

Manejo sostenible y conservación de la biodiversidad acuática
En la cuenca Magdalena-Cauca

Modelación hidrológica
Cuenca Río La Vieja

Bonilla-Pérez, L. P., Cañón-Hernández, J., Duque-García, N., Hernández-Castillo, B. E., Díaz-Barríos, M. C., Obregón-Neira, N. C., Quintana-Iturra, A. M., Maldonado-Santib, L. C., Garzón-Riveros, J. C., Meneses-Suarez, L. M., Reina-Mora, I. H., Fuentes-Cabejo, C. A., Barro-Varegas M. J., Gulezén-Cortés, A. L., Paloché-Hernández, J. F., Reyes-Morales, M. C., Porto-Preala, L. C.

lponillat@unal.edu.co; jecanonh@unal.edu.co; lbernandez@naturara.org.co; mpcella_diaz@naturara.org.co

Programa de Modelamiento Ecohidrológico (PMEH)
Componente 2 – Gestión de la Salud de los Ecosistemas
Proyecto GEF Magdalena-Cauca Vive,
Fundación Natura
Carrera 21 # 39 – 43, Bogotá, D. C., Colombia.

Introducción

Por medio de la modelación hidrológica de la cuenca Río La Vieja, a través de la herramienta SWAT, se pretende evaluar cómo los cambios en clima, uso de los suelos y otras actividades antrópicas influyen en el ciclo hidrológico y afectan el recurso hídrico y los servicios ecosistémicos asociados. La comprensión de estos impactos puede facilitar el desarrollo de estrategias sostenibles de manejo y gestión de cuencas hidrológicas.

En este trabajo se proyectaron y modelaron:

- 1 escenario de demanda.
- 3 escenarios diferentes de uso de la tierra.
- 2 escenarios de cambio climático.

Sus resultados se incorporaron en el modelo hidrológico previamente calibrado y validado. De dichas simulaciones se generaron más de 15 combinaciones de escenarios de cambio climático, cambios en el uso del suelo y demanda de agua, que están disponibles para ser consultados, permitiendo fortalecer la toma de decisiones y la gestión de la cuenca con soporte técnico.

Localización

Geográficamente, la cuenca del río La Vieja se enmarca dentro de las coordenadas: 4° 04' y 4° 49' de Latitud norte y 75° 24' y 75° 57' de Longitud oeste. Su territorio es compartido por tres departamentos:

- Valle del Cauca, con el 21.65% del área de la cuenca.
- Risaralda, con el 10.59% del área de la cuenca.
- Quindío, con el 67.76% del área de la cuenca (Pomca, 2018).

El río La Vieja nace en la vertiente occidental de la cordillera Central y toma su nombre en la confluencia de los ríos Quindío y Barragán.

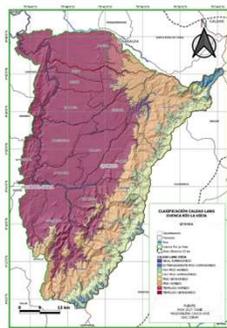
Paisaje de montaña: donde las áreas productivas en las laderas de la cordillera son cercadas por el río Quindío, que entrena en la zona sur del río Barragán.

Paisaje de piedemonte: se generan numerosos cañones que drenan en sentido oriente-occidente, mientras tributará al cauce del río La Vieja.

Occidente de la cuenca: continúa por cañones de agua que drenan de manera directa al río La Vieja, formando pequeños valles o sectores relativamente planos en los tres departamentos. Fuente: CVC (2009).



Clasificación Caidas-LANG



Precipitación:

La precipitación dentro de la cuenca tiene un comportamiento de tipo bimodal, siendo los meses más lluviosos octubre-noviembre y marzo-abril, y los más secos son julio-agosto. Arriba, a modo de ejemplo, se presenta el ciclo interanual de la precipitación para la estación Cumarco (26125130).

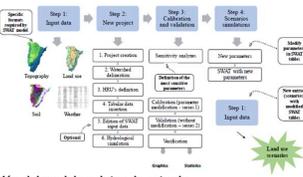
Herramienta Hidrológica:
SWAT (Soil Water Assessment Tool)
<https://Swat.Tamu.Ud/>

METODOLOGÍA

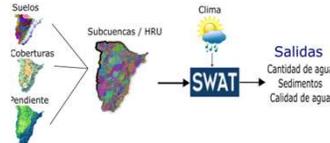


Modelo a escala de cuenca, espacialmente distribuido y semiautomatizado basado, que simula procesos de cuencas hidrológicas complejas: cambios (clima, uso y coberturas, prácticas de manejo), cantidad y calidad de agua (nutrientes, sedimentos, pesticidas, bacterias (algas y oxígeno), entre otros (Inesco, 2012).

Proceso de Modelación

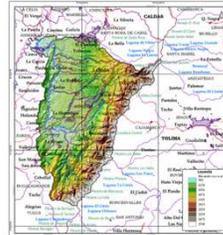


Configuración del modelo y datos de entrada



1. Modelo digital de terreno:

Satélite ALOS PALSAR (Advanced Land Observation Satellite) de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA). Resolución Nativa: 12.5 m; <https://bit.ly/3uNldOm>

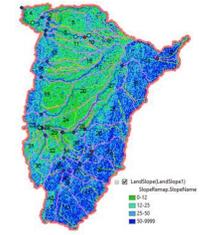


2. Subdivisión de subcuencas:

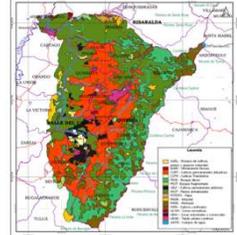
Número de subcuencas: 43
Área de la cuenca: 2836.49 km²
Área promedio subcuencas: 66 km²
75% (tercer cuartil); Área < 109 km²



3. Pendientes:



4. Coberturas y usos del suelo:



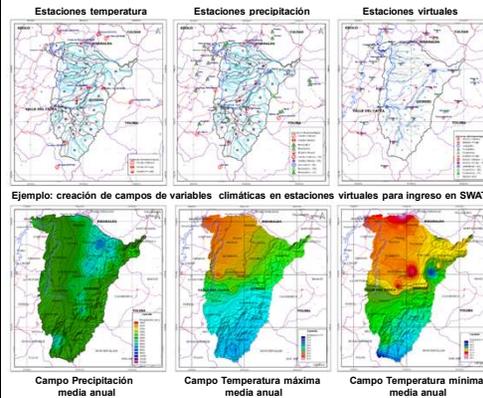
5. Suelos:



Resumen configuración datos de entrada:

Características	Valor
Área	2836.4925 km ²
Dem Res.	12.5
Suelos	39
Coberturas	16
Pendientes (%)	0 a >=50
Subcuencas	43
HRU	3306

5. Datos climáticos:



Calibración y validación del modelos

Balace hidrico multianual: del total de precipitación que ingresa al sistema:

- 38.5% es devuelta a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración, por lo cual las características de las coberturas juegan un importante papel en el balance hídrico de la cuenca.
- La escorrentía superficial representa el 10.36%, mientras que el flujo lateral representa el 23.95%, resultado esperado en cuencas de montaña.
- El otro 27.3% constituye el flujo subsuperficial, del cual el 5% se infiltra al acuífero profundo. Este tipo de resultados ofrece una aproximación superficial inicial a los procesos y parámetros más representativos en el modelo y que pueden ser calibrados.

SWAT_CUP: es un programa para la calibración de modelos SWAT. El programa puede usarse para realizar calibración, validación, análisis de sensibilidad (uno a uno y global) y análisis de incertidumbre. También tiene módulos gráficos para observar resultados de simulación, rangos de incertidumbre, gráficos de sensibilidad, visualización de cuencas hidrológicas e informes estadísticos (Abbaspur, 2007).

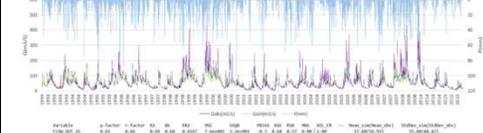
La calibración del modelo Hidrológico en cantidad de agua se realizó en dos bloques de calibración, en las estaciones El Alambrado [26127010] y Cartago [26127040].

Calentamiento: 1989-1993
Calibración: 1993-2008
Validación: 2008-2015

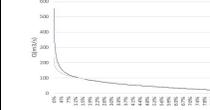
Topología Calibración-Validación



Estación el alambrado [26127010]



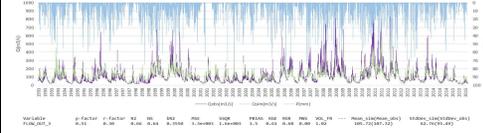
Curva de Duración de caudales



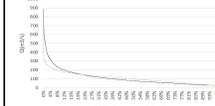
Acumulada de caudales



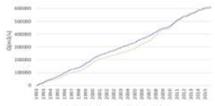
Estación Cartago [26127040]



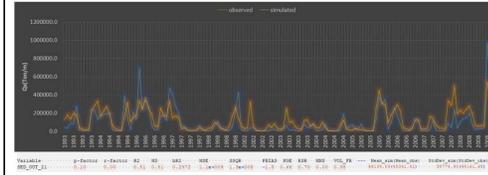
Curva de duración de caudales



Acumulada de caudales

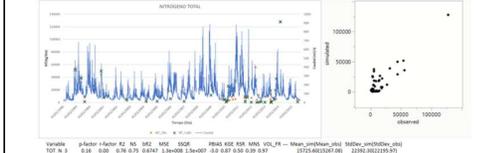


Sedimentos: estación El Alambrado [26127010]

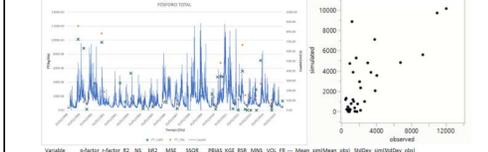


Nutrientes estación Cartago [26127040]: periodo: 1993-2015, Datos+1998-2015, #DATOS=1-2 valores/año. Función objetivo: eficiencia King-Gupta (KGE)

Nitrogeno total:



Fósforo total:

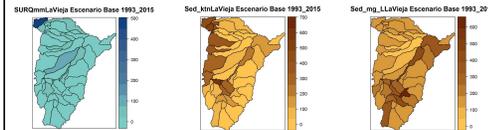


Resultados escenario base o de referencia (1993-2015):

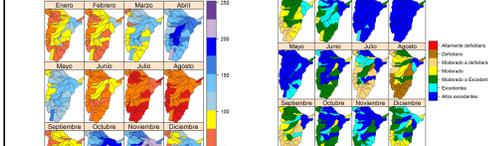
A continuación se muestran algunos resultados espaciales para la cuenca.

- La escorrentía multianual para el periodo base nos indica qué cantidad de agua fluye por cada una de las subcuencas e integra los sistemas de drenaje superficial, mientras que la concentración y carga de sedimentos nos indican, por ejemplo, donde se pierde suelo por erosión hídrica.
- La Oferta hídrica superficial multimensual muestra los patrones estacionales de la zona de estudio y los meses y subcuencas en los cuales se presenta el mayor déficit de agua (ejemplo: junio, julio, agosto) y las subcuencas más afectadas por la escasez del recurso (ejemplo: subcuenca 25, Río Santo Domingo). De forma similar, el índice de aridez permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. De esta forma podemos evidenciar los meses donde los excedentes y déficits en la precipitación pueden acarrear problemas, tanto para los ecosistemas, como para los pobladores.

Este tipo de información permite realizar una mejor gestión del recurso hídrico.



Oferta hídrica TS (mm) La Vieja Escenario Base 1993-2015



Se pueden consultar resultados más detallados a nivel de subcuenca de cantidad, sedimentos y calidad de agua. Como ejemplo se muestra la serie de caudales diarios para la subcuenca 33 Río Lejos, donde se observan los años históricos de mayores caudales (1999, 2008, 2011, 2012) y los más secos (1998, 2001-2003), al igual que el régimen bimodal se refleja en la variación intra-anual del caudal y su magnitud.

