

1 CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA DEL SOIL CONSERVATION SERVICES (SCS) PARA LA CUENCA ALTA DEL RÍO SUÁREZ USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Diego Fernando Gualdrón Alfonso
José Julián Villate Corredor
Astrid Paola Rodríguez Baquero

1.1 Introducción

La hidrología consiste fundamentalmente en el estudio de la producción, circulación y distribución del agua en la tierra y su relación con el medio ambiente y con los seres vivos (Mays, 2011). El estudio de esta ciencia, se basa fundamentalmente en el ciclo hidrológico, consistente en un proceso continuo donde el agua atraviesa por diferentes etapas como son la evaporación desde los cuerpos de agua, condensación y precipitación sobre la superficie terrestre, la cual puede ser interceptada por las plantas, o llegar a la superficie del suelo que puede convertirse en flujo superficial, subsuperficial o subterráneo (V.T. Chow, 1995).

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, uno de los aspectos más importantes, se encarga de determinar el volumen de escorrentía directa y la tasa de descarga máxima de una cuenca, que permita establecer el cambio en el equilibrio del agua en función de la variación del uso del suelo (Villón B Máximo, 2004), con el fin de tomar decisiones sobre obras necesarias de infraestructura, encaminadas a la navegabilidad de los cuerpos de agua, generación eléctrica, suministro de agua, entre otros, o para mitigar efectos negativos como pueden ser los fenómenos locales y regionales traducidos fundamentalmente en inundaciones, avalanchas, procesos de remoción en masa, por mencionar algunos.

Por lo anterior, es necesario conocer con un alto grado de certeza el caudal producido por una cuenca hidrográfica en el punto de interés, así como identificar las características tanto de la cuenca como del cauce principal, dentro de las que se encuentra: el área de drenaje, la pendiente, la rugosidad, la longitud del drenaje, la humedad antecedente del suelo, almacenamientos, vegetación, tipo y uso del suelo, distribución espacial de la precipitación (Mays, 2011), si bien es cierto, durante la realización de un estudio hidrológico es muy complejo involucrar la totalidad de estas características, es obligatorio contar con la mayor cantidad posible, para obtener un modelo de cuenca más aproximado a la realidad.

Uno de los aspectos más complejos de analizar es la precipitación efectiva, definida como aquella que produce escorrentía superficial directa (Villón B Máximo, 2004), para lo cual, se determinan las abstracciones ocurridas durante los eventos de precipitación que son producidas por la infiltración, interceptión y almacenamiento superficial, y que pueden ser establecidas desde la diferencia entre el hietograma de precipitación total y el hietograma de exceso de precipitación (V.T. Chow, 1995), a partir de la aplicación del número de curva, metodología que permite caracterizar el potencial de escorrentía de una cuenca.

Existen distintos métodos para el cálculo de la escorrentía superficial producida por diferentes eventos de precipitación, algunos de ellos basados en correlaciones y otros más profundos, en los que se incluyen diferentes componentes del medio. Uno de los métodos que ha encontrado aceptación por su simplicidad y mediano requerimiento de información, es la propuesta del servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos USSCS (Pacheco, 2018). Según PONCE y HAWKINS (1996), se recomienda que la aplicación del método se realice sobre cuencas pequeñas (área menor o igual a 250 Km²); para cuencas mayores, se sugiere subdividir la cuenca y realizar el respectivo tránsito de caudales a través del cauce (López A Raúl, 2001), así mismo, su aplicación se sugiere en cuencas rurales, donde su cobertura o uso de suelo este caracterizada por diferentes tipos de cultivos (Campos D. F, 1992).

En los años 50, el Soil Conservation Service del U. S. Department of Agriculture (SCS) desarrolló el método del número de curva SCS, por medio del cual se determina un umbral de escorrentía más simple en comparación con otros métodos, allí, se consideran todas las pérdidas netas, menos la evaporación real (V. Mockus, 1964) (NRCS, 2004), la cual no presenta una influencia significativa en análisis hidrológicos de corta duración.

En la década de los 80, el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica ha permitido el análisis y procesamiento de datos empleando equipos de cómputo, haciendo que estos sean utilizados para investigaciones científicas, arqueología, geología, planificación urbanística, cartografía, y demás. La hidrología no se exime en su uso; en esta área, dichos sistemas proveen eficiencia, facilidad y optimización de recursos en estudio de cuencas, precipitación, infiltración, aguas subterráneas y análisis de inundación (K. B. Stanbury and R. M. Starr, 1999).

En este sentido, los mencionados sistemas, permiten a los usuarios recopilar gran cantidad de información y almacenarla en uno solo, por medio del cual es posible realizar consultas, procesamiento y análisis de datos (Pierik H.J, 2016). Cuando hablamos de estudios hidrológicos es muy común partir de un modelo digital de terreno sobre el cual se determina la delimitación de la cuenca, así como el trazado de los cuerpos de agua, parámetros que, al ser combinados con la precipitación y las propiedades, uso y cobertura del suelo permite el establecimiento de los atributos necesarios para parametrizar el modelo hidrológico seleccionado (Castro Cyndi, 2020).

Los especialistas en hidrología, encuentran cada vez más efectivo el uso de los SIG debido a su gran capacidad para gestionar datos distribuidos y referenciados en el mundo real. Actualmente, las aplicaciones hidrológicas están prestando una mayor atención a los modelos que contemplan el componente espacial y temporal de los datos, desarrollando a su vez, métodos de programación orientada a objetos (Soukaina, 2019), un ejemplo de esto, es la aplicación de las unidades de teledetección, junto con los SIG,

los cuales permiten manejar gran cantidad de información distribuida en el espacio con facilidad y rapidez, esto fue aplicado en la determinación de la cobertura de suelo, la cual se obtuvo a través de tratamientos y análisis de imágenes Landsat correspondientes a los años 1992, 2000 y 2001, definiendo cuatro clases de coberturas y descartando el curso del agua y terraplenes [15], permitiendo tener una base para el desarrollo del número de curva (NC) en cuencas con áreas considerables.

Para el caso del modelo del SCS, los procedimientos requeridos para su empleo son extensos y en ocasiones tediosos, consumiendo un tiempo considerablemente alto y aumentando de esta manera, los requerimientos de tiempo para realizar modelaciones hidrológicas de cuencas, por lo cual, en los últimos años, se ha implementado el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como soporte para el análisis hidrológico realizado a partir del método del SCS (NRCS, 2004).

Por otra parte, es importante conocer la importancia de la Evaluación Multicriterio (EMC) dentro del desarrollo del número de curva, según Serrano [22], el empleo de técnicas de EMC puede ser aplicada en diversos estudios hidrológicos. El objetivo de la EMC, consiste en emplear técnicas de búsqueda avanzadas, que apoyen el proceso de la toma de decisiones (Soukaina, 2019). De acuerdo con Voogd (1983), citado por Serrano (2006), el propósito de la EMC es el de investigar un número de alternativas a través de múltiples criterios con objetivos en conflicto. Por consiguiente, es factible generar soluciones-compromiso y jerarquizaciones de las opciones, de acuerdo con su grado de aptitud (M. Ajmal, 2015), La EMC al apoyarse en un Sistema de Información Geográfica (SIG), permite determinar el valor del NC de forma rápida y eficiente.

1.2 Descripción del método

El método del Soil Conservation Service (SCS): fue desarrollado por el U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, conocido como National Resources Conservation Service del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (NRCS, 2004),

denominado como el método del Número de Curva, cuyo principio está basado en la conservación de la masa y en la capacidad potencial de infiltración del terreno (Pacheco, 2018), con el fin de establecer las abstracciones de precipitación para posteriormente calcular escorrentía producida por un evento de precipitación sobre una cuenca (Walega Andrzej, 2020).

Teniendo en cuenta la practicidad de la obtención de la información física requerida, así como el procedimiento de cálculo, esta metodología ha sido ampliamente difundida y empleada para el desarrollo de modelos hidrológicos y estudios ambientales, relacionando la escorrentía con el tipo de suelo, cobertura y uso, así como las condiciones hidrológicas del sector (Walega Andrzej, 2020)(S. K. Mishra, 2003) e incorporado en diversos programas computacionales encaminados hacia análisis lluvia escorrentía (López A Raúl, 2001).

El método CSC, presenta una hipótesis conceptual que indica que la relación entre la escorrentía acumulada en una porción de la cuenca y la infiltración acumulada, es proporcional a la relación entre la precipitación bruta acumulada y la infiltración acumulada que puede producirse, siendo la precipitación bruta acumulada aquella que genera encharcamiento (Ferrer Montserrat,1995).

La generación del modelo matemático tiene en cuenta las siguientes consideraciones (López A Raúl, 2001):

- Para el comienzo de la escorrentía superficial, se requiere satisfacer el umbral de pérdidas iniciales sobre la cuenca (infiltración inicial, interceptación y almacenamiento en depresiones). Por lo tanto, es claro, que, durante una tormenta la escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P (V.T. Chow, 1995).
- Cuando el umbral de escorrentía es superado, las relaciones entre los valores efectivos y reales de la retención de precipitación y la escorrentía son iguales (V.T. Chow, 1995), lo cual puede ser expresado por medio de la ecuación (1). Si bien es cierto, esta consideración fue establecida sin fundamentos

teóricos es la base de método, razón por lo que muchos autores han tratado de justificar teóricamente la igualdad en la proporcionalidad (López A. Raúl, 2001)

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (1)$$

Donde:

F_a : Cantidad de agua retenida en el suelo una vez iniciado el proceso de escorrentía superficial

S : Potencial máximo de retención

P_e : Escorrentía directa

I_a : Abstracción inicial producida previa al proceso de escorrentía superficial

P : Profundidad de precipitación, la cual al restarle I_a , se convierte en la escorrentía potencial

Al desarrollar un modelo lluvia – escorrentía, la entrada a la cuenca corresponde a la precipitación, mientras que, las salidas están definidas por las abstracciones; por lo tanto, aplicando el principio de conservación de masa sobre una cuenca se llega a la siguiente expresión:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (2)$$

Al combinar las ecuaciones anteriores, es posible encontrar la expresión básica que permite la determinación de la escorrentía directa empleando la metodología del SCS:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (3)$$

Debido a que la ecuación anterior presenta 2 variables desconocidas (S e I_a), se realizó un estudio referente a cuencas experimentales pequeñas, encaminado a encontrar una relación entre I_a y S evitando la estimación de la infiltración inicial, la relación encontrada es de la forma $I_a = \lambda S$, donde λ es el coeficiente de pérdidas iniciales, el cual adoptó un valor de 0.2 (López A Raúl,

2001). Por lo tanto, la escorrentía directa puede ser expresada de la siguiente manera:

$$P = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \quad (4)$$

La determinación del potencial máximo de retención (S) resulta ser demasiado compleja, debido a que puede tomar valores desde cero hasta infinito y el uso de varias cifras significativas, evento que influye en la precisión del modelo (Diaz C. Ángel, 2017), por lo anterior, se decidió estimar el valor de la escorrentía desde otro factor denominado “Número de Curva” (CN), el cual es definido por las características de la cuenca y la precipitación antecedente ocurrida 5 días antes de la tormenta en estudio y cuyos valores se encuentran entre 0 para cuencas con capacidad ilimitada de retención y 100 para cuencas completamente impermeabilizadas. La relación entre S (mm) y el número de curva, puede ser expresado así (Walega Andrzej, 2020):

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (5)$$

Teniendo en cuenta que la humedad antecedente es fundamental en este método y que los números de curva se aplican para condición normal (AMCII), se establecen las ecuaciones (6) y (7) para el cálculo de CN en condiciones de humedad antecedente seca (AMCI), y húmeda (AMCIII) respectivamente:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10-0.058CN(II)} \quad (6)$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10+0.13CN(II)} \quad (7)$$

El tipo hidrológico de suelo es también un parámetro clave en el cálculo de CN. Los suelos son clasificados en cuatro grupos según el potencial de escurrimiento (J.R. Temez, 1987).

- **Grupo A:** Poseen potencial de escorrentía bajo, básicamente arenas o gravas profundas bien a excesivamente drenados.

- **Grupo B:** Son aquellos con potencial de escorrentía moderadamente bajo, representado por suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente drenados a drenados, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida.
- **Grupo C:** Suelos con un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, texturas moderadamente finas a finas, con infiltración lenta debido a sales o alkali, o con niveles freáticos moderados. Su potencial de escorrentía es moderadamente alto.
- **Grupo D:** Consisten en suelos con potencial de escorrentía alto, se caracterizan por ser arcillosos con alto potencial de expansión, nivel freático alto permanente, estrato arcilloso superficial, infiltración muy lenta debido a sales o alkali, y suelos poco profundos sobre material casi impermeable.

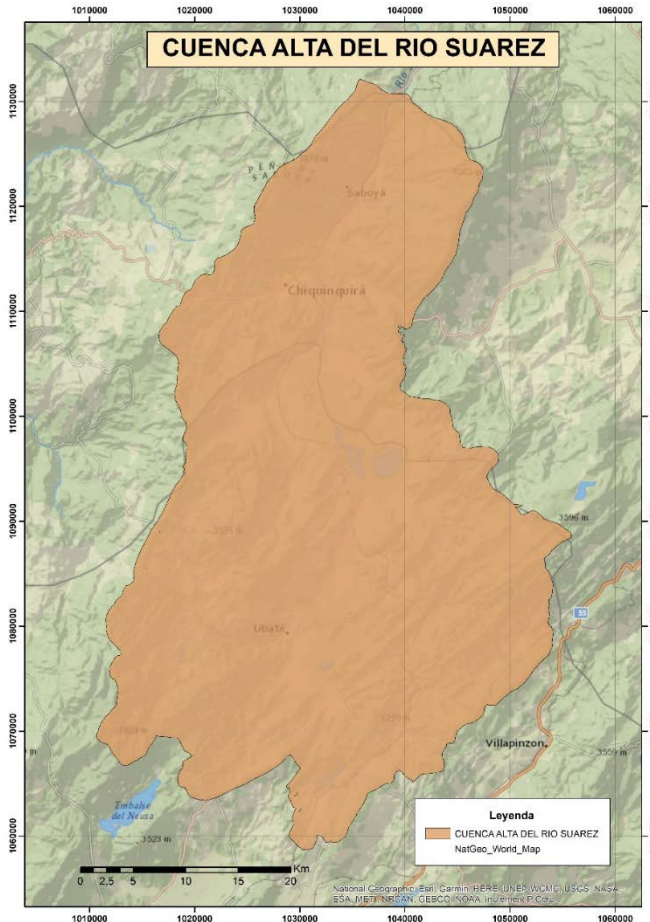
Por otro lado, es fundamental tener en cuenta el uso del suelo, pues de este también depende la cantidad de escorrentía. El uso de suelos se refiere a la cobertura de la cuenca, incluyendo todo tipo de vegetación, humus vegetal, suelo limpio, superficies de agua, superficies impermeables, y áreas urbanas (G. Monsalve, 2022). Este método distingue entre suelos cultivados, prado y bosques. Para suelos cultivados identifica: tierras en descanso, prados, cultivos de hilera, cultivo de granos, vegetales sembrados cercanamente, rotaciones, cultivos en hileras rectas, campos sembrados a lo largo de las curvas de nivel y cultivos terrazados.

1.3 Metodología

1.3.1 Localización de la Cuenca

La Cuenca Alta del río Suárez, corresponde a una de las once que forman la cuenca de los ríos Ubaté y Suárez, es la cuarta cuenca de tercer orden, tiene una extensión de 41.568 ha. Se encuentra localizada en el municipio de Saboya y algunas veredas de los municipios de Chiquinquirá, San Miguel de Sema, Simijaca y Susa.

Figura 1. Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

1.3.2 Descripción de la Cuenca

La cuenca posee las siguientes características:

- Esta zona es reguladora hídrica, debido a su distribución morfológica, lo que la convierte en un importante interceptor de los vientos que entran desde la zona nororiental del país.
- Cuenta con buen desarrollo a nivel agrológico.
- Tiene una superficie que se distribuye en cuatro zonas climáticas que son: Piso frío semihúmedo en un 80%, piso

de páramo bajo semihúmedo 10%, piso frío semiárido 5% y piso frío húmedo 5%.

- Cruza cerca de tres departamentos y entrega sus aguas en el oriente del país [26].

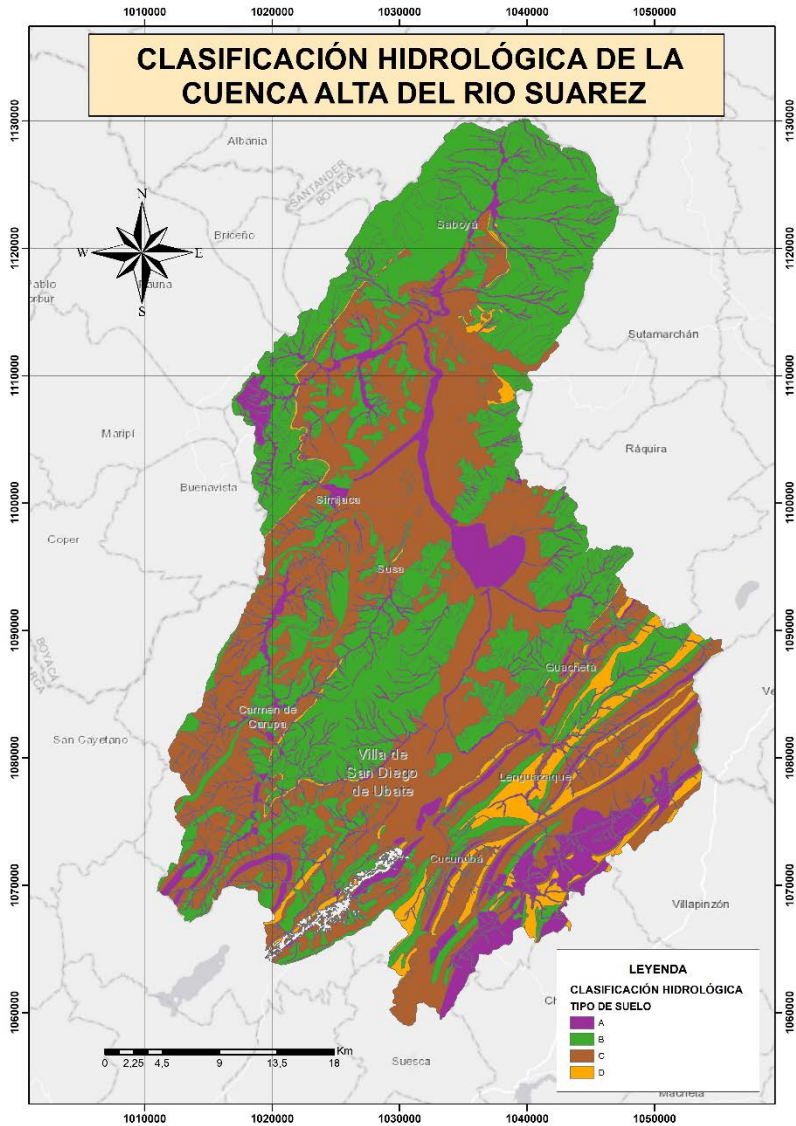
1.3.3 Elaboración del modelo

Con el fin de optimizar el proceso de cálculo del número de curva, se generó un modelo automatizado que, a partir de un DEM, coberturas y geología que permite obtener el número de curva promedio con condiciones. El modelo creado para la obtención del CN de la Cuenca, se realizó en el software ArcGis 10.8 mediante la herramienta Model Builder, bajo la programación de una serie de pasos que permiten la creación automatizada del mapa que representa la distribución del CN.

Para este modelo se requieren los shapes correspondientes a la geología (tipo hidrológico del suelo) y al uso de suelos, esta información fue solicitada al IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), y posteriormente convertida a formato Ráster mediante la herramienta “Feature to Raster”.

Los suelos, de acuerdo con la geología de la cuenca, han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C y D según su potencial de escurrimiento así: A: Suelos que tienen un bajo potencial de escorrentía; B: Suelos con moderadamente bajo potencial de escorrentía; C: Suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía y D: Suelos con alto potencial de escorrentía (Figura 2).

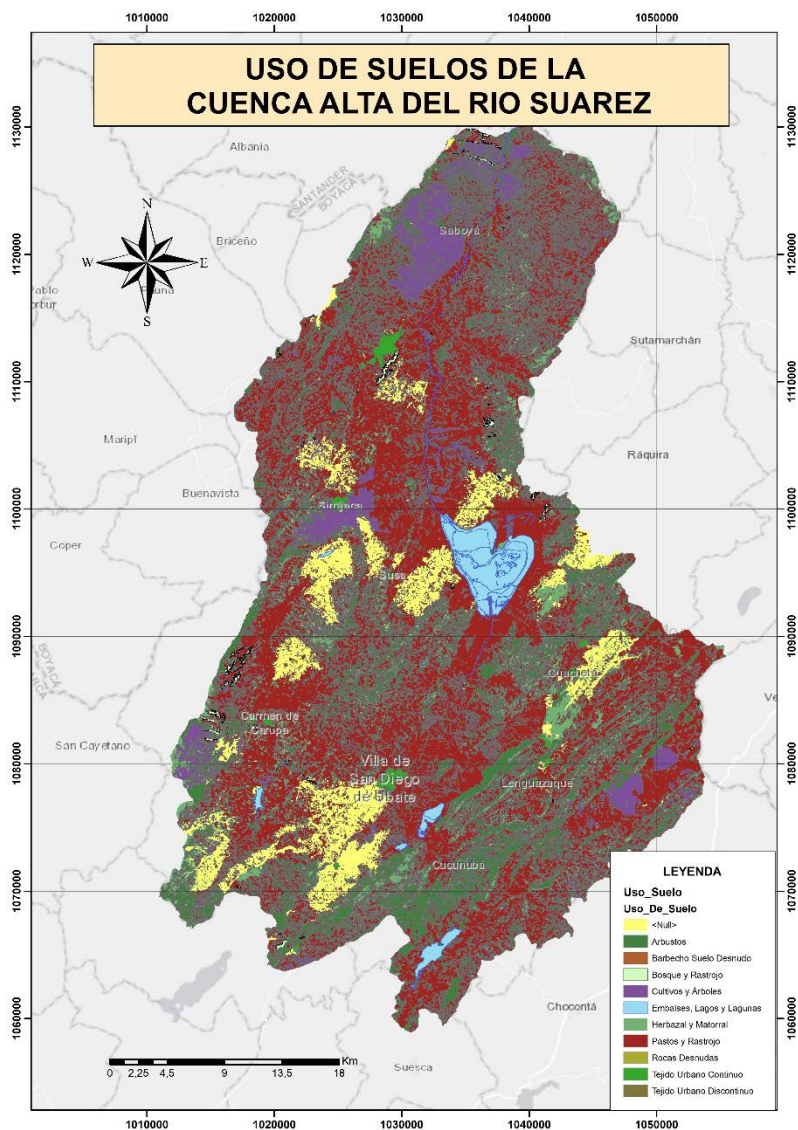
Figura 2. Clasificación Hidrológica de La Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

El uso de suelos pertenece a la cobertura de la cuenca, en los que hay uso de suelos no agrícolas, tipo de vegetación, superficie de agua, superficies impermeables y áreas urbanas (Figura 3).

Figura 3. Uso de suelos de la Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

Enseguida, se deben unir los rásters creados, a los que se asigna un número para cada uso de suelo y cada tipo hidrológico de suelo, estos permiten que sean reclasificados los rásters mediante la herramienta “Reclassify” y posteriormente sean multiplicados

mediante “Raster Calculator”. Para ello, los números asignados deben ser primos debido a que el producto entre números primos siempre dará un número diferente a otro producto entre primos, posibilitando la no repetición de combinaciones. Los valores asignados para el tipo hidrológico del suelo y el uso de suelos se observan en las Tablas 1 y Tabla 2 respectivamente.

Tabla 1. *Asignación de números primos para los tipos hidrológicos de suelo*

Tipo hidrológico de suelo			
A	B	C	D
2	3	5	7

Nota. Autores.

Tabla 2. *Asignación de números primos para uso de suelos*

Uso de Suelo	Nº Primo
Pastos y rastrojo	11
Frutales y tubérculos	13
Cultivos	17
Cacao	19
Café	23
Maíz	29
Caña	31
Plátano	37
Hortalizas	41
Vegetación de páramo	43
Arbustos	47
Bosque intervenido	49
Bosque y potrero	51
Bosque y rastrojo	53
Herbazal y matorral	59
Cultivos y árboles	61
Potreros desérticos	67
Patios	71

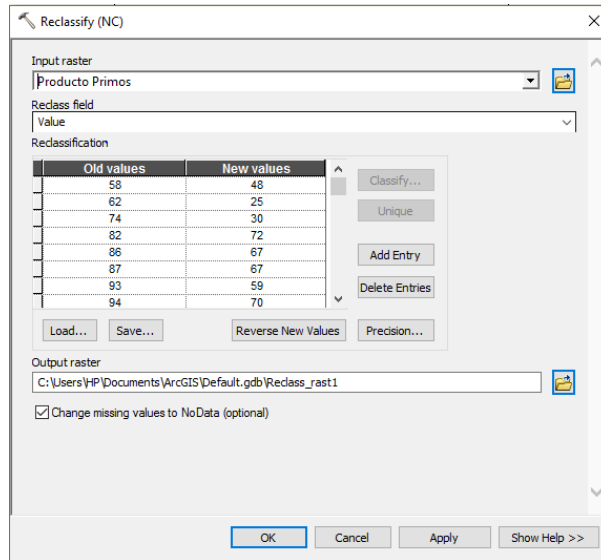
Uso de Suelo	N° Primo
Caminos de tierra	73
Camino en grava y zonas de extracción minera	79
Pavimentos	83
Tejido urbano continuo	89
Tejido urbano discontinuo	91
Residencial baja densidad	97
Residencial alta densidad	101
Centros comerciales y de negocios	103
Zonas industriales y comerciales	107
Zonas industriales y complejos ferroviarios	109
Escombreras y vertederos	113
Zonas verdes urbanas	117
Instalaciones deportivas y recreativas	119
Tierras de labor en secano (Cereales)	121
Tierras de labor en secano (Viveros)	127
Tierras abandonadas	133
Terrenos regados permanentemente	137
Arrozales	139
Cultivos anuales con prados en secano	149
Sistemas agro-forestales	151
Bosque denso	157
Matorral sub-arbustivo o arbustivo muy poco denso	161
Playas, dunas, salinas y rastrojo	163
Zonas en proceso de erosión	167
Rocas desnudas con fuerte pendiente	173
Turberas y prados turbosos	179
Embalses, lagos y lagunas	181
Barbecho suelo desnudo	187
Barbecho suelo cubierto de residuos	191

Nota. Autores.

Una vez obtenido el producto entre primos, estos valores vuelven a ser reclasificados mediante una asignación automática del CN

según el SCS (Figura 4) y se aplican las ecuaciones (7) y (8) para obtener CNI y CNIII.

Figura 4. Reclasificación según SCS

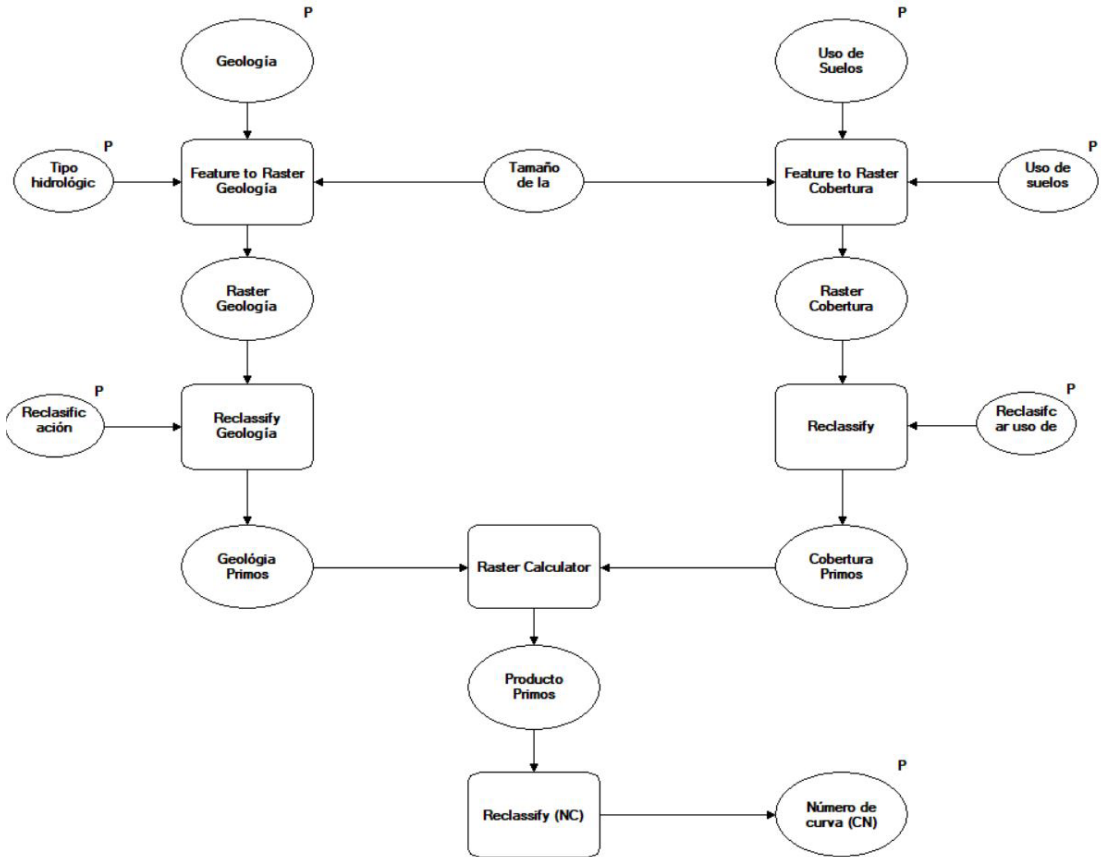


Nota. Autores.

Al realizar estos geoprosesos, se obtiene el número de curva, esta sería la primera parte del Modelo.

es)

Figura 5. Primera parte Modelo NC Cuenca Alta del río Suárez

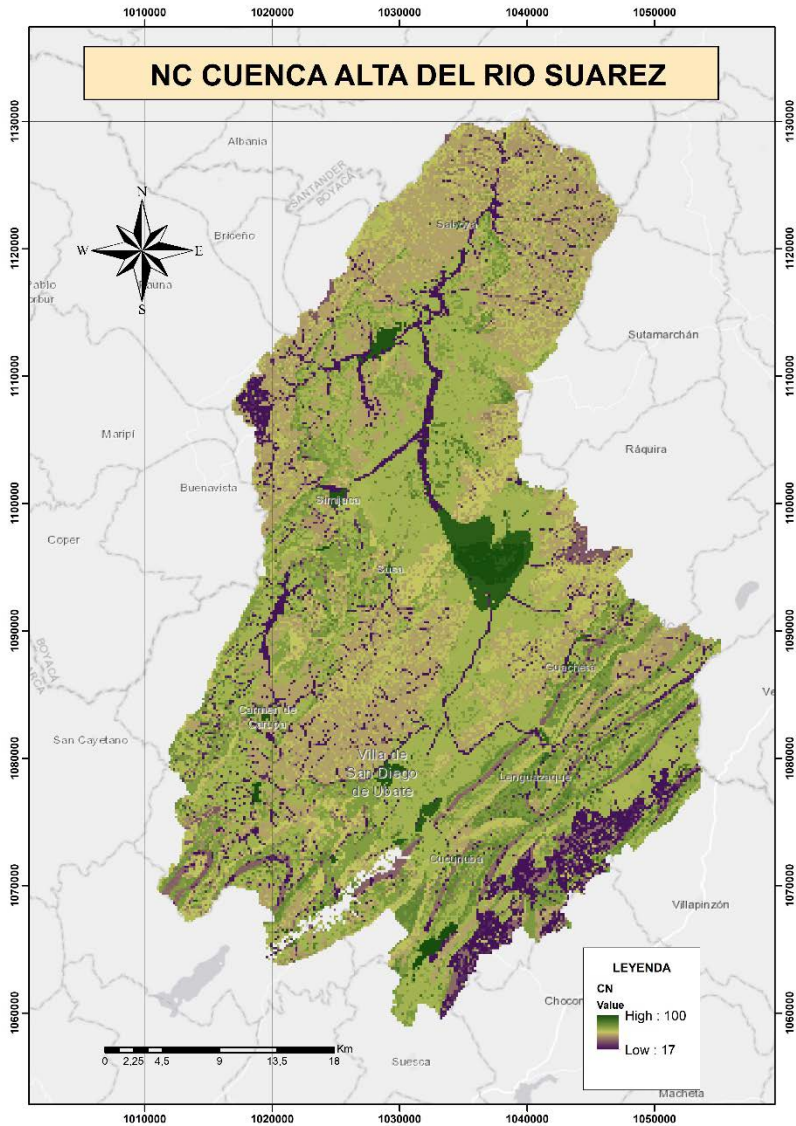


Nota. Autores.

1.3.4 Productos y resultados

Se genera la salida gráfica de número de curva tradicional, el cual está entre un valor de 0 a 100 según sea su capacidad de generar escorrentía superficial. Valores cercanos a 0 representan condiciones de permeabilidad muy alta, mientras que, valores cercanos a 100 representan condiciones de impermeabilidad (Figura 6).

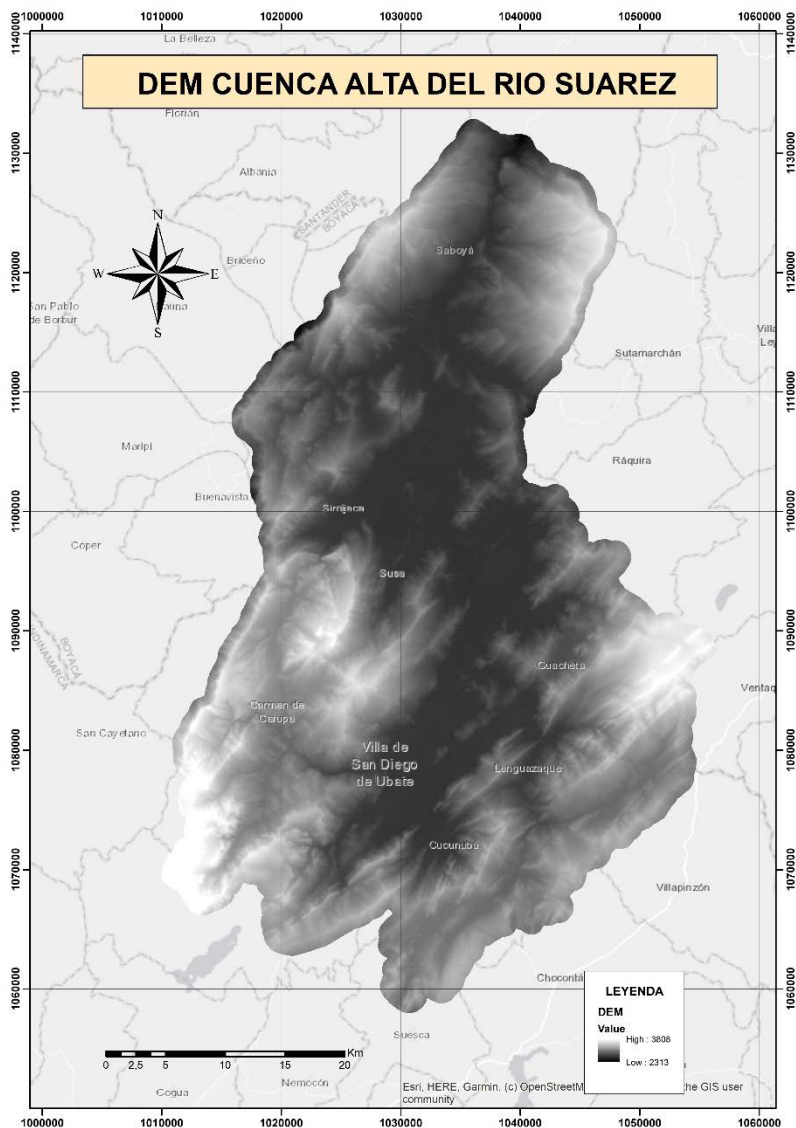
Figura 6. NC Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

Paralelo a esto, resulta necesario cargar el modelo digital de elevación (DEM) (Figura 7), perteneciente a la cuenca, el cual es generado con las curvas de nivel, mediante el manejo de la herramienta *Create Tin* y *Tin To Raster*.

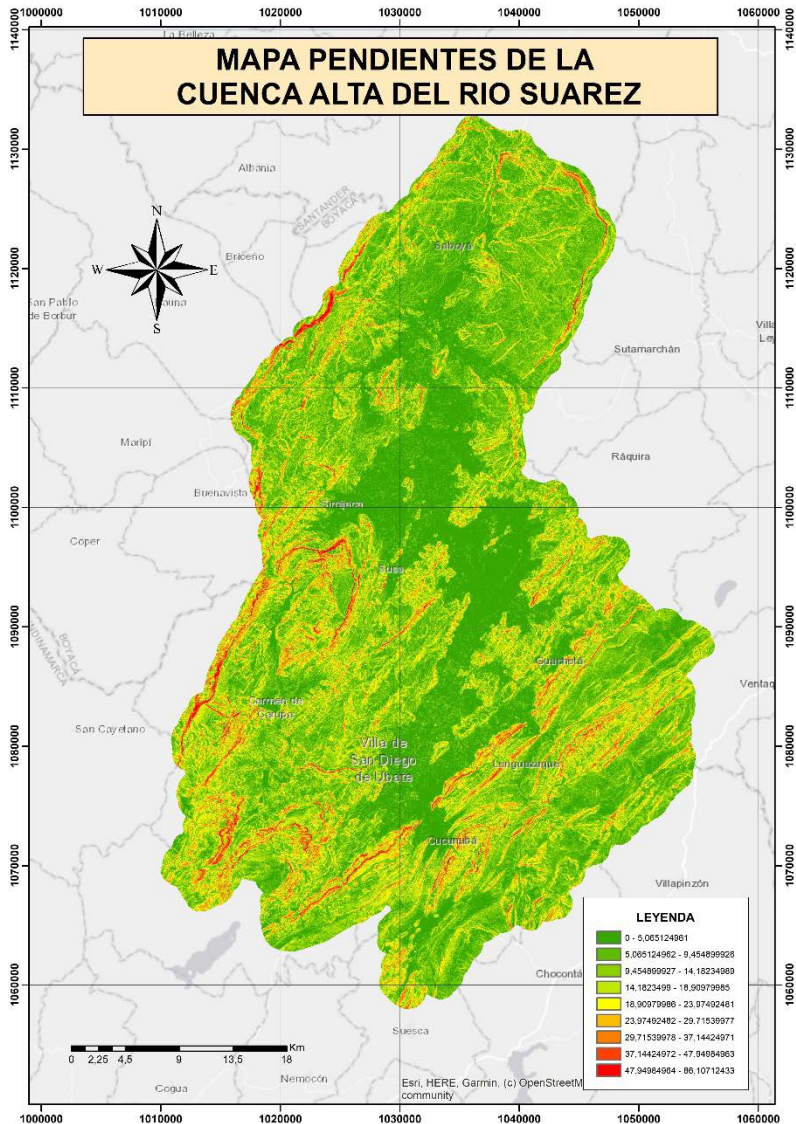
Figura 7. DEM Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

Con el DEM, se generó un mapa de pendientes en porcentaje mediante el uso de la herramienta "Slope" (Figura 8).

Figura 8. Mapa de pendientes de La Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

De acuerdo con German Monsalve [27], el número de curva tiene tres niveles de humedad antecedente, dependiendo de la precipitación total de los cinco días previos a la tormenta, estos son:

- AMC I: Tiene un valor potencial de escorrentía.
- AMC II: Tiene un potencial de escorrentía promedio.
- AMC III: Tiene un mayor potencial de escorrentía.

Esta condición antecedente, puede ser determinada comenzando en la siguiente Tabla:

Tabla 3. Precipitación acumulada para tres niveles de condición de humedad antecedente

Condiciones de humedad antecedente (AMC)	Precipitación acumulada de los 5 días previos al evento en consideración (cm)
I	0 - 3.3
II	3.5 - 5.25
III	más de 5.25

Nota. Monsalve Sáenz, G. (1999). Hidrología En La Ingeniería (2a. Ed.).

De acuerdo con lo anterior, se establecen las ecuaciones (6) y (7) para el cálculo de CN en condiciones de humedad antecedente seca (AMCI), y húmeda (AMCIII) respectivamente.

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \quad (6)$$

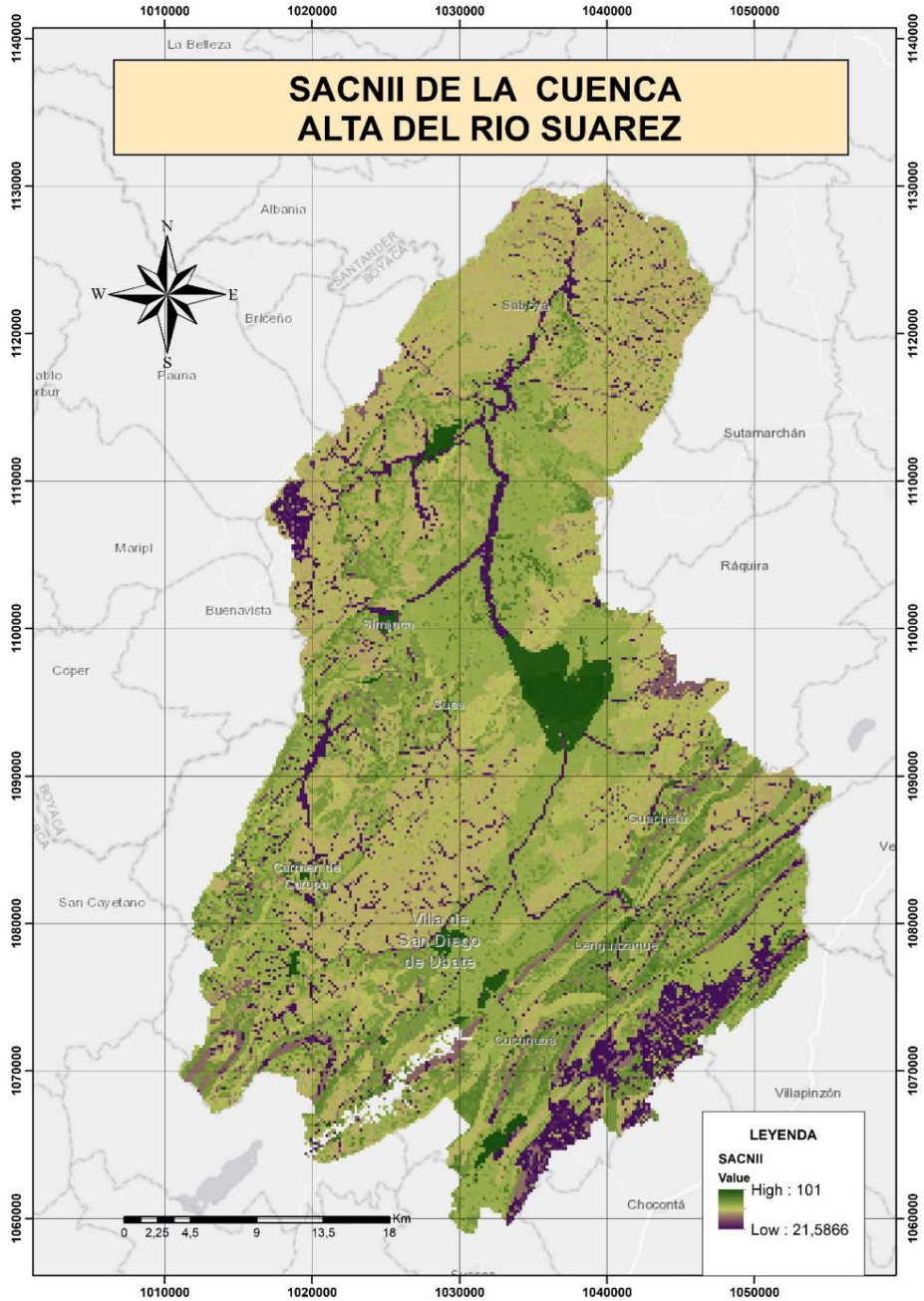
$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \quad (7)$$

A las pendientes y los números de curva encontrados se les aplica el factor de corrección propuesto por Sharpley y Williams [28].

$$SACNII = \frac{1}{3} (CNIII - CNII) - (1 - 2e^{-13.86x}) + CNII$$

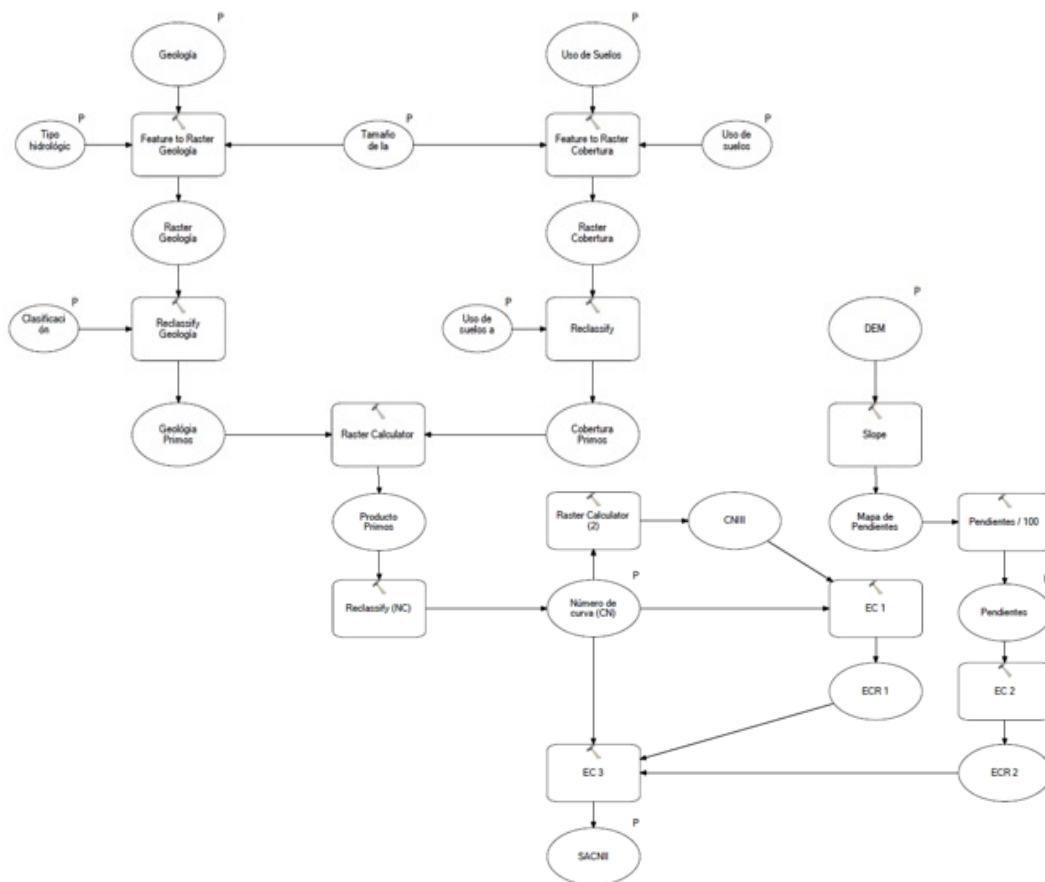
Donde SACNII es el número de curva ajustado por pendientes para condiciones antecedentes de humedad normales, y X está dado en porcentaje de acuerdo a la variación de la pendiente (ver Figura 9).

Figura 9. SACNII de La Cuenca Alta del río Suárez



Nota. Autores.

El modelo final generado con la herramienta Model Builder para NC con corrección, de La Cuenca Alta del río Suárez es:



Nota. Autores.

1.4 Consideraciones y conclusiones

- El método de número de curva desarrollado por el Soil Conservation Service del U. S. Department of Agriculture (SCS), permite relacionar diversas variables afines con las características físicas de la cuenca, tomados de datos tabulares que dan paso a la transformación de la información cualitativa sobre el tipo de cobertura y el grupo hidrológico

de suelo; lo anterior, en información cuantitativa que representa el comportamiento de la escorrentía; sin embargo, el método fue desarrollado para regiones del medio oeste estadounidense, por lo que su aplicación requiere de estudios locales que adapten los valores de NC a valores propios de cada región.

- El método no proporciona explícitamente parámetros relacionados con el tamaño de la cuenca, por lo que se recomienda la aplicación del método para cuencas menores o iguales a 250 km², para garantizar la heterogeneidad espacial en función de la correlación de variables físicas y la variación espacial de la precipitación.
- Los métodos conceptuales, como el número de curva, operan con valores promedio, lo que significa que, al tener cuencas con áreas heterogéneas en la correlación de cobertura y grupo hidrológico del suelo, no representan de manera adecuada las propiedades físicas de la cuenca. Es importante tener en cuenta el factor de corrección propuesto por Sharpley y Williams, para obtener una mayor aproximación a las condiciones propias de la cuenca.
- La aplicación del método del número de curva para la determinación de las abstracciones en cuencas, implica tener en cuenta las condiciones de humedad antecedente, cuya determinación es función del objetivo del proyecto; destacando que, entre mayor contenido de humedad se presente en el suelo, menor será la capacidad de infiltración del mismo y por ende, mayor el caudal de escorrentía directa generada por eventos de precipitación.
- La obtención del parámetro del número de curva de forma manual, resulta compleja y dispendiosa por la cantidad de información a procesar; lo que facilita en gran medida el uso de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para el procesamiento de esta información, ya que, permite procesar una amplia cantidad de esta y espacialmente distribuida, lo que conlleva a ahorrar tiempo y mejorar la eficacia en el cálculo del escurrimiento en cuencas. Además de contribuir a la elaboración de modelos de apoyo a la toma

de decisiones relativas al control de avenidas y prevención de inundaciones.

- Para La Cuenca Alta del río Suárez, se registran valores altos de número de curva en la mayor parte del territorio, indicando condiciones óptimas para el proceso de escorrentía por encima de la infiltración y, a su vez, significa que la cuenca puede sufrir degradación del suelo, propiciando una desertificación paulatina.