

# EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA FUENTE HÍDRICA QUEBRADA PAUNERA, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE PAUNA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ORDENAMIENTO AGROAMBIENTAL DEL TERRITORIO Desarrollado por Sandra Milena Gutierrez Pinilla, con código 42017425, grupo 302278112\_15 y correo [smgutierrezp@unadvirtual.edu.co](mailto:smgutierrezp@unadvirtual.edu.co). Y presentado al tutor Nelson Enrique Zambrano Monsalve

**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 02:57AM UTC

**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 03:24AM UTC

## Resumen

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta metodológica para realizar la caracterización hidromorfométrica de la fuente hídrica quebrada Paunera, a partir de un modelo de elevación digital (DEM) e información cartográfica base del área de estudio, en donde se aplicarán procesos básicos y herramientas de los sistemas de información geográfica, que permitan determinar los procesos y cálculos matemáticos para hallar los parámetros asociados con comportamiento de la red de drenaje, topografía, relieve, hipsometría relacionada con la morfodinámica y demás variables pertinentes. teniendo en cuenta las diferentes metodologías utilizadas en la literatura, para la evaluación de la amenaza, vulnerabilidad, susceptibilidad y riesgo ante avenidas torrenciales y crecientes súbitas.

Lo anterior, a fin de proporcionar herramientas que suministren información adecuada para identificar la susceptibilidad de la fuente hídrica quebrada Paunera y evaluar el riesgo por avenidas torrenciales y crecientes súbitas.

**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 03:35AM UTC

## Introducción

En el último siglo hemos afrontado distintos fenómenos climáticos que afectan la calidad de vida de los seres humanos, los fenómenos climáticos son más fuertes, tal es el caso de los fenómenos del niño y de la niña, en donde en el fenómeno del niño disminuyen las lluvias y disminuye considerablemente la cantidad de agua que llevan las fuentes hídricas. Caso

contrario ocurre en el fenómeno de la niña, en donde hay distintos usos de suelo que impiden que se almacene el agua en el subsuelo, y por consiguiente el agua de escorrentía va hacia la fuente hídrica, lo cual sumado a las características morfométricas de la fuente hídrica, hacen que se presenten avenidas torrenciales y crecientes súbitas.

Ello conlleva a generar un alto riesgo para la población circunvecina a dichas fuentes hídricas. Éste fenómeno se ha presentado en distintas fuentes hídricas de la zona, generando un impacto negativo de origen antrópico que cada vez se incrementa y resulta preocupante para la comunidad.

Las avenidas torrenciales son producto de condiciones geomorfológicas y eventos de precipitación que causan aumentos rápidos del nivel de agua de ríos y quebradas de alta montaña, acompañados de sedimentos y escombros; los asentamientos de la población cerca a estas cuencas ocasionan que al presentarse un desastre de esta magnitud se genere pérdida de vidas humana, heridos, desaparecidos, damnificados, desplazados, daños en la infraestructura, daños servicios públicos, pérdida de fauna y flora. Este tipo de desastre representa un gran impacto social y económico, y se constituye como una amenaza natural impredecible, su ocurrencia es más habitual de lo que se piensa y es muy poco estudiada en Colombia. Diferentes entidades gubernamentales y estudios científicos pretenden determinar una metodología que ayude a identificar factores relevantes como ubicación geográfica, geomorfología fluvial, parámetros morfométricos de las cuencas y su influencia en la generación de avenidas torrenciales, así como el efecto de la variabilidad climática y cambios de cobertura de las cuencas de alta montaña.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende conocer la dinámica morfométrica de la fuente hídrica quebrada Paunera, ubicada en el occidente del departamento de Boyacá, a través del cálculo de los parámetros morfométricos generales, los parámetros morfométricos asociados a forma de la cuenca, los parámetros morfométricos asociados a la forma del relieve y los parámetros morfométricos asociados a la red de drenaje.

quebrado influenciada por la presencia de los anticlinales de Pauna, El Topito, Buena Vista, Río Piedras y los sinclinales de Coper y Almendro; condiciones topográficas y geológicas que influyen en el clima variado de este municipio que va desde el cálido, templado y frío, con temperaturas entre los 6°C a los 28°C y precipitación anual total media que va de los 1407 mm a 2670 mm.

SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA MAY 29, 2023 03:36AM UTC

## Objetivos

### Principal

Presentar la metodología propuesta para determinar las características morfométrica de la fuente hídrica quebrada Paunera, desde la cota 2000 msnm hasta la cota 1000 msnm.

### Secundarios

- Brindar un insumo o herramienta que sirva para evaluar y establecer un índice de riesgo de ocurrencia de avenidas torrenciales y crecientes súbitas de la fuente hídrica quebrada Paunera.
- Documentar los pasos a seguir en el proceso de cálculo de los parámetros morfométricos de la cuenca a través del programa Qgis.
- Identificar las características morfométricas más relevantes en la evaluación de la susceptibilidad por avenidas torrenciales.

Las fuentes hídricas más importantes son: el Río Minero, Ibacapi, quebradas Manotera, Paunera, Piache, Guayabal; todas las fuentes hídricas hacen parte de la cuenca del río Minero. La cabecera municipal se localiza en las coordenadas geográficas latitud 5° 40' Norte y longitud 73° 59' Oeste de Greenwich, a una altura de 1250 msnm y a una distancia de 44 km. a la capital de la provincia, Chiquinquirá, y 149 km. a la capital del Departamento, Tunja.

En el Municipio de Pauna se ha identificado distintos grados de amenaza por inundaciones, con eventos precedentes, y con microcuencas torrenciales por su morfometría y según la geomorfología. En particular se encuentra la fuente hídrica quebrada Paunera, es una fuente muy importante para la comunidad de Pauna, ya que es una corriente permanente y de ella se surten varios acueductos veredales, en su parte alta el uso de suelo corresponde a pastoreo y cultivos transitorios, con relieve de laderas inclinadas y muy inclinadas. Se encuentra ubicada al Noroeste del casco urbano, nace en el sector Cerro Pelado en la vereda de Monte y Pinal, sobre los 2700 metros. La morfología de la microcuenca es ondulada, se caracteriza por contar con pendientes inclinadas y muy inclinadas que superan el 50%. Esta fuente hídrica pasa muy cerca del Perímetro Urbano del Municipio de Pauna, lo que ha ocasionado en épocas de lluvia eventos de riesgo para la comunidad que se ubica muy cerca. Las altas precipitaciones que se presentan en la zona, acompañadas de eventos torrenciales y altos fenómenos de remoción en masa, hacen que las lluvias generen a su paso miedo por desbordamiento afectación en la zona. Por tal motivo se requiere un análisis detallado de los parámetros morfométricos, a fin de establecer el grado de vulnerabilidad a sí como incorporar un ordenamiento que permita orientar los usos de suelo y las áreas adecuadas para los asentamientos urbanos.

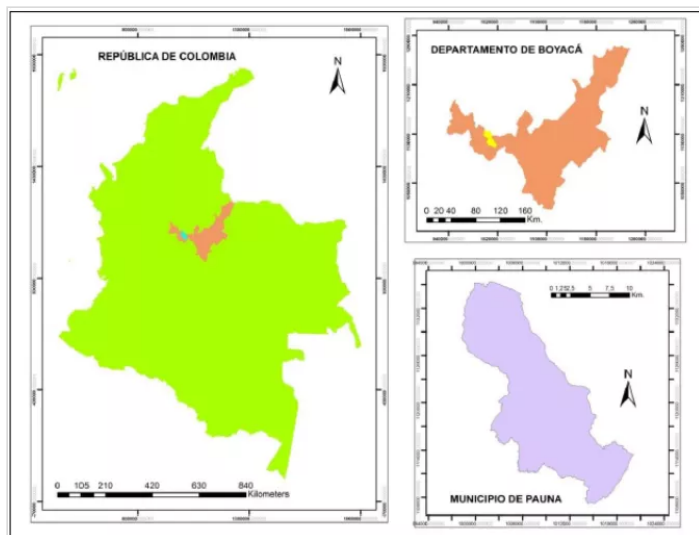
SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA MAY 29, 2023 03:35AM UTC

## Identificación de la problemática

El Municipio de Pauna se localiza al occidente del Departamento de Boyacá, a 130 kilómetros de Tunja y a 38 kilómetros de Chiquinquirá; tiene una extensión aproximada de 25143,58 hectáreas, limita con los siguientes municipios:

- Norte: con los municipios de La Belleza y Florián del departamento de Santander
- Sur: con los municipios de Maripi y Caldas del departamento de Boyacá
- Oriente: Tununga, Briceño del departamento de Boyacá y parte de Florián del departamento de Santander.
- Occidente: Otanche, San Pablo de Burbur y parte de Maripi El Municipio de Pauna, está ubicado al occidente del departamento de Boyacá.

**Descripción física general:** Con base en la evaluación topografía realizada con el modelo de elevación digital del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, 2010), se establece que Pauna tiene una altura mínima de 320 msnm y una altura máxima de 2.900 msnm, con un relieve fuertemente



SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA MAY 29, 2023 03:46AM UTC

## Desarrollo del caso de estudio

El cálculo de los parámetros morfométricos, se realizará a través del análisis de las capas Departamento, Municipios, drenajes y modelo digital de elevación, en el programa Qgis.

Se trabajará en el sistema de coordenadas sistema de coordenadas planas MAGNA-SIRGAS\_CMT12.

### A continuación se describen los pasos a seguir para el respectivo cálculo:

Guardar el área en que se va a trabajar: capa Municipios/selecciona el área de interés

Interceptar el área seleccionada con los drenajes: lo que se busca aquí es establecer solo los drenajes que están dentro del área de estudio: se realizará a través de la herramienta de intersección, capa de entrada "drenaje", capa de superposición "Municipio de Pauna". Con esto ya tenderemos la cuenca de interés delimitada.

### Cálculo de los parámetros generales de la cuenca

- Perímetro de la cuenca: Capa "cuenca de interés delimitada" y en la tabla de atributos se adiciona y calcula el campo "perímetro en Km"
- Área de la cuenca: Capa "cuenca de interés delimitada" y en la tabla de atributos se adiciona y calcula el campo "Área Km2".
- Longitud máxima de la cuenca: Capa "cuenca de interés delimitada", a través del comando medir línea, se procederá a medir la longitud máxima de la cuenca, utilizando la regla desde el punto más cercano hasta el

más lejano.

- Longitud del cauce principal, para primero se identificarán los cauces que tiene la cuenca. Para ello, se procede a extraer el modelo de elevación digital que corresponde a la superficie de la cuenca, se realiza a través de la herramienta Grass/ráster/r.mask.vect, la cual permite cortar un raster utilizando una máscara en formato vectorial, que en este caso es la cuenca de estudio. Se ingresan los datos: Vector que vamos a usar para cortar "cuenca de interés delimitada", ráster al cual le vamos a aplicar la máscara "DEM\_magna". Se guarda el nuevo archivo raster "DEM\_Magna\_cuenca". Posteriormente, se procede a generar la red de drenaje principal de la cuenca para poder establecer la longitud del cauce principal. Ello se realiza a través de la herramienta Grass/ráster/r.watershed, ingresando los siguientes datos: En elevación se ingresa la capa "DEM\_Magna\_cuenca". En cuanto al parámetro mínimo de la cuenca exterior, se tendrá en cuenta que delimite drenajes con base en un tamaño de área, recordando que un pixel tiene 900 m2 aproximadamente, para que el sistema extraiga los drenajes con base en ese criterio. A esta herramienta se pedirá que se delimite segmentos y cuencas. Enseguida se procede a vectorizar la línea de drenaje obtenido, se usará la herramienta: Grass/ráster/r.vect. Con ello se obtiene la capa de drenaje ya vectorizada en formato shp. En tabla de atributos se puede observar los segmentos que corresponden a esta capa, también con ella se calcula el perímetro de cada segmento del drenaje y posteriormente la respectiva sumatoria mediante la herramienta estadísticas básicas para campos numéricos: vector/analysis Tools/Basic statistics for numeric fields.
- Ancho de la cuenca (AC): Se define como la relación entre el área y la longitud de la cuenca.
- Desnivel altitudinal (DA) de la cuenca: es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la cota más baja:  $DA = \text{altura (H) Máxima} - \text{altura (H) Mínima}$ . Para saber cuál es la cota máxima y mínima del estudio, se ingresa al modelo digital de elevación de la cuenca (capa raster "DEM\_Magna\_cuenca"). A través de la herramienta simbología se cargarán los valores máximos y mínimos, los cuales corresponden a la cota máxima y mínima de la cuenca.

Parámetros morfométricos generales		Parámetros morfométricos asociados a forma de la cuenca		Parámetros morfométricos asociados a la forma del relieve		Parámetros morfométricos asociados a la red de drenajes	
Parámetro	Símbolo	Parámetro	Símbolo	Parámetro	Símbolo	Parámetro	Símbolo
Perímetro (Km)	P	Factor forma	Ff	Cota máxima (msnm)	C <sub>máx</sub>	Longitud total de drenajes (Km)	L <sub>d</sub>
Área (Km <sup>2</sup> )	A	Coefficiente de compacidad	Kc	Cota mínima (msnm)	C <sub>mín</sub>	Densidad de drenaje	D
Longitud máxima (Km)	L <sub>M</sub>	Coefficiente de circularidad	Cc	Altitud media (msnm)	A <sub>m</sub>	Frecuencia de drenajes	F
Longitud cauce principal (Km)	L <sub>CP</sub>			Altitud más frecuente (msnm)	A <sub>f</sub>	Coefficiente de torrencialidad	C <sub>t</sub>
Ancho de la cuenca (Km)	AC			Pendiente promedio de la cuenca (%)	Pp	Pendiente del cauce (%)	
Desnivel altitudinal (m)	DA					Tiempo de concentración (horas) (California Culvert Practice 1942)	T <sub>c</sub>

A = área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

P = perímetro de la cuenca en Km

Los valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas y los cercanos a 0 indican cuencas alargadas.

### Parámetros morfométricos asociados a la forma del relieve

- Cota máxima (msnm)
- Cota mínima (msnm)
- Altitud media (msnm)

Para calcular la cota máxima, la cota mínima y la altitud media, se ingresa a la herramienta raster/estadísticas zonales de la capa "DEM\_Magna\_cuenca", ello permite hallar el promedio de alturas en el modelo digital de elevación, brindando los valores de altitud mínimo, máximo y rango.

- Altitud más frecuente (msnm): para éste cálculo se usarán las siguientes herramientas: histogramas de frecuencias de altitudes (permite identificar qué porcentaje de la cuenca corresponde a cada rango de altitud) y curva hipsométrica (permite conocer la edad del cauce principal o de la cuenca). Para clasificar la altitud en los respectivos rangos, se ingresa a la herramienta r.class de la capa "DEM\_Magna\_cuenca". Posteriormente se acude a la herramienta r.to.vect ingresando la capa DEM que se reclasificó y se guarda la nueva capa vector generada "rangos\_altitud" la cual entrega poligonizada la distribución de los rangos altitudinales. Posteriormente se usa la herramienta "polygon dissolve" para eliminar los datos innecesarios. Con esta herramienta adicionalmente se hallará el área de cada rango. Los valores generados se llevarán a una tabla excel que permitirá realizar el respectivo histograma de frecuencias altimétricas y la curva hipsométrica.

De igual forma, de la tabla Excel que se ha realizado, se selecciona la cota media que tenga la mayor frecuencia (este valor corresponde al parámetro "altitud más frecuente")

- Altitud mayor del cauce
- Altitud menor del cauce

Los valores de altitud máxima y altitud mínima del cauce, son distintos a los valores de la cota máxima y mínima de la cuenca. Para hallarlos, se realiza un corte al raster que corresponde al cauce principal, mediante la herramienta Grass/ráster/r.mask.vect. la cual permite cortar un raster con

SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA MAY 29, 2023 04:00AM UTC

## Parámetros morfométricos asociados a forma de la cuenca

- Factor forma (Ff): Se usa la fórmula del factor forma de Horton:  $Ff = A / (La * La)$

Donde A corresponde al área de la cuenca en Km<sup>2</sup> y La corresponde a la longitud axial expresada en Km.

Correlacionaremos la Longitud máxima de la cuenca con la longitud axial.

Según la clasificación del factor forma presentada por Horton, el tiempo de viaje de la escorrentía en las fuentes hídricas, se ve afectada por la forma de la cuenca. De tal modo que las cuencas más ensanchadas, presentan mayor susceptibilidad a presentar crecientes, debido a que el tiempo requerido para el recorrido del agua de un punto a otro es menor.

Así mismo, en las cuencas de forma alargada, el tiempo de viaje del agua es mayor, por lo tanto, los picos que generan las crecidas son menos súbitos.

- Coeficiente de compacidad (Kc): Es la relación entre el perímetro (P) de la cuenca y el perímetro de un círculo de área (A) de la cuenca hidrográfica:

Donde:

P = perímetro de la cuenca en Km

A = área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

De acuerdo al valor que se obtenga, se podrá establecer el coeficiente de compacidad.

- Coeficiente de circularidad (Cc): Varía entre 0 y 1.

Donde:

base en una capa vector que en este caso es la cuenca de estudio, ingresamos los siguientes datos: Vector que vamos a usar para cortar: "cauce principal", raster al cual le vamos a aplicar la máscara: "DEM\_magna". Se guarda el nuevo archivo ráster. Posteriormente a través de la herramienta raster/zonal estadistics se identifican los valores de la cota menor y la cota mayor correspondientes al cauce principal.

- Pendiente promedio de la cuenca (%).

Donde:

Smed (%): pendiente de la cuenca

HM: altitud mayor en metros

Hm: altitud menor en metros

L: longitud del curso de agua en km

### Parámetros morfométricos asociados a la red de drenajes

- Orden de la cuenca: a través de la herramienta r.watershed se ingresa un criterio que permita obtener un mayor nivel de detalle de la red de drenaje de la cuenca hídrica, que el calculado en la longitud del cauce principal. Ésta nueva capa generada se vectoriza a través de la herramienta r.to.vect. Se guarda la capa como "red hídrica". Con ello, ya se ha generado la red hídrica completa de la cuenca en estudio. Para determinar el orden de la cuenca, se realiza el respectivo análisis visual de la red hídrica, de acuerdo a la metodología establecida por Horton.
- Longitud total de drenajes (Km): Es la suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca. Se realizará un disoll a la red hídrica. Mediante la tabla de atributos se calcula la longitud de los drenajes de la cuenca. Luego a través de la herramienta analysis Tools/Basic statistics for numeric fields, se calcula la sumatoria del valor total de la longitud de los drenajes de la cuenca.
- Densidad de drenaje:

Donde:

Lc = Longitud total de drenajes

A = área de la cuenca Km<sup>2</sup>

Para evaluar el resultado obtenido, se tendrá en cuenta lo siguiente:

$D < 0,5$  Representa una cuenca mal drenada

$D > 3,5$  Representa una cuenca bien drenada

Factores que condicionan la densidad del drenaje:

Menor densidad de drenaje:

Materiales del terreno resistentes a la erosión

Presentan suelos muy permeables.

Las pendientes son suaves

Mayor densidad de drenaje:

Contienen materiales erosionables

Presentan suelos impermeables

Pendientes fuertes y escasa cobertura vegetal

Es decir, cuenca mal drenada, es más propensa a eventos torrenciales, debido a que no cuenta con la cantidad de drenajes necesarios que permita evacuar

- Frecuencia de drenajes:

Donde:

F: Frecuencia de drenaje

Nc: Número total de cauces o drenajes

A: Área total de la cuenca en Km<sup>2</sup>

Al obtener un número de cauces por Km<sup>2</sup>, establece la mayor o menor posibilidad de que cualquier gota de agua encuentre un cauce en mayor o menor tiempo. Gracias a la utilización de los parámetros de densidad de drenaje (D) y frecuencia de drenaje (F) de cuencas, es posible en gran medida la clasificación de estas; ya que en muchas ocasiones existen cuencas con la misma frecuencia de drenaje y con características similares.

Por tal motivo, es necesario realizar el cálculo de densidad de drenaje (D) para conocer que textura tiene la cuenca con respecto a otras, según la clasificación de texturas de drenaje.

El número total de corrientes o cauces se halla mediante el conteo de los respectivos drenajes en la red hídrica. Posteriormente se desarrolla la fórmula propuesta

- Coeficiente de torrencialidad: se usará la siguiente fórmula:

Es importante tener en cuenta que el número de cauces de orden uno, se identificó en el cálculo de "Orden de la cuenca",

de acuerdo a la metodología establecida por Horton.

- Pendiente del cauce (%): Se halla de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{H}{L} * 100$$

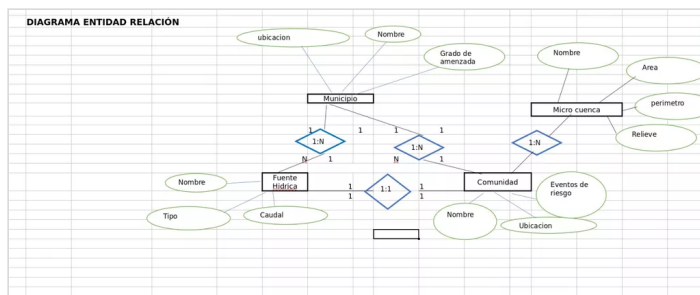
- Tiempos de concentración (horas): se define como el tiempo que gasta una gota de lluvia que escurre superficialmente desde la parte más alta, hasta el punto de salida de la cuenca. Éste dato permite saber que tan rápido descarga una cuenca en un evento de precipitación, es decir, indica un mayor o menor tiempo de viaje. Este cálculo se puede hallar mediante varias metodologías, en el presente estudio se usará la metodología California Culvert Practice 1942::

Donde:

L = longitud del cauce principal

H = diferencia entre la cota mayor y la cota menor de la cuenca

El tiempo de viaje del agua, se calcula mediante el parámetro de tiempo de concentración ( $T_c$ ); parámetro que permite medir el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer toda la longitud de la cuenca, empezando desde el inicio (cuenca alta) hasta su desembocadura (cuenca baja).



**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 03:52AM UTC

## Análisis

Luego de realizar la descripción de la metodología para calcular los distintos parámetros morfométricos de la cuenca, se pudo apreciar que una vez realizados los cálculos, es posible obtener datos como: Perímetro de la cuenca, Área de la cuenca, Longitud máxima de la cuenca, Longitud del cauce principal, Ancho de la cuenca, Desnivel altitudinal de la cuenca, Factor forma de la cuenca, Coeficiente de compacidad, Coeficiente de circularidad (Los valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas y los cercanos a 0 indican cuencas alargadas), Cota máxima, Cota mínima, Altitud media, Altitud más frecuente, Altitud mayor del cauce, Altitud menor del cauce, Pendiente promedio de la cuenca, Orden de la

cuenca, Longitud total de drenajes, Frecuencia de drenajes (Al obtener un número de cauces por Km<sup>2</sup>, establece la mayor o menor posibilidad de que cualquier gota de agua encuentre un cauce en mayor o menor tiempo), Coeficiente de torrencialidad, (Pendiente del cauce, Tiempos de concentración. Cada uno de éstos parámetros representa un menor o mayor grado de vulnerabilidad para eventos torrenciales y crecientes súbitas, los cuales se analizaron en el respectivo cálculo.

El desarrollo de los geoprocursos y modelamientos a través del software Qgis, se puede replicar en las distintas cuencas, en donde se requiera analizar la torrencialidad y el riesgo de ocurrencia de crecientes súbitas. Así mismo, es un insumo para los procesos de ordenamiento de cuencas y planes de gestión del riesgo. El desarrollo de éstos geoprocursos, son un insumo para la identificación de los riesgos de torrencialidad y crecientes súbitas, a los cuales se enfrenta la comunidad Paunense, aledaña a la fuente hídrica quebrada Paunera, cada vez que hay fuertes lluvias.

**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 03:52AM UTC

## Conclusiones

Se documentó la metodología para determinar las características morfométricas de la fuente hídrica quebrada Paunera, a través del programa Qgis.

Se relacionó los cálculos requeridos para hallar cada uno de los parámetros morfométricos de la cuenca a través del programa Qgis.

Este documento brinda un insumo que sirve para evaluar y establecer un índice de riesgo de ocurrencia de avenidas torrenciales y crecientes súbitas de la fuente hídrica quebrada Paunera, cotas 2000 a 1000 msnm.

Se identificó las características morfométricas más relevantes en la evaluación de la susceptibilidad por avenidas torrenciales.

**SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA** MAY 29, 2023 03:53AM UTC

## Recomendaciones

Es importante que la red de drenaje identificada mediante el DEM coincida con la cartografía básica de la zona, por lo cual se requiere realizar un recorrido a la zona, a fin de obtener un mayor nivel de detalle en cuenca hídrica.

En el proceso de desarrollo de los distintos geoprocursos, se debe verificar con periodicidad que el sistema de coordenadas de las distintas capas sea el mismo, y de origen plano CMT12, a

fin de que permita realizar los distintos cálculos de área, longitud, ect.

SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA JUN 03, 2023 12:02AM UTC

## Bibliografía

Sistema de información geográfico. QGIS. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023.

Recuperado de:<http://www.qgis.org/>

Sistema de información geográfico ArcGIS. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023. Recuperado de:

<https://www.arcgis.com/index.html>

Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pauna Boyacá, 2015.

Rivas, D. (2019). *Delimitación hidrográfica y caracterización morfométrico de la cuenca del río Metica*. Universidad Cooperativa de Colombia Sede Santiago de Cali.

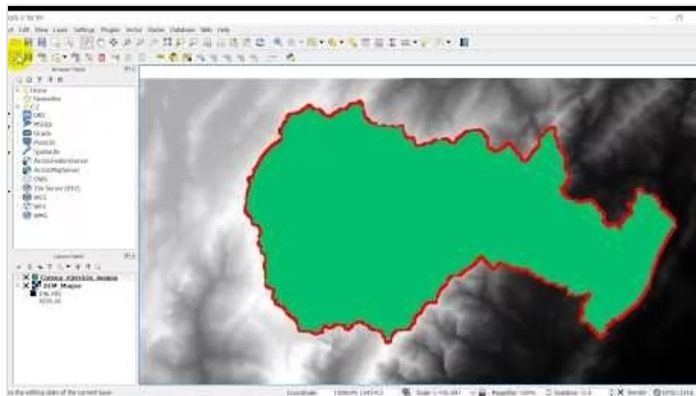
<https://docplayer.es/142118544-Delimitacion-hidrografica-y-caracterizacion-morfometrico-de-la-cuenca-del-rio-metica-auxiliar-de-investigacion.html>

Consorcio POMCA Quidío. (2017). Caracterización de la cuenca del Río La Vieja.

[https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes\\_y\\_Programas/Planes\\_de\\_Ordenacion\\_y\\_Manejo\\_de\\_Cuencas\\_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7\\_Capitulo\\_Diagnostico\\_Morfometria.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7_Capitulo_Diagnostico_Morfometria.pdf)

Diego Fernando Alzate, D. (2023). Análisis morfométrico de cuencas con QGIS

<https://www.youtube.com/watch?v=PvKGYkFZ9Lo>



### Análisis morfométrico de cuencas con QGIS.

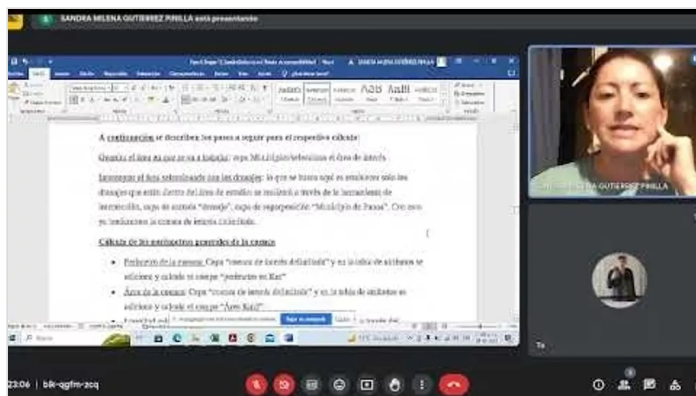
by Diego Fernando Alzate Velásquez

YOUTUBE

SANDRA MILENA GUTIERREZ PINILLA MAY 29, 2023 04:16AM UTC

## Link del video

<https://youtu.be/tkTftvVw5w>



### EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA FUENTE HÍDRICA QUEBRADA PAUNERA

by Kevin Celis

YOUTUBE

\*\*\*\*\*