 04 20). *Swat: Conceptos básicos y guía rápida para el usuario. swat2005-tutorial-spanish*. Retrieved 04 10, 2015, from Soil and Water Assessment Tool. "Swat".: <http://swat.tamu.edu/media/46967/swat2005-tutorial-spanish.pdf>

CIAT, The Nature Conservancy. (2009). *Impacto del Uso de la Tierra en la Generación de Caudales y Sedimentos: El caso de las Cuencas Tuluá-Morales, Guabas, Sabaletas, Amaime, Nima, Bolo, Graile, Descarado y Palo. documentos*. Retrieved 2015, from ASOCAÑA: <http://www.asocana.org/documentos/6122011-7521004a-00ff00,000a000,878787,c3c3c3,0f0f0f,b4b4b4,ff00ff,ffffff,2d2d2d,b9b9b9,d2d2d2.pdf>

Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina - CONDESAN;. (2006, 12 15). *Aplicación del Modelo SWAT en la Subcuenca del río Ambato. Informe\_Final\_SWAT*. Retrieved 04 10, 2015, from CONDESAN: [www.condesan.org/apc-aa-files/.../Informe\\_Final\\_SWAT.pdf](http://www.condesan.org/apc-aa-files/.../Informe_Final_SWAT.pdf)

Córdova Aguilar, H. (2002). *Naturaleza y Sociedad: Una Introducción a la Geografía*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2014, 08 06). *Guía Rápida Temática para el Usuario SIG Corporativo Uso Potencial y Zonificación Forestal. UsoPotencial*. Retrieved 04 10, 2015, from GeoPortal de la CVC: <http://geocvci.cvc.gov.co/pdf/UsoPotencial.pdf>

FAO. (1997). *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía*. Roma: Bedford.

Farfán, F. (2008, 09 22). *Producción de café en sistemas agroforestales. LibroSistemasProduccionCapitulo8*. Retrieved 04 10, 2015, from Cenicafé: <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo8.pdf>

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



Hämmerly, R. d. (2006). *Modelación Hidrológica con SIG. Contribuciones en su difusión y aplicación* (1a ed. ed.). Santa Fe: Ivana Tosti.

Instituto de Recursos Naturales (IRENAT), Colegio de Postgraduados. (2005, 07 29). *Empleo del Modelo SWAT para Generar Alternativas de Manejo en la Cuenca del río Laja, GTO. swat*. Retrieved 04 10, 2015, from MICAS - Manejo Integral de Cuencas S.A: <http://www.micas-cuencas.com/swat.pdf>

Leff, E. (2010, 11 28). *Pensamiento Ambiental Latinoamericano: Patrimonio de un Saber para la Sustentabilidad*. Retrieved 05 10, 2015, from University of North Texas: <http://www.cep.unt.edu/papers/leff-span.pdf>

Márquez, G. (2003, 05 27). *Ecosistemas Estratégicos, Bienestar y Desarrollo*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Nacional de Colombia: <http://www.idea.unal.edu.co/public/docs/ecosistemas.pdf>

MAVDT actual MADS. (2010, 05 26). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. libro\_pol\_nal\_rec\_hidrico*. Retrieved 04 10, 2015, from Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. MADS: [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Pre-sentaci%C3%B3n\\_Pol%C3%ADtica\\_Nacional\\_-\\_Gesti%C3%B3n/libro\\_pol\\_nal\\_rec\\_hidrico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Pre-sentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_-_Gesti%C3%B3n/libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf)

Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (2004, 09 14). *Residuos Orgánicos y Agricultura*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad de Alicante: <http://publicaciones.ua.es/filespubli/pdf/LD84790819458992131.pdf>

Reyes Trujillo, A., Ulises Barroso, F., & Carvajal Escobar, Y. (2010). *Guía Básica para la Caracterización Morfométrica de Cuencas Hidrográficas*. Cali: Universidad del Valle.

Sadeghian, S. (2009, 02 19). *Impacto de la Ganadería sobre el Suelo: Alternativas Sostenibles de Manejo*. Retrieved 04 10, 2015, from El Establo: <http://www.establo.info/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf>

Universidad del Magdalena, IAvH, Universidad Autónoma de Madrid, . (2013, 02 13). *Guía Docente: Ciencias de la Sostenibilidad*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Autónoma de Madrid:

<https://www.uam.es/gruposinv/socioeco/documentos/CIENCIASdeSOSTENIBILIDAD.pdf>

Universidad Técnica Particular de Loja - Utpl. (2005, 02 02). *Aplicación del Modelo SWAT para la Estimación de Caudales y Sedimentos en la Cuenca alta del río Catamayo. swat\_catamayo*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador.

Universidad Tecnológica de Panamá. (2010, 05 18). *Herramientas para la implementación de un Sistema de Gestión de cuencas tomando como base de respuesta, la unidad ecosistémica del río David. Documento-Final*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Tecnológica de Panamá: <http://www.utp.ac.pa/Proyecto-ID147-2005/pdf/Documento-Final.pdf>

World Vision. (2001, 11 07). *Manual de Manejo de Cuencas*. Retrieved 04 10, 2015, from Universidad Nacional Abierta y a Distancia: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/2014-2/Manual\\_de\\_Manejo\\_de\\_Cuencas\\_Vision\\_Mundial\\_mod.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/2014-2/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf)

**LISTA DE ANEXOS: N/A**