

# Análisis Morfométrico fluvial de la cuenca del Soco por medio del uso de software de código abierto

**Isaac De La Rosa** *Estudiante de la Licenciatura en Geografía Mención Representación Espacial en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)*

---

El análisis realizado a la cuenca del Soco arroja resultados impresionantes, basandose en la descripción de la morfometría fluvial de la Cuenca y como una ciencia complementaria de la geografía física, la geomorfología ha sido una de las mas importantes al momento de crear una perspectiva real del relieve, siendo este util para explicar causas y consecuencias de movimientos y poder describir los mismos. La cuenca del Soco inicia entre las subregiones Yuma y Higüamo, con desembocadura en la boca del soco. Se comprueba en los perfiles longitudinales los cursos concavos y los cursos convexos. se también comprueba que la curva e integral hipsométrica está asociada a factores evolutivos de las regiones que posee el relieve. De forma notoria, se observa Dentro de este encontramos la geomorfología fluvial, que como etimológicamente se indica, es la encargada de describir los procesos fluviales en la litosfera, así como tambien sus causas y consecuencias en su paso por la corteza terrestre, pero existe poca bibliografía científica sobre morfometría fluvial dominicana. De una forma notoria, Muchas fuentes afirman que el funcionamiento de una cuenca se asemeja al de un colector que recibe la precipitación y la convierte en escurrimiento superficial o sub superficial; esta transformación depende de las condiciones climáticas y las características físicas de la cuenca. El soco tiene como área unos 988.62 km<sup>2</sup> y un perimetro de 227.63 km, siendo esta la cuenca mas grande de la region este, esta logra una elevacion maxima de 646.96m, la elevación media 136.34m y la elevación mínima 0.032 m, dicha cuenca localizada en la región este del país. Estos resultados son provocados para demostrar la actual información de la la morfometría fluvial de la Cuenca en cuestión. La República Dominicana con el paso de los años va quedando en el tiempo al ofrecer datos de tal importancia como son los anteriores vistos, y para la realización de trabajos de análisis morfométrico futuros, o análisis geodésicos, biológicos o geológicos, es importante tener datos de fuente confiable y segura con datos reales.

*Keywords:* Geomorfología fluvial, Morfometría de Cuenca, Análisis Morfométrico, Cuenca del Soco

---

## 1 Introducción

Seamos geógrafos o aspirantes a serlo, es importante conocer las características físicas de una cuenca de drenaje, las cuales revisten gran importancia para la realización de estudios geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos, ya que influyen en el desarrollo de múltiples procesos fluviales y en el riesgo de inundación morfometría de cuenca. Si bien es cierto que cada vez que se hace un estudio de este tipo o relacionado a este, es en cierto sentido interminable por la poca información ofrecida por las partes encargadas. (Busnelli & Horta, 2014), aunque en este artículo tendremos la excepción.

La cuenca el río Soco es una de las mas importantes en el este de dicho país, la cual comprende desde la parte norte de la región este hasta la parte sur de dicha región, políticamente comenzando desde la Provincia de El Seibo y la Provincia de Hato Mayor del Rey, en las zonas muy forestales y altas de la cordillera del Seibo (cordillera Oriental), y dicha cuenca sera el punto de concentración

de nuestra investigación. Posee una forma en cierto sentido pensando el punto de desemboque.

Reivindicar la geomorfología, es decir, los procesos y formas abióticos, en este caso, como valor en sí mismo del sistema fluvial y como clave de conservación y restauración constituye una innovación en nuestro país, donde el desconocimiento geomorfológico en el ámbito ambiental es muy grave, donde muchas veces la geomorfología no se considera (como ocurre en muchos estudios de impacto) y no es que se infravalore, sino que directamente no existe o se desprecia. (Ollero et al., 2011).

Lo que vemos en este análisis morfométrico fluvial son datos provocados de fuentes de código libre, realizándose en el Soco para hallazgos y contribuciones a la ciencia con mas información útil compartida, ya sea el primer trabajo de esta área geomorfológica o no.

Imporante a tomar en cuenta que el concepto de Horton-Strahler ha sido importante en la geomorfología de las cuencas fluviales; describe propiedades de escala e identifica GIUH, pero también ha atraído críticas, porque depende del área de umbral  $S$ , que se utiliza para extraer la red de canales de los modelos digitales de elevación (MDE), de la posición de la salida y del escaso número de ratios utilizados para identificar las leyes de escala. Para superar estas limitaciones, este artículo propone nuevos índices independientes de  $S$  y que tienen propiedades similares a las relaciones de Horton-Strahler.(Moussa, 2009).

La geomorfología regional, definida como ciencia que se ocupa de describir y explicar la distribución espacial de las formas del terreno a escala regional y subregional, ha sido considerada por la planificación física y la ordenación del territorio más clásicas, como la única disciplina capaz de analizar las “líneas maestras” que definen el carácter complejo del territorio y del paisaje.

La utilización del relieve como base física para la delimitación y definición de unidades territoriales integradas, básicas para gestionar el territorio y sus recursos, ha constituido además uno de los métodos tradicionalmente empleados por algunas de las disciplinas ambientales que en mayor medida han contribuido al acercamiento de la planificación física clásica hacia la nueva ordenación integral; es el caso de la Ecología del Paisaje, la Ecología Humana y la Geografía Ambiental.(Muñoz-Rojas, Carrasco González, & Pedraza Gilsanz, 2009).

Este trabajo se centra en la cuenca del soco, como objetivo: su morfometría, tantos aspectos sean conocidos, realizado con apoyo de softwares libres y scripts adaptados al área de estudio, la cuenca del Soco. También, se inquiere sobre la existencia de una relación entre: los perfiles longitudinales e índice de concavidad con la litología de la cuenca; la relación entre los parámetros morfométricos con las características litológicas y si hay factores que se asocien con la curva e integral hipsométricas de la cuenca.Por medio de parámetros morfométricos se busca identificar qué forma tienen la cuenca y su red de drenaje. De igual manera, se trata de comprender como se organiza la red de drenaje; y, tras el estudio de la cuenca y su red de drenaje, se indaga si se producen ciertos movimientos de reorganización en ellas. Al realizar estas investigaciones nos preguntamos ¿Cuál es el orden concreto de la cuenca del Soco? ¿Qué otra información obtenemos al investigar esta cuenca? ¿Podrían utilizarse sus aguas para hacer una presa o represa en ella?

## 2 Area de Estudio

El presente estudio fue realizado en la cuenca del río Soco, ubicada en la zona Este de la República Dominicana, con una extensión superficial de 988.62 km<sup>2</sup>, siendo esta una de las mas grandes del país, con forma ilustrativa a un triángulo isósceles invertido. Dicha cuenca tiene como río principal y/o cabecera el río Soco, teniendo su nacimiento en una de las montañas de la Cordillera del Seibo, al sur de la población de Miches, y desembocando así en la Boca del Soco, donde termina la cuenca de análisis.

Dicha cuenca pasa por Hato Mayor Del Rey (70,141 Hab) El Seibo (97,144 Hab) La Romana (139,671 Hab) y San Pedro de Macorís (217, 141). cuenca ubicada de Nor Noreste hasta Sur Suroeste, comprendiendo desde elevaciones superiores de la cordillera del Seibo hasta la Llanura costera del caribe, Vertiendo sus aguas en el mar caribe.

### 3 Metodología

Para la realización de estas operaciones se utilizaron operaciones de análisis morfométrico de redes de drenaje y cuenca de los paquetes de software de código abierto GRASS GIS, utilizando como medio de interpretación y organización cuantitativa y/o cualitativa de información R como entorno de programación ("RStudio," 2012) implementado y desglosado en la computadora de uso familiar.

Lo utilizado para la captura de resultados fue de varios addons, y apertura de mapas y análisis en R, donde se hizo de los mismos para así extraer resultados, creando primero una región donde se guardaron los datos recogidos en el análisis de la cuenca, uso el cual se le dió en orden de métodos.

Dentro de GRASS GIS fueron utilizados otros paquetes para la óptima comprensión de datos, con la utilización de un modelo digital de elevación (para lo siguiente, MDE) de la misión radar del transbordador espacial Shuttle (Lemos, Souza, & Rocha, 2004), con altura aproximada a 90 metros para la extracción de información requeriente.

Para extraer la cuenca se utilizó el addon r.water.outlet (Lozar, 2003), usado también el addon r.vect, lo que llevó a convertir el raster resultante en vectorial, para así colocarlo en R. De igual forma se aplicó el addon r.stream.extract (Jasiewicz, 2011), para lograr extraer la red de drenaje donde se llevaron a R los resultados del mismo.

En la acumulación de flujo, los parámetros de cuenca del mismo, como elevación, drenaje, y otros más, fueron calculados a través del addon de GRASS GIS r.watershed (Lozar, 2003), contando con un umbral acumulado de 82 celdas, en un MDE. Las capas generadas se ingresaron a R al lado de la librería ap y al igual manejo con la librería raster. Por consiguiente, en la orden de red y el análisis hortoniano, se puso en uso el addon r.stream.extract para producir un mapa de dirección de flujo. Por otra parte, para la creación de mapas de órdenes de red se usó el addon r.stream.order (Jasiewicz, 2011), en el cual se usó la clasificación de Strahler para el análisis de red de dicha cuenca.

Se utilizaron de igual forma los addons r.info para extraer los valores máximos y mínimos del orden de red según Strahler partiendo de un raster, delimitada la cuenca a través de la red de drenaje con r.stream.basins (Jasiewicz, 2011). Para el uso de estadísticas según orden de red de Horton para las redes de Strahler y Horton, se utilizó el addon r.stream.stats (Jasiewicz, 2011) en resumen de las estadísticas.

Luego de la creación de una nueva región de GRASS en R, se llevaron a números enteros la extensión y la resolución del DEM con las funciones integerextent y xyvector (José Ramón Martínez Batlle, 2018). También se llegó a utilizar la herramienta gdalwarp ("GDAL-biblioteca de abstracción de datos geoespaciales," 2005) para extraer la sesión de GRASS. se usó el addon r.stream.extract, para generar la red de drenaje y obtener las coordenadas que mas adelante serían convertidas a EPGS:4326 (Jain, 2003), como números enteros con la función my\_trans. (José Ramón Martínez Batlle, 2020)

Mientras que, para la obtención de los parámetros morfométricos de la cuenca se utilizó el addon r.basin (Di Leo, 2013). Los vectores obtenidos son transformados a EPGS:4326 (Jain, 2003) y así siendo vistos o visualizados con la librería leaflet. De igual forma, para explorar los parámetros

de la cuenca fue utilizada la librería readr.

Para el cálculo de los índices de concavidad y los perfiles longitudinales, en primer lugar, se extajeron los cursos mas largos de la cuenca en cuestión a través de la función LfpNetwork, para luego emplear la función LfpProfilesConcavity, dicha función arrojó los índices de concavidad para los cursos mas largos, y así mismo, sus perfiles longitudinales.

En la última parte de realización para el cálculo de la curva y la integral hipsométrica de la cuenca, en primer lugar, lo realizado fue representar las cuencas con las librerías sp y mapview; y en segundo lugar, calcular la integral y curva hipsométrica mediante el uso de la función HypsoIntCurve (José Ramón Martínez Batlle, 2018).

#### 4 Resultados

En este estudio realizado a la cuenca del Soco utilizando el script reproducible, revela información que facilita el análisis y comprensión de la cuenca. vierase de manera agrupada como de forma desagregada. Por consiguiente, se presentan de manera resumida, las características morfométricas principales de la cuenca en cuestión y su red de drenaje.

Como se muestra en la tabla abajo descrita, la cuenca del Soco tiene como área unos 988.62 km<sup>2</sup> y un perímetro de 227.63 km, siendo esta la cuenca mas grande de la región este, esta logra alcanzar una elevación máxima de 646.96m, la elevación media siendo de 136.34m y la elevación mínima de 0.032, con uno de los relieve más heterogéneos e irregulares antes analizados.

Table 1: Parámetros morfométricos de la Cuenca del Soco

Párametros	Valores
Easting Centroid of basin	489195.00
Northing Centroid of basin	2072655.00
Rectangle containing basin N-W	('471060', '2092680')"
Rectangle containing basin S-E	"('513630', '2039760')"
Area of basin [km <sup>2</sup> ]	989.801775
Perimeter of basin [km]	227.636525830754
Max Elevation [m s.l.m.]	646.969411439852
Min Elevation [m s.l.m.]	0.0326075545062636
Elevation Difference [m]	646.9368038853457
Mean Elevation	136.3463
Mean Slope	4.65
Length of Directing Vector [km]	33.6112628742212
Prevalent Orientation [degree from north, counterclockwise]	1.250701649253028
Compactness Coefficient	6.412284389087794
Circularity Ratio	0.2400347916120
Topological Diameter	,120.0
Elongation Ratio	0.4103977285869175
Shape Factor	,11.44258120713636
"Concentration Time (Giandotti, 1934) [hr]	12.561301584730437
Length of Mainchannel [km]	86.501616819
Mean slope of mainchannel [percent]	1.0508578295624251
Mean hillslope length [m]	311.9917
Elevation Difference [m]	646.9368038853457

Párametros	Valores
Magnitudo,	289.0
Max order (Strahler)	5
Number of streams	421
Total Stream Length [km]	815.5888
First order stream frequency	0.2919776538085113
Drainage Density [km/km'2]	0.8239920563892704
Bifurcation Ratio (Horton)	4.2453
Length Ratio (Horton)	2.4703
Area ratio (Horton)	4.6963
Slope ratio (Horton)	1.3574



Figure 1: Forma de la Cuenca del Soco

Observándose la figura la forma de la cuenca es ciertamente triangular, con la parte mas ancha en el norte y la punta de la figura en el sur con su desembocadura. Así mismo, los párametros de coeficiente de compacidad, forma de la cuenca y razón de elongación, nos dan la confirmación de la forma triangular de la cuenca en cuestión (ver tabla 10). Mientras que la red de drenaje de la cuenca se pueden ver drenajes acumulados y de cierta forma informales, siendo densa en ramificaciones muy regulares tal vemos en la cuenca media alta, al sur; debido a que relieve se denota accidentado y a que la composición del material encontrado en la sierra del seibo, elevaciones territoriales importantes en la región y donde nace, por consiguiente, la cuenca del Soco.

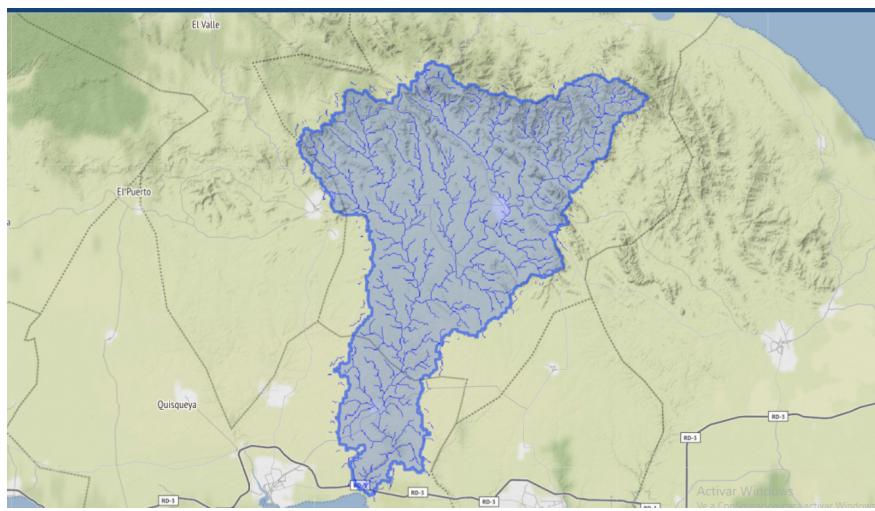


Figure 2: Red de Drenaje de la Cuenca del Soco

La red de drenaje de la cuenca, Según Srahler, presenta un total de 461 redes (ver tabla 2), y se organiza por ordenes desde el numero 1 hasta la numero 5

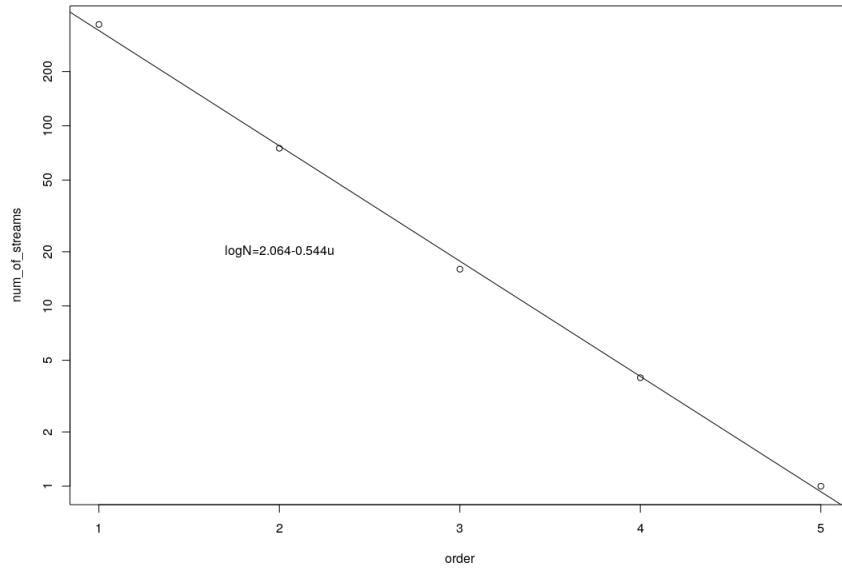


Figure 3: Número de ordenes de Redes y Razón de Bifurcación

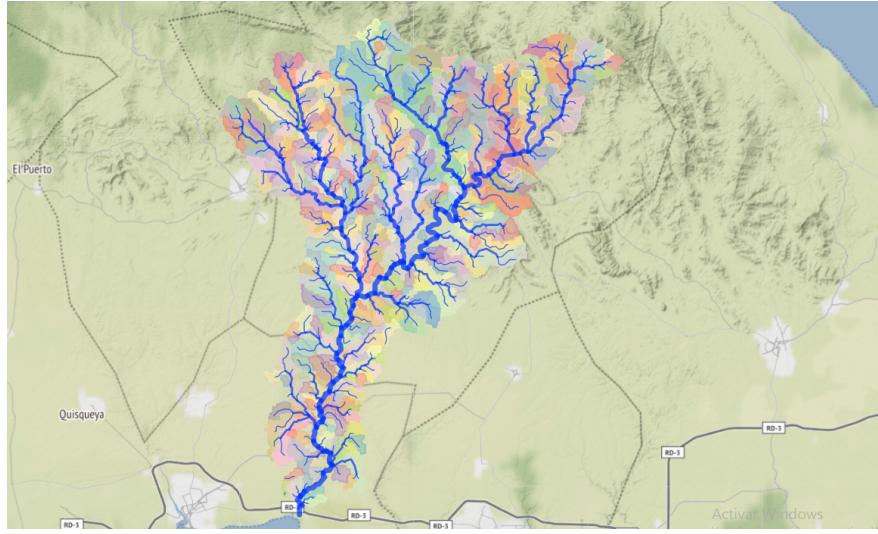


Figure 4: Red de Drenaje según su Orden de Red en la Cuenca del Soco

Donde éstas redes de drenaje de orden uno hasta orden cinco organizados de forma concatenada, van dando como afluentes sus aguas a un curso fluvial mayor hasta llegar al curso principal; las de orden dos, que suman un total de 75, se ve una reducción en el número de redes, presentando cierto aumento en el área del orden y descenso en las redes de drenaje de redes, de orden 3 se encontraron 16m de orden 4 se pudo encontrar 5 y por consiguiente, en el orden 5 solo se encontró uno solo.

En un análisis se prevee que contenga captura fluvial en los cursos mas largos de drenaje, los cuales generaron los perfiles longitudinales y se obtuvieron los índices de concavidad, la gran mayoría mostraron ser positivos a la concavidad, otros salieron negativos a ella, tratándose de unos 6 con este caso.(ver figura 5).

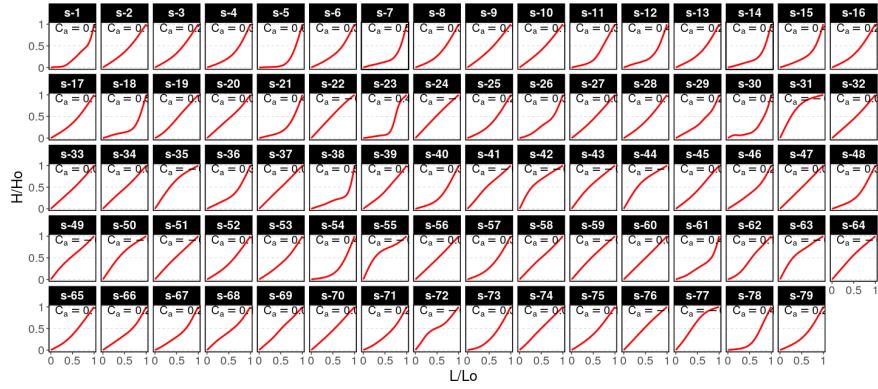


Figure 5: Perfiles Longitudinales e índices de concavidad de los cursos mas largos de la cuenca del Soco

Los parámetros morfométricos que se obtuvieron (ver tabla 3) incluyendo coeficiente de com-

pacidad que indica que la forma de la superficial de la cuenca de acuerdo con su delimitación y el predominio en su escorrentía, es muy alargada; pero tomando en cuenta el parámetro forma de la cuenca genera un índice el cual indica que la cuenca, además de ser muy alargada, es bastante ensanchada por las áreas de cuenca media y cuenca alta.

De los cursos mas largos, se destaca el número 5 (ver figura 6), siendo este meramente el río cabecera, el río soco, el cual desemboca en la boca del soco al sur de la cuenca, el curso se mueve englobado de norte a sur, presentando líneas concavas que facilitan su curso, creando meandros en su recorrido, políticamente pasa por 3 provincias, libros del servicio Geológico Nacional del 2019 muestran un cauce formado por piedra caliza y conglomerados, sin presencia de clinoformas, mientras que presenta anchura en su lecho en la parte baja de la cuenca.

Por otra parte, en los perfiles podemos apreciar varias líneas convexas, contando con 18 redes convexas, de órdenes menores, llámense 2,3,4, en la parte norte de la cuenca y a los alfauentes de los alrededores, la mayoría desde el número 31 en adelante. La razón de bifurcación mostrada en los resultado de la ejecución (ver tabla 3), muestran una constancia en los números y en el área como tal.

También están los cursos casi rectilíneos como son los caso del los cursos numero 24, 37 y 47 con índices de concavidad menores a 0.18, rectilíneos a mas de 50%. la cuenca del soco tiene 461 ríos de órdenes contables, lo que la convierte en una de las cuencas mas grandes e importantes de la nación.(ver tabla 2)

Table 2: Estadísticas de los ordenes de red de la Cuenca del Soco

Pedido máximo (núm)	Tot.N.str. (núm)	Tot.str.len. (km)	Tot.area. (km2)	Dr.dens (km / km2)	Str.freq. (núm / km2)
5	461	827.6249	988.6235	0,8371	0.4663

Las estadísticas que son generadas sobre la curva y la integral hipsométrica obtuvieron 75 resultados para los cursos que en red de orden 2 todos con gran similitudes y por lo tanto, pocas diferencias que comentar, todos con curvas moderadas, las cuales muestran un proceso de evolución históricamente/gemorfológicamente normales.(ver tabla 4 y ver mapa )

Para los cursos de agua que estan asignados en orden número 3 de la cuenca del soco, se produjeron 17 resultados donde los valores mas altos tuvieron cierta evolución en cuanto a elevación se refiere, donde todos se realizaron de forma uniforme y con un poco de elevación media.

## 5 Discusión

Con dichos datos anteriormente mencionados, consecuentes a la cuenca del Soco, hemos respondido preguntas planteadas de investigación en marcha sobre que tan lejos esta el inicio de la cuenca, forma de la misma y su red de drenaje, organización de esta y la relacion de los perfiles longitudinales y su índice de de concavidad junto a la litología en la cuenca. Sin embargo, las preguntas concernientes a la relación de los parámetros de la cuenca con la litología en la cuenca, como la importancia de esta cuenca para el lugar situado, no han sido respondidas a razón de la falta de información e investigaciones, al pasar de los años no se ha provisto de información concreta sobre la cuenca del soco. Tal es que la información encontrada fue sobre la Boca del Soco dada por el Servicio Geológico Nacional.

La cuenca tiene forma de triangulo isosceles invertido, y la forma de la red de drenaje es den-

drítrica. Dicha cuenca produce esta forma en zonas de relieve notoriamente heterogeneo, como se presenta la parte de cuenca alta; los cursos de agua van desarrollandose libremente y no van dependiendo de un control estructural. Es normal en los ordenes de red de las cuencas, desde el orden 1 al orden 5, principalmente en las de orden 5, tipos de rocas y relieve mas heterogeneo, producto al arrastre de la escorrentía desde afluentes a este mas arriba.

Según estudiosos como Summerfield, explican que la razon de bifurcación que se encuentra entre 3 y 5, da a lugar que la litología del área es semi homogenea. en la tabla 3 son visibles los valores ciertamente dentro del mismo rango. Notese como los ordenes 1,2,3 y 4, mantienen cierta homogeniedad en la litología.

Table 3: Razones de los parametros hidrograficos segun su orden de red.

Order	Bif.rt.	Len.rt.	Area.rt.	Slo.rt.	Grd.rt.	d.dens.	str.freq.
1	4.8667	2.7139	0.0000	1.6406	1.6100	0.6762	0.6175
2	4.6875	2.0492	5.1588	1.6358	2.0326	0.3557	0.1197
3	4.0000	2.0396	4.0855	1.2922	1.6364	0.1784	0.0293
4	4.0000	4.6611	4.6057	0.8313	2.0090	0.0790	0.0064
5	0.0000	0.0000	6.2588	0.0000	0.0000	0.0588	0.0010

Los cursos fluviales mas largos de la orden de red encontrados en en análisis de la cuenca del soco fueron los: 5, 7, 23, 14, 25 y 40, dichos cursos no se encuentran registrados con nombres directos según lo investigado en otras fuentes. Sí conocemos que está el rio Soco, Rio cabecera de la cuenca, siendo este el curso fluvial numero cinco con alrededor de 61 km de largo, desembocando en la boca del soco, donde termina la cuenca. Cabe destacar que esta boca tiene costas de manglares hasta su llegada a la playa, observadas presencialmente desde el puente que cruza el río.

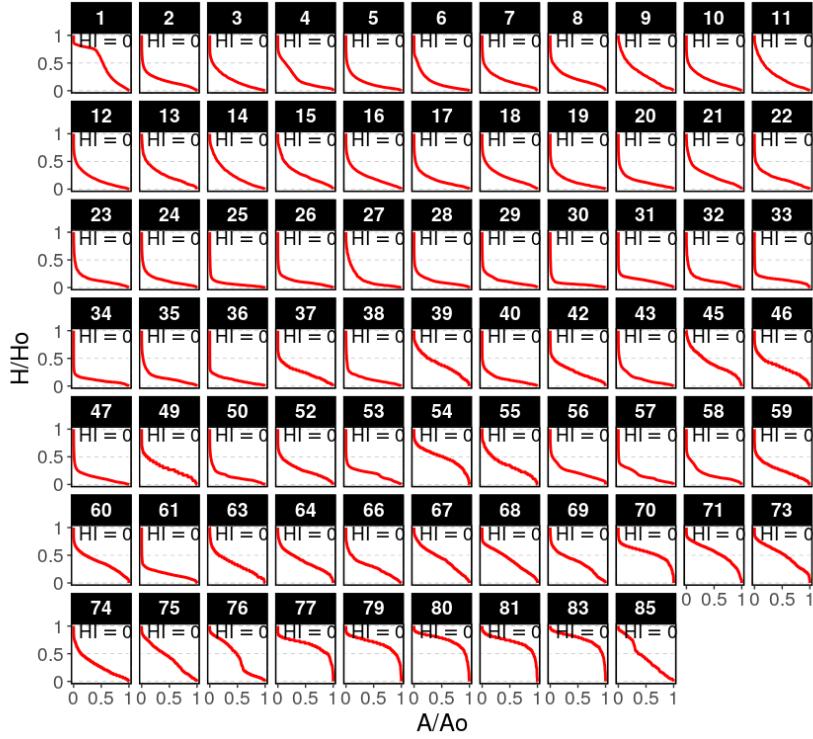


Figure 6: Cuenca de Orden de Red Numero 2

Comparando los resultados de la vectorial (ver tabla 2) y el que se obtuvo con r. basin (ver tabla 4), el curso mas largo es el numero 5, obtenido gracias a la función lfpNetwprk. Por lo que gracias a la confirmación doble notamos que el río Soco es el curso mas largo de la cuenca en cuestión.

Table 4: Integral Hipsometrica en las cuencas de Orden 2

ord	cat	Int. Hipso
1	1	0.48838926
2	2	0.18193323
3	3	0.19445524
4	4	0.21762542
5	5	0.14295602
6	6	0.15991775
7	7	0.19598821
8	8	0.22972788
9	9	0.29999456
10	10	0.19312651
11	11	0.26362902
12	12	0.18092041
13	13	0.25637129
14	14	0.25578278
15	15	0.27399930
16	16	0.21718352

ord	cat	Int. Hipso
17	17	0.16731969
18	18	0.22313861
19	19	0.14558501
20	20	0.14253386
21	21	0.24687863
22	22	0.19453870
23	23	0.14312417
24	24	0.13588177
25	25	0.06656511
26	26	0.10905142
27	27	0.14094699
28	28	0.11947547
29	29	0.12154615
30	30	0.06694574
31	31	0.12986863
32	32	0.13214347
33	33	0.14299769
34	34	0.10321406
35	35	0.14836356
36	36	0.10991497
37	37	0.24081809
38	38	0.12914719
39	39	0.38783102
40	40	0.13000859
41	42	0.25771843
42	43	0.13739951
43	45	0.41175533
44	46	0.33664967
45	47	0.12660206
46	49	0.29142210
47	50	0.14173861
48	52	0.26207370
49	53	0.18704006
50	54	0.48698763
51	55	0.34952735
52	56	0.22693968
53	57	0.16492509
54	58	0.18884589
55	59	0.26409218
56	60	0.36586150
57	61	0.16777662
58	63	0.33413105
59	64	0.38969687
60	66	0.28774555
61	67	0.43177657
62	68	0.41594979

ord	cat	Int. Hipso
63	69	0.36691619
64	70	0.54537122
65	71	0.54050406
66	73	0.50115083
67	74	0.28375791
68	75	0.41880781
69	76	0.43451360
70	77	0.65887177
71	79	0.68029357
72	80	0.73798593
73	81	0.70710689
74	83	0.76043899
75	85	0.44416178

En el área de La curva y la integral hipsométrica se muestra una repartición de elevaciones de la cuenca (Batlle, 2021), el valor minimo generado para la integral hipsométrica fue de 0.04. en los cursos mas curvos tenemos a los números 30 a 35 (ver tabla 5). Los cursos 73 y 75 son los mas rectilineos y su integral hipsométrica es moderada por lo que estos cursos han experimentado una evolución lenta en su elevación.(ver tabla 6)

Los cursos propios de la orden de red 3, el curso de mayor valor numérico (16) muestra una inestable evolución y elevación (ver tabla 7)

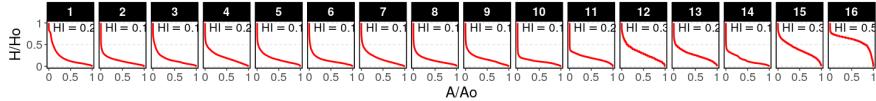


Figure 7: Cuenca de Orden de Red Numero Tres

El orden estructurado de la cuenca muestra una afirmacion a la pregunta sobre la estructura de ordenes de la cuenca del soco, se concluye que es posible colocar una represa pequeña dedicada a la produccion de electricidad, siempre y cuando se sitúe en área de pendiente semi inclinada y en el río cabecera, convenientemente en una de sus confluencias mas cercanas a la desembocadura, ya que la pendiente creada desde la cordillera Oriental llevando aguas a la Llanura Costera del Caribe, crea una fuerte escorrentía aprovechable.

La cuenca del Soco tiene otras ventajas importantes las cuales se relacionan al terreno, y cabe

destacar que los terratenientes de esas areas no suelen utilizar aguas del río para abastecimiento.

Aunque no se pudo hacer una comparación concreta de información obtenida en el uso de software libre de la cuenca del soco con otras fuentes, el uso de las mismas fue usado de forma cuantitativamente productiva. Cabe destacar que toda esta información ha servido como puerta a investigaciones futuras sobre morfometría fluvial en el país.

Esto crea esperanzas de nuevas investigaciones cercanamente futuras y ayuda al desarrollo informativo de la Geografía Dominicana, siendo un reto para el estudio de movimientos geomorfológicos futuros siendo comparados con los datos de esta investigación.

## 6 Agradecimientos

A Dios, por otorgar las fuerzas necesarias para realizar lo visto

Al M.A. Jose Ramon Martinez Batlle, por su paciencia y dedicación al enseñar con la intención de dejar una marca inolvidable en mi mente.

A mis padres, Angel Maria de la Rosa (Wilden) por enseñarme sobre redacción y Maireny Esmeralda Caraballo Jimenez, por sus consejos y ánimos

A mi hermano, Isaias De La Rosa.

A mi mismo, por la fuerza de lo voluntad que gracias a Dios poseo.

## 7 Información de soporte

Table 5: Tasas de transmisión basadas en el coeficiente de regresión

Bif.rt.	Len.rt.	Area.rt	Slo.rt.	Grd.rt.
4,3627	2,5513	4.8325	1,3319	1.8136

Table 6: Relaciones de flujo promediadas con desviaciones estándar

Bif.rt.	Len.rt.	Area.rt	Slo.rt.	Grd.rt.
4,3885	2,8660	3,4625	1,3500	1,8220
0,4546	1,2377	2,3496	0,3823	0,2300

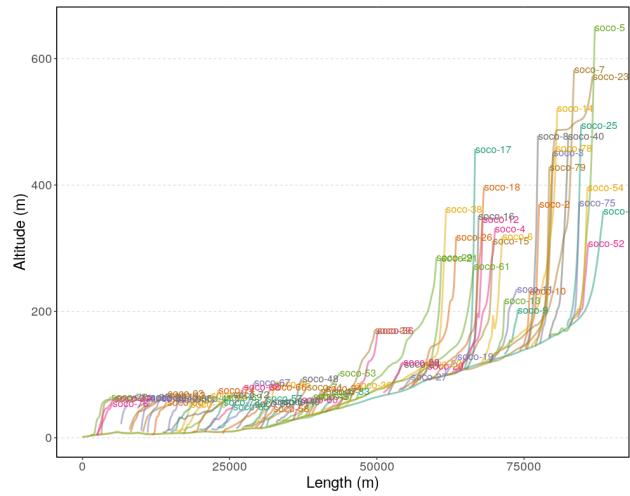


Figure 8: Perfiles Longitudinales de los cursos mas largos en la Cuenca del Soco

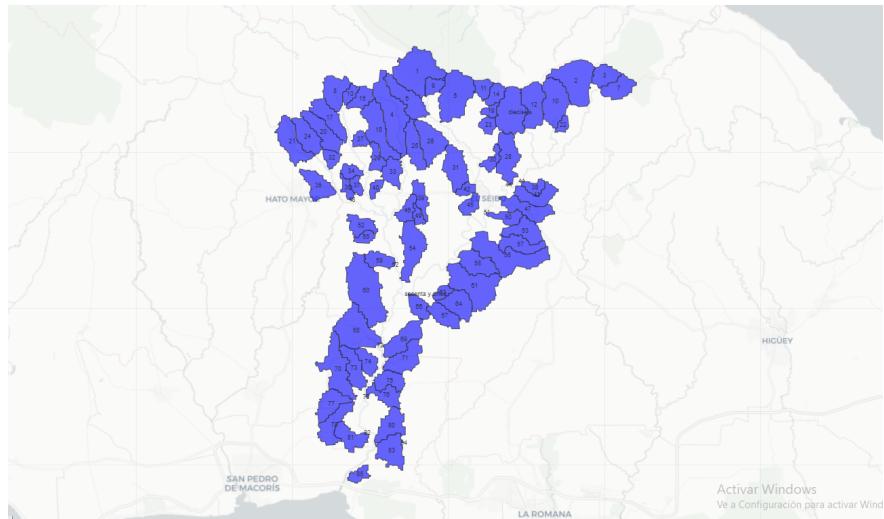


Figure 9: Red de Drenaje de orden Dos

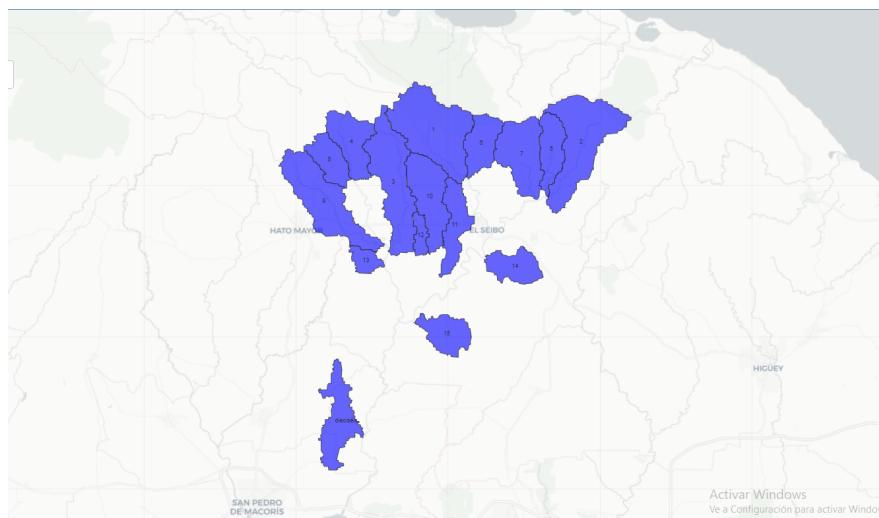


Figure 10: Red de Drenaje de orden Dos

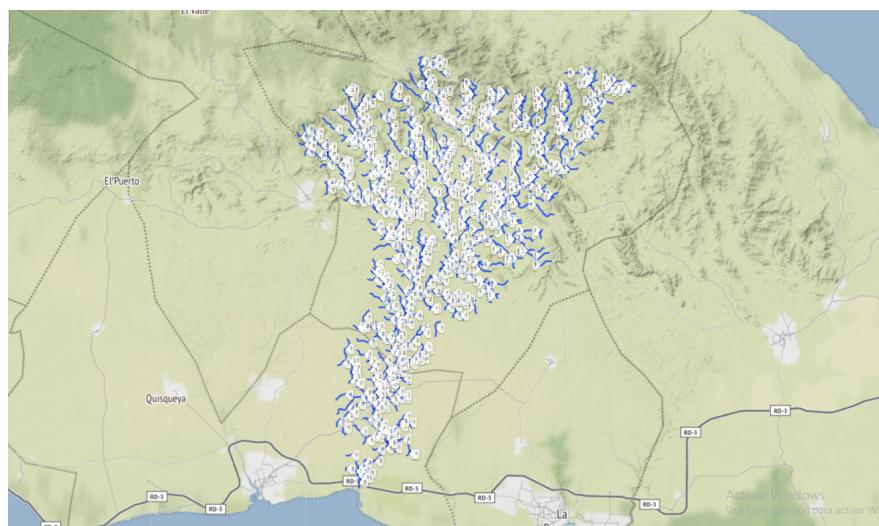


Figure 11: Ordenes de Red de la cuenca del Soco con única Simbología

Table 7: Variables promediadas para cada orden de red.

Order Num	Avg.len (km)	Avg.ar (km2)	Avg.sl (m/m)	Avg.grad. (m/m)	Avg.el.dif (m)
1	1.0951	1.6194	0.0218	0.0162	17.6603
2	2.9720	8.3544	0.0133	0.0100	33.2667
3	6.0900	34.1317	0.0081	0.0049	31.2500
4	12.4215	157.2015	0.0063	0.0030	38.2500
5	57.8980	983.8981	0.0076	0.0015	87.0000

Table 8: Desviación estandar para las estadísticas según orden de red

Order Num	Std.len (km)	Std.ar (km2)	Std.sl (m/m)	Std.grad (m/m)	Std.el.dif (m)
1	0.8702	1.0490	0.0234	0.0174	21.0933
2	2.3431	5.3580	0.0083	0.0076	47.5177
3	4.2366	19.5514	0.0029	0.0023	20.9269
4	7.8694	72.9224	0.0004	0.0005	8.2297
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Table 9: Razones de los parámetros hidrográficos según el orden de red

Order	N.streams	Tot.len (km)	Tot.area (km2)
1	365	399.7040	591.0968
2	75	222.8964	626.5809
3	16	97.4407	546.1068
4	4	49.6858	628.8060
5	1	57.8980	983.8981

Table 10: Integral Hipsometrica en las cuencas de orden 3

ord	cat	Int. Hipso
1	1	0.1969233
2	2	0.1351459
3	3	0.1620187
4	4	0.2090313
5	5	0.1767976
6	6	0.1462086
7	7	0.1822861
8	8	0.1504306
9	9	0.1708137
10	10	0.1184473
11	11	0.1967438
12	12	0.3106096
13	13	0.2661533
14	14	0.1557006
15	15	0.3884555
16	16	0.5907859

Table 11: Herramientas utilizadas para el Análisis

Materiales	Uso
RStudio	Redacción del manuscrito, procesamiento de datos extraídos del MDE de la cuenca a través de un script.
library rgrass7	Creación de interfaz que establecer conexión entre la version 7 del sistema de información geográfica GRASS y R, que crea un entorno GRASS desecharable dentro de R.
library sp	Importación, manipulación y exportación de datos espaciales en R, e impresión de los mismos.
library sf	Creación de características simples (simple features), que amplían los objetos tipo data.frame con una columna de lista de características simples.
library raster	Manipulación de datos geográficos (espaciales) en formato 'ráster'.
library leaflet	Representación de los vectores y rásters.
library leafem	Proveedor de extensión para leaflet usados para paquetes mapview, permitió mostrar las coordenadas de la posición del puntero del mouse.
library mapview	Permitió ver los objetos espaciales de forma interactiva.
library readr	Lector de datos rectangulares (como 'csv', 'tsv' y 'fwf').
QGIS with GRASS	Visualizador de vectores y rasters generados con RStudio en una región de GRASS, de los mapas Topográfico y Geológico de la República Dominicana, y, también, Creador de mapas de localización.
Google Earth	Utilizado para observar datos en formato kml generados y exportados de RStudio y así como para la representación del relieve del lugar de estudio.

## 8 Script reproducible

```
#video_3.-----
library ( rgrass7 )
gisdbase <- 'grass-data-test' #Base de datos de GRASS GIS
wd <- getwd() #Directorio de trabajo
wd
## [1] "/home/jr/unidad-4-asignacion-1-procesos-fluviales"
loc <- initGRASS(gisBase = "/usr/lib/grass78/",
                  home = wd,
                  gisDbase = paste(wd, gisdbase, sep = '/'),
                  location = 'soco',
                  mapset = "PERMANENT",
                  override = TRUE)

#video_4 -----
gmeta ()
dem <- 'datos-fuente/srtm_dem_cuenca_soco.tif'
execGRASS(
```

```

cmd = 'g.proj' ,
flags = c ('t','c') ,
georef=dem)
gmeta ()

execGRASS(
  cmd = 'r.in.gdal',
  flags=c('overwrite','quiet'),
  parameters=list(
    input=dem,
    output='dem'
  )
)

execGRASS(
  cmd = 'g.region',
  parameters=list(
    raster = 'dem',
    align = 'dem'
  )
)

gmeta()

demext <- 'datos-fuente/srtm_dem_cuenca_soco.geojson'
execGRASS(
  cmd = 'v.in.ogr',
  flags=c('overwrite','quiet'),
  parameters=list(
    input=demext,
    output='dem_extent'
  )
)

# Imprimir lista de mapas ráster y vectoriales dentro en la región/localización activa
execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

execGRASS(
  cmd = 'g.extension',
  flags = 'c'
)

```

```

parseGRASS("r.in.gdal")

system('r.in.gdal --help')

#Video 5 Explorar datos espaciales básicos entre GRASS y R---

#Imprimir lista de mapas ráster y dentro del vector en la región / localización activa

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

library(sp)
use_sp()
dem_sp <- readRAST('dem')
op <- par()
plot(dem_sp)

library(sf)
rutasoco <- 'datos-fuente/cuenca_soco.geojson'
soco <- st_read(rutasoco)

plot(dem_sp)
plot(soco, add=T, col='transparent', border='green', lwd=5);par(op[c('mfrow','mar')])

library(raster)
dem_r0 <- raster(dem_sp)
dem_r1 <- crop(dem_r0, soco)
dem_soco <- mask(dem_r1, soco)
plot(dem_soco, add=T, col='transparent', border='green', lwd=3)

summary(dem_soco)
hist(dem_soco)

#obtener variables de terreno básicas con el paquete raster dentro de R

pend_soco <- terrain(x = dem_soco, opt = 'slope', unit = 'degrees')
plot(pend_soco)
plot(soco, add=T, col='transparent', border='green', lwd=3)

```

```

summary(pend_soco)
hist(pend_soco)

#Obtener la misma variable de terreno con GRASS GIS

writeVECT(as_Spatial(soco), 'soco', v.in.ogr_flags='quiet')
execGRASS(
  "g.region",
  parameters=list(
    vector = "soco"
  )
)
execGRASS(
  "r.mask",
  flags = c('verbose','overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    vector = 'soco'
  )
)
execGRASS(
  cmd = 'r.slope.aspect',
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    elevation='dem',
    slope='slope',
    aspect='aspect',
    pcurvature='pcurv',
    tcurvature='tcurv'
  )
)
pend_soco_g <- readRAST('slope')
plot(pend_soco_g);par(op[c('mfrow','mar')])

summary(pend_soco_g)
summary(pend_soco)
gmeta()

execGRASS(
  "g.region",
  parameters=list(
    raster = "dem"
  )
)
execGRASS(
  "r.mask",
  flags = c('r','quiet')
)
gmeta()
#Limpiar archivo de bloqueo del conjunto de mapas de GRASS

```

```

unlink_.gislock()
#Video 6 ----

#lista de mapas cargados----
execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

execGRASS(
  "r.watershed",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    elevation = "dem",
    accumulation = "accum-de-rwshed",
    stream = "stream-de-rwshed",
    drainage = "drainage-dir-de-rwshed",
    basin = 'basins',
    half_basin = 'half-basins',
    threshold = 80
  )
)
#Usar Spatial*
library(sp)
use_sp()
#Paquete manejo de los raster
library(raster)
#DEM
dem <- raster(readRAST('dem'))
#Basins
basins <- raster(readRAST('basins'))
#Stream network
stream <- raster(readRAST('stream-de-rwshed'))
stream3857 <- projectRaster(stream, crs = CRS("+init=epsg:3857"), method = 'ngb')
#Generar un vectorial de extensión de capa en EPSG:4326
e <- extent(stream)
e <- as(e, 'SpatialPolygons')
proj4string(e) <- CRS("+init=epsg:32619")
e <- spTransform(e, CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))

library(leaflet)
library(leafem)
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addRasterImage(dem, group='DEM', opacity = 0.5) %>%

```

```

addRasterImage(
  ratify(basins),
  group='basins', opacity = 0.7,
  colors = sample(rep(RColorBrewer::brewer.pal(12, 'Set3'),1000))) %>%
addRasterImage(stream3857, project = F, group='str', opacity = 0.7, method = 'ngb', colors = 'str'
addLayersControl(
  overlayGroups = c('terrain','DEM','basins','str'),
  options = layersControlOptions(collapsed=FALSE)) %>%
addHomeButton(extent(e), 'Ver todo')

unlink_.gislock()

#video 7 -----
library ( rgrass7 )
gisdbase <- 'grass-data-test' #Base de datos de GRASS GIS
wd <- getwd() #Directorio de trabajo
wd
## [1] "/home/jr/unidad-4-asignacion-1-procesos-fluviales"
loc <- initGRASS(gisBase = "/usr/lib/grass78/",
                  home = wd,
                  gisDbase = paste(wd, gisdbase, sep = '/'),
                  location = 'soco',
                  mapset = "PERMANENT",
                  override = TRUE)
## Imprimir lista de mapas ráster y vectoriales dentro en la región/localización activa
execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Obtener las coordenadas de la desembocadura de la cuenca de interés

library(mapview)
mapview(
  stream3857, method='ngb', col.regions = 'blue',
  legend = FALSE, label = FALSE, maxpixels = 910425
)

## Convertir las coordenadas lat/lon a EPSG:32619

my_trans <- function(coords = NULL) {
  require(sp)
  pt <- SpatialPoints(matrix(coords, ncol = 2), CRS("+init=epsg:4326"))

```

```

foo <- spTransform(pt, CRSobj = CRS("+init=epsg:32619"))
bar <- as.vector(coordinates(foo))
return(bar)
}
soco_out <- my_trans(coords = c(-69.20322,18.45688))
soco_out
#este ultimo es el verdadero

## Extraer la cuenca de interés

execGRASS(
  "r.water.outlet",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    input = 'drainage-dir-de-rwshed',
    output = 'soco-basin',
    coordinates = socio_out
  )
)

## Convertir la cuenca a vectorial en GRASS

execGRASS(
  "r.to.vect",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    input = 'soco-basin',
    output = 'soco_basin',
    type = 'area'
  )
)

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Traer a R la cuenca del socio
soco_bas <- readVECT('soco_basin')
soco_bas
plot(soco_bas)
soco_bas4326 <- spTransform(soco_bas, CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain) %>%
  addRasterImage(stream, opacity = 0.7, method = 'ngb', colors = 'blue') %>%

```

```

addPolygons(data = soco_bas4326) %>%
  leafem::addHomeButton(extent(soco_bas4326), 'Ver cuenca')
#video 8 Extraer una red drenaje con r.stream.extract. Visualizar con leaflet----

unlink_.gislock()

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Usar la cuenca del arroyo Pantuflas como máscara

execGRASS(
  "r.mask",
  flags = c('verbose', 'overwrite', 'quiet'),
  parameters = list(
    vector = 'soco_basin'
  )
)

## Extraer la red de drenaje de la cuenca de interés

execGRASS(
  "r.stream.extract",
  flags = c('overwrite', 'quiet'),
  parameters = list(
    elevation = 'dem',
    threshold = 80,
    stream_raster = 'soco-stream-de-rstr',
    stream_vector = 'soco_stream_de_rstr'
  )
)

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

```

```

soco_net <- readVECT('soco_stream_de_rstr', ignore.stderr = T)
soco_net
plot(soco_net)
soco_net4326 <- spTransform(soco_net, CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
soco_net4326
soco_centroid <- coordinates(rgeos::gCentroid(soco_bas4326))
soco_centroid
soco_net_r <- raster(readRAST('soco-stream-de-rstr'))
soco_net_r
soco_net_r3857 <- projectRaster(soco_net_r, crs = CRS("+init=epsg:3857"), method = 'ngb')
soco_net_r3857
leaflet() %>%
  setView(lng = soco_centroid[1], lat = soco_centroid[2], zoom = 11) %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addRasterImage(soco_net_r3857, opacity = 0.7, method = 'ngb', colors = 'grey20', group = 'str_raster') %>%
  addPolylines(data = soco_net4326, weight = 3, opacity = 0.7, group = 'str_vect') %>%
  leafem::addHomeButton(extent(soco_net4326), 'Ver todo') %>%
  addLayersControl(
    overlayGroups = c('terrain','str_vect','str_raster'),
    options = layersControlOptions(collapsed=FALSE))

#Video 9 : Orden de red y razón de bifurcación explicados-----

#Solo explicacion

#Video 10: ----

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Crear mapa de dirección de flujo a partir de r.stream

execGRASS(
  "r.stream.extract",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    elevation = 'dem',
    threshold = 80,
    direction = 'drainage-dir-de-rstr'
  )
)

```

```

## Crear mapas de órdenes de red

execGRASS(
  "r.stream.order",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    stream_rast = 'soco-stream-de-rstr',
    direction = 'drainage-dir-de-rstr',
    elevation = 'dem',
    accumulation = 'accum-de-rwshed',
    stream_vect = 'order_all',
    strahler = 'order-strahler',
    horton = 'order-horton',
    shreve = 'order-shreve',
    hack = 'order-hack-gravelius',
    topo = 'order-topology'
  )
)

## Mostrar lista nuevamente

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Visualizar la red con leaflet

### Simbología única

order <- readVECT('order_all')

order4326 <- spTransform(order, CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addPolylines(
    data = order4326, weight = 3, opacity = 0.7, group = 'order',
    label = ~as.character(strahler),
    highlightOptions = highlightOptions(color = "white",
                                         weight = 5, bringToFront = F, opacity = 1),

```

```

labelOptions = labelOptions(noHide = T,
                           style = list(
                             "font-size" = "8px",
                             "background" = "rgba(255, 255, 255, 0.5)",
                             "background-clip" = "padding-box",
                             "padding" = "1px")) %>%
leafem::addHomeButton(extent(order4326), 'Ver todo') %>%
addLayersControl(
  overlayGroups = c('terrain','order'),
  options = layersControlOptions(collapsed=FALSE))

### Simbología aplicando grosor según orden de red

leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addPolylines(
    data = order4326, weight = order4326$strahler*1.5, opacity = 0.7, group = 'order',
    label = ~as.character(strahler),
    highlightOptions = highlightOptions(color = "white",
                                         weight = 5, bringToFront = F, opacity = 1),
    labelOptions = labelOptions(noHide = F)) %>%
leafem::addHomeButton(extent(order4326), 'Ver todo') %>%
addLayersControl(
  overlayGroups = c('terrain','order'),
  options = layersControlOptions(collapsed=FALSE))

## Delimitar cuencas según orden de red de Strahler

### Obtener órdenes de red mínimo y máximo

#Estadísticas para obtener los valores mínimo y máximo del orden de red de Strahler
rinfo.ordstra <- execGRASS(
  'r.info',
  flags = 'r',
  parameters = list(
    map = 'order-strahler'
  )
)
#Órdenes de red mínimo y máximo
minmaxord <- as.numeric(
  stringr::str_extract_all(
    attributes(rinfo.ordstra)$resOut,
    "[0-9]+"
  )
)
minmaxord

```

```
### Delimitar cuencas, convertirlas de ráster a vectorial
```

```
sapply(
  min(minmaxord):max(minmaxord),
  function(x){
    execGRASS(
      "r.stream.basins",
      flags = c('overwrite','c','quiet'),
      parameters = list(
        direction = 'drainage-dir-de-rstr',
        stream_rast = 'order-strahler',
        cats = as.character(x),
        basins = paste0('r-stream-basins-',x)
      )
    )
    execGRASS(
      "r.to.vect",
      flags=c('overwrite','quiet'),
      parameters = list(
        input = paste0('r-stream-basins-',x),
        output = paste0('r_stream_basins_',x),
        type = 'area'
      )
    )
  }
)
```

```
### Representar las cuencas con leaflet
```

```
sapply(
  min(minmaxord):max(minmaxord),
  function(x){
    assign(
      paste0('orden', x),
      spTransform(readVECT(paste0('r_stream_basins_',x)), CRSobj = CRS("+init=epsg:4326")),
      envir = .GlobalEnv)
  }
)

paleta <- RColorBrewer::brewer.pal(12, 'Set3')
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addPolygons(data = orden4, stroke = T, weight = 2,
              color = ~paleta, fillOpacity = 0.4, group = '04') %>%
  addPolygons(data = orden3, stroke = T, weight = 2,
              color = ~paleta, fillOpacity = 0.4, group = '03')
```

```

addPolygons(data = orden2, stroke = T, weight = 2,
            color = ~paleta, fillOpacity = 0.4, group = '02') %>%
addPolygons(data = orden1, stroke = T, weight = 2,
            color = ~paleta, fillOpacity = 0.4, group = '01') %>%
addPolylines(
  data = order4326, weight = order4326$strahler*1.5,
  opacity = 0.7, group = 'str_order') %>%
leafem::addHomeButton(extent(order4326), 'Ver todo') %>%
addLayersControl(
  overlayGroups = c('terrain','01','02','03','04','str_order'),
  options = layersControlOptions(collapsed=FALSE))

## Estadísticas de red resumidas por orden de red.

execGRASS(
  "r.stream.stats",
  flags = c('overwrite','quiet','o'),
  parameters = list(
    stream_rast = 'order-strahler',
    direction = 'drainage-dir-de-rstr',
    elevation = 'dem',
    output = 'soco_stats.txt'
  )
)
file.show('soco_stats.txt')
d <- read.csv("soco_stats.txt", skip=1, header=TRUE)
plot(num_of_streams~order, data=d, log="y")
mod <- lm(log10(num_of_streams)~order, data=d)
abline(mod)
text(2, 20, 'logN=2.064-0.544u')
rb <- 1/10^mod$coefficients[[2]]
rb

## Estadísticas de red ampliadas

execGRASS(
  "r.stream.stats",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    stream_rast = 'order-strahler',
    direction = 'drainage-dir-de-rstr',
    elevation = 'dem',
    output = 'soco_stats_expanded.txt'
  )
)
file.show('soco_stats_expanded.txt')

```

```

#Video 11-----

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Obtener coordenada
mapview(order, col.regions = 'blue', legend = FALSE)

devtools::source_url('https://raw.githubusercontent.com/geofis/rgrass/master/lfp_network.R')
#Cargada como función "LfpNetwork"
LfpNetwork(
  xycoords = my_trans(c(-69.19744, 18.45272)),
  suffix ='soco',
  stream_vect ='order_all',
  direction ='drainage-dir-de-rstr'
)

## Mostrar lista nuevamente

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

##Representar con leaflet

lfp <- readVECT('LfpNetwork_lfp_all_final_soco')

lfp4326 <- spTransform(lfp, CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addPolylines(
    data = lfp4326, weight = 3, opacity = 0.7, group = 'order',

```

```

label = ~as.character(cat),
highlightOptions = highlightOptions(color = "white",
                                     weight = 5, bringToFront = F, opacity = 1),
labelOptions = labelOptions(noHide = T,
                           style = list(
                             "font-size" = "8px",
                             "background" = "rgba(255, 255, 255, 0.5)",
                             "background-clip" = "padding-box",
                             "padding" = "1px")) ) %>%
leafem::addHomeButton(extent(lfp4326), 'Ver todo')

## Exportar a KML

execGRASS(
  'v.out.ogr',
  flags = c('overwrite', 'quiet'),
  parameters = list(
    input = 'LfpNetwork_lfp_all_final_soco',
    output = 'lfp_kml.kml',
    format = 'KML',
    dsc = 'NameField=cat'
  )
)

## Obtención de perfiles longitudinales e índices de concavidad

devtools::source_url('https://raw.githubusercontent.com/geomorfologia-master/unidad-4-asignacion')
soco_conv_prof <- LfpProfilesConcavity(
  xycoords = my_trans(c(-69.19744, 18.45272)),
  network = 'LfpNetwork_lfp_all_final_soco',
  prefix = 's',
  dem = 'dem',
  direction = 'drainage-dir-de-rstr',
  crs = '+init=epsg:32619',
  smns = 0.9,
  nrow = 5)

## Mostrar resultados

soco_conv_prof$profiles
soco_conv_prof$concavityindex
soco_conv_prof$dimensionlessprofiles

m ## Tabla dx / dy, tanto en metros como adimensional. Útiles para construir perfiles por cuent

```

```

soco_conv_prof$lengthzdata %>% tibble::as.tibble()
soco_conv_prof$lengthzdatadmnls %>% tibble::as.tibble()

##Video 12: GRASS GIS desde R: Parámetros de cuenca con r.basin ----

gmeta()
execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Convertir a números enteros la extensión y la resolución del DEM

library(raster)
rutadem <- 'datos-fuente/srtm_dem_cuenca_soco.tif'
rawextent <- extent(raster(rutadem))
rawextent
devtools::source_url('https://raw.githubusercontent.com/geofis/rgrass/master/integerextent.R')
devtools::source_url('https://raw.githubusercontent.com/geofis/rgrass/master/xyvector.R')
newextent <- intext(e = rawextent, r = 90, type = 'inner')
newextent
gdalUtils::gdalwarp(
  srcfile = 'datos-fuente/srtm_dem_cuenca_soco.tif',
  dstfile = 'srtm_dem_cuenca_socoint.tif',
  te = xyvector(newextent),
  tr = c(90,90),
  r = 'bilinear',
  overwrite = T
)

## Importar a sesión de GRASS

rutademint <- 'srtm_dem_cuenca_socoint.tif'
execGRASS(
  "g.proj",
  flags = c('t','c'),
  georef=rutademint)
gmeta()
execGRASS(
  "r.in.gdal",
  flags='overwrite',
  parameters=list(
    input=rutademint,

```

```

        output="demint"
    )
)

execGRASS(
  "g.region",
  parameters=list(
    raster = "demint",
    align = "demint"
  )
)

gmeta()
execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Generar red de drenaje para obtener coordenada posteriormente

execGRASS(
  "r.stream.extract",
  flags = c('overwrite','quiet'),
  parameters = list(
    elevation = 'demint',
    threshold = 80,
    stream_raster = 'stream-de-rstr-soco',
    stream_vector = 'stream_de_rstr_soco'
  )
)

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Obtener coordenada

library(sp)
use_sp()

```

```

library(mapview)
netw <- spTransform(
  readVECT('stream_de_rstr_soco'),
  CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))

mapview(netw, col.regions = 'blue', legend = FALSE)

source('https://raw.githubusercontent.com/geomorfologia-master/unidad-4-asignacion-1-procesos-florecientes/1/analisis/analisis.R')
outlet <- as.integer(my_trans(c(-69.20249, 18.45693)))

## Ejecutar 'r.basin'

pref <- 'rbasin_soco'
execGRASS(
  "r.basin",
  flag ='overwrite',
  parameters=list(
    map='demint',
    prefix=pref,
    coordinates=outlet,
    threshold =80,
    dir='salidas-rbasin/soco'
  )
)

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Cargar los vectoriales transformados a EPSG:4326 para visualizar en leaflet

rbnetw <- spTransform(
  readVECT('rbasin_soco_demint_network'),
  CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
rbnetw

rbmain <- spTransform(
  readVECT('rbasin_soco_demint_mainchannel'),
  CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
rbmain

rbbasin <- spTransform(
  readVECT('rbasin_soco_demint_basin'),
  CRSobj = CRS("+init=epsg:4326"))
rbbasin

```

```

library(leaflet)
leaflet() %>%
  addProviderTiles(providers$Stamen.Terrain, group = 'terrain') %>%
  addPolylines(data = rbnetw, weight = 3, opacity = 0.7) %>%
  addPolylines(data = rbmain, weight = 3, opacity = 0.7, color = 'red') %>%
  addPolygons(data = rbbasin) %>%
  leafem::addHomeButton(extent(rbbasin), 'Ver cuenca')

## Explorar los parámetros de cuenca

library(readr)
rbsocopar1 <- read_csv("salidas-rbasin/soco/rbasin_soco_demint_parametersT.csv")
rbsocopar1 %>% tibble::as_tibble()
rbsocopar2 <- read_csv(
  "salidas-rbasin/soco/rbasin_soco_demint_parameters.csv",
  skip=2, col_names = c('Parameter', 'Value'))
rbsocopar2 %>% print(n=Inf)

##Video1 13:GRASS GIS desde R: Curva e integral hipsométrica

## Imprimir lista de mapas ráster y vectoriales dentro en la región/localización activa

execGRASS(
  'g.list',
  flags = 't',
  parameters = list(
    type = c('raster', 'vector')
  )
)

## Representar cuencas

library(sp)
use_sp()
library(mapview)
bas2 <- readVECT('r_stream_basins_2')
bas3 <- readVECT('r_stream_basins_3')

## Curva e integral hipsométrica

source('https://raw.githubusercontent.com/geomorfologia-master/unidad-4-asignacion-1-procesos-florecientes/1-HipsoBasinsOrder2.R')
HypoBasinsOrder2 <- HypsoIntCurve(

```

```

basins = 'r_stream_basins_2',
dem = 'dem',
labelfield = 'cat',
nrow =7,
labelsize = 12)

HypsoBasinsOrder2$HypsoInt
HypsoBasinsOrder2$HypsoCurve
mapview(bas2, zcol='cat', col.regions = 'blue', legend = FALSE) %>%
  addStaticLabels(label = bas2$cat)

HypsoBasinsOrder3 <- HypsoIntCurve(
  basins = 'r_stream_basins_3',
  dem = 'dem',
  labelfield = 'cat',
  nrow = 1,
  labelsize = 4
)

HypsoBasinsOrder3$HypsoInt
HypsoBasinsOrder3$HypsoCurve
mapview(bas3, zcol='cat', col.regions = 'blue', legend = FALSE) %>%
  addStaticLabels(label = bas3$cat)

## Limpiar archivo de bloqueo del conjunto de mapas de GRASS

unlink_.gislock()

```

## Referencias

- Batlle, J. R. M. (2021). geomorfologia-master/unidad-4-asignacion-1 -procesos-fluviales: Let's map (Version v0.0.0.9000). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4425878>
- Busnelli, J., & Horta, L. R. (2014). Morfometría de cuencas montañas y metamorfosis fluvial, tucumán. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 71(1), 11–20.
- Di Leo, M., M y Di Stefano. (2013). Un enfoque de código abierto para la caracterización fisiográfica de la cuenca. *Resúmenes de la reunión de otoño de agu*, 2013, H52E–06.
- GDAL-biblioteca de abstracción de datos geoespaciales. (2005). *Http://Www.Gdal.Org/*.
- Jain, T., Siddharth y Barclay. (2003). *Adición de epsg: 4326 geographic longitude-latitude projection a terraserver*. agosto.
- Jasiewicz, M., Jaros 1 aw y Metz. (2011). Un nuevo juego de herramientas grass gis para el análisis hortoniano de redes de drenaje. *Computers & Geosciences*, 37(8), 1162–1173.
- Lemos, M., Souza, S., & Rocha, R. (2004). Avaliação da qualidade dos dados altimétricos derivado do shuttle radar topographic mission (srtm): Resultados preliminares. *Anais I Simpó-sio Em Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação, Recife*, 1–3.
- Lozar, C. R. y C., Robert C y Ehlschlaeger. (2003). *Un enfoque de sistemas de información geográfica*

(sig) e imágenes para las tendencias históricas de crecimiento urbano en torno a las instalaciones militares.  
ENGINEER RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER CHAMPAIGN IL CONSTRUCTION

....

Moussa, R. (2009). Definition of new equivalent indices of horton-strahler ratios for the derivation of the geomorphological instantaneous unit hydrograph. *Water Resources Research*, 45(9).

Muñoz-Rojas, J., Carrasco González, R. M., & Pedraza Gilsanz, J. de. (2009). Geomorfología regional y ordenación integral del territorio: Nuevas perspectivas basadas en la incertidumbre y la complejidad de las formas del terreno. aplicación en la cuenca del río bullaque (montes de toledo, españa). *Boletín de La Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, 103(1-4), 23–47.

Ollero, A., Ibisate, A., Acín, V., Díaz, E., Granado, D., & Horacio, J. (2011). Innovación y libertad fluvial. *Comunicación vii congreso ibérico sobre gestión y planificación del agua*.

RStudio: Entorno de desarrollo integrado para r. (2012). *Boston, MA*, 770(394), 165–171.