

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

16.

<b>FECHA</b>	miércoles, 9 de diciembre de 2020
--------------	-----------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Girardot
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Herrera Devia	Diego Edilberto	1069766061
Mora Rodríguez	José Andrés	1070627582

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 7</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Lugo Arias	José Luis

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>Caracterización Morfométrica de la Quebrada Agua Blanca, del Municipio de Girardot, Cundinamarca</b>

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Ambiental

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
30/11/2020	

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Inundacion	Flood
2.Riesgo	Risk
3.Sistemas de Información Geográfica	Geographic Information Systems
4.Amenaza	Threat
5.Zonas	Zones
6.Caracterizacion	Characterization

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La caracterización morfométrica de la quebrada agua blanca mediante el análisis morfométrico y las ecuaciones hidrológicas implementadas junto con el software ArcMap permitió categorizar dicho cuerpo hídrico como un sector que tiende a ser alargado, el cual posee un caudal intermitente con baja susceptibilidad a presentar avenidas torrenciales, así mismo se clasifico como una red de tipo meandrico irregular junto con sus drenajes, los cuales se denominaron de tipo dendritico debido a la forma de sus ramificaciones. Una vez sintetizada la información sintetizada se concluyó que el riesgo por susceptibilidad de crecidas torrenciales en la vereda agua blanca es del 59% en un nivel bajo, pero el 1% referente al riesgo alto pertenece al sector occidental del casco urbano, por lo cual en épocas de lluvia se pueden presentar inundaciones espontaneas.

**ABSTRACT:** The morphometric characterization of the white water stream by means of the morphometric analysis and the hydrological equations implemented together with the ArcMap software allowed to categorize this water body as a sector that tends to be elongated, which has an intermittent flow with low susceptibility to torrential floods, Likewise, it was classified as an irregular meander type network together with its drains, which were called dendritic type due to the shape of its branches.

Once the synthesized information was synthesized, it was concluded that the risk due to the susceptibility of torrential floods in the Agua Blanca village is 59% at a low level, but the 1% referring to the high risk belongs to the western sector of the urban area, therefore in rainy seasons can present spontaneous floods.

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>

la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO \_x\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 7</b>

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Caracterización Morfométrica de la Quebrada Agua Blanca, del Municipio de Girardot, Cundinamarca	Texto
2. Mapas	Imágenes
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
HERRERA DEVIA DIEGO EDILBERTO	
MORA RODRIGUEZ JOSE ANDRES	

21.1-51.20

Caracterización Morfométrica De La Quebrada Agua Blanca, Del Municipio De Girardot,  
Cundinamarca.

Presentado Por:

Diego Edilberto Herrera Devia

José Andrés Mora Rodríguez

Tutor:

ING. MIA. José Luis Lugo Arias

Trabajo requerido para optar al título de Ingeniero Ambiental

Universidad De Cundinamarca

Facultad De Ciencias Agropecuarias

Girardot – Cundinamarca

2020

## Tabla De Contenido

Introducción .....	4
Planteamiento del Problema .....	5
Objetivos .....	6
Marco Normativo.....	6
Diseño Metodológico .....	7
Análisis de Resultados .....	17
1. Quebrada Agua Blanca .....	17
2. Cartografía Base.....	18
3. Análisis Morfométrico .....	18
3.1. Parámetros Físicos .....	18
3.1.1. Área de la quebrada .....	18
3.1.2. Perímetro.....	20
3.1.3. Largo y Ancho Máximo .....	21
3.2. Parámetros de forma .....	21
3.2.1. Índice de compacidad .....	22
3.2.2. Factor de forma .....	22
3.2.3. Índice de alargamiento.....	23
3.2.4. Índice asimétrico .....	24
3.3. Caracterización Red de Drenaje .....	26
3.3.1. Clasificación del Cauce Según su Forma .....	26
3.3.2. Tipos de Red De Drenaje .....	28

3.4. Caracterización de Cauce Principal .....	30
3.4.1. Caudal .....	30
3.4.2. Longitud de la red .....	31
3.4.3. Perfil longitudinal .....	32
Conclusiones .....	38
Bibliografía .....	40

## **Introducción**

En el presente documento se exhibe la caracterización morfométrica realizada a la quebrada Agua Blanca, ubicada en el municipio de Girardot, Cundinamarca. “Una caracterización morfométrica permite interpretar y predecir los comportamientos hidrológicos y de torrencialidad de un cuerpo hídrico; estos análisis se realizan mediante la obtención de índices morfométricos, a partir de la forma, de la red de drenaje y del relieve” (POMCA Corporación autónoma regional del Tolima. 2017). La caracterización de la quebrada Agua Blanca se realizó con la finalidad de complementar la información existente referente a la quebrada debido a la escasez de información actualizada de la misma, así mismo, se llevó a cabo con el propósito de identificar la susceptibilidad de inundación debido a crecidas torrenciales en el sector occidental del casco urbano de Girardot por donde transcurre dicho cuerpo hídrico.

Para dar cumplimiento a los objetivos plasmados del proyecto en primer lugar se sintetizó la información primaria existente de la quebrada, para así ejecutar un análisis morfométrico mediante la aplicación de ecuaciones hidrológicas y la ejecución de herramientas de análisis espacial del software ArcMap, en el cual se identificaron aspectos específicos de la zona de estudio tales como área, perímetro, longitud, pendientes, factor de forma, índice asimétrico, índice de compacidad e índice de alargamiento.

Por último, a través de la elaboración de los mapas de litología, pendientes, precipitación y huella hídrica a escala 1: 30.000 se realizó el mapa de amenaza por inundación con la misma escala, el cual mediante el análisis de datos permitió concluir que el riesgo de inundación por crecidas torrenciales en el área de estudio es bajo a excepción del barrio villa del Carmen el cual se encuentra ubicado al occidente del municipio en una zona clasificada de riesgo alto.

## **Planteamiento del Problema**

La dirección de asistencia técnica y de medio ambiente (DATMA) es la delegación ambiental del municipio de Girardot, Cundinamarca encargada de brindar a la comunidad asistencia en el sector agropecuario y ambiental. Entre sus múltiples funciones se encuentra la recopilación de información referente a las veredas y cuerpos hídricos del municipio, como lo es la quebrada Agua Blanca, de la cual en la actualidad no se posee datos recientes.

Ante la escasez de información actualizada de la quebrada agua blanca, surge la necesidad de realizar la caracterización morfométrica de la misma. Esta determinación va a permitir realizar la descripción del cuerpo hídrico considerando aspectos como su área, su perímetro, su longitud, sus pendientes, su factor de forma, el índice asimétrico, el índice de compacidad y el índice de alargamiento.

De igual manera por medio de la caracterización se va a determinar las zonas susceptibles a presentar inundaciones por crecidas repentinas de este cuerpo, enriqueciendo así la línea base y el sistema de gestión del riesgo que posee el municipio.

El sistema de gestión ambiental del municipio actualmente se refiere a las inundaciones que se producen año a año en la época de lluvias, las cuales se ven afectadas por las actividades antropogénicas como los son: el mal manejo de los residuos sólidos, la erosión por talas y quemas, y la habitación u urbanización de lugares propensos a inundaciones.

Por otra parte, para evaluar la magnitud de las inundaciones y por ende, su efecto en los habitantes del municipio se requieren estudios hidráulicos e hidrológicos, entre ellos los parámetros morfométricos de la cuenca, los cuales sirven para evaluar la tendencia de la cuenca a la inundabilidad, dicho estudio con el cual el municipio no cuenta y es el objeto principal para este proyecto diplomado en sistemas de información geográfica.

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario desarrollar la caracterización morfométrica que represente el nivel de amenaza para la población, los bienes y el medio ambiente del sector aledaño a la quebrada Agua Blanca, con el fin de contribuir con el desarrollo del municipio.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar la caracterización morfométrica de la quebrada Agua Blanca, del municipio de Girardot, Cundinamarca.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la categoría hidrológica de la quebrada Agua Blanca basado en la divisoria de sus aguas.
- Efectuar un análisis morfométrico de la quebrada Agua Blanca utilizando el software ArcMap.
- Diagnosticar las zonas susceptibles a inundaciones por crecidas torrenciales de la quebrada Agua blanca y la relación socio-ambiental que posee con la zona de influencia.

## **Marco Normativo**

El artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 determina que el Gobierno Nacional reglamenta las condiciones y zonificación de las áreas de amenaza y las áreas con condiciones de riesgo además de las medidas específicas para su mitigación, teniendo en cuenta el artículo 9° de la Ley 388 de 1997 de los planes de ordenamiento territorial; en el artículo 8° señala como una de las acciones urbanísticas que deben incorporarse “las zonas no urbanizables que presenten riesgos

para la localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales”.(Ministerio de vivienda ciudad y territorio 1977).

A partir de abril de 2012 nace oficialmente la ley 1523, la cual adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres generada por el decreto 4147 del 2011 y establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres, en el artículo 2 se dicta explícitamente que la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y habitantes del territorio colombiano, esta otorga libertad en la toma de decisiones ante cualquier riesgo natural como lo son las inundaciones repentinas como se presentan en el sector de la vereda agua blanca y los barrios de la zona occidental del casco urbano; en el artículo 39 se establece que los planes de ordenamiento territorial deberán integrar y considerar riesgos de desastres, el artículo 40 reitera que los planes de ordenamiento deben incluir los mecanismos para el inventario de asentamientos con alto riesgo, delimitación y tratamiento de las zonas expuestas a amenaza derivada de fenómenos naturales, socio naturales o antropogénicas no intencionales.

El Programa Nacional para la Gestión Integral del Bosque Seco en Colombia (PGIBS) del 4 de diciembre de 2019, busca principalmente promover acciones de, conservación, preservación, restauración y uso sostenible de este ecosistema en el marco de la gestión del riesgo.

Según el acuerdo 024 de 2011 (POT del municipio) dictamina que la urbanización en áreas de reserva forestal está totalmente prohibida esto debido a que alteraría sus características y el ecosistema podría verse afectado.

### **Diseño Metodológico**

Para el desarrollo del proyecto con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos se solicitó a la oficina de planeación del municipio de Girardot la cartografía existente de la quebrada Agua Blanca, para así realizar una revisión bibliográfica donde fuese posible

identificar las referencias existentes de la morfometría de la quebrada agua blanca, y así, sintetizar la información existente e igualmente conocer qué se ha investigado y qué aspectos permanecen desconocidos.

Una vez obtenida la cartografía base, por medio del software ArcMap se determina el área y el perímetro que abarca la quebrada Agua Blanca mediante la herramienta “calculate geometry”.

Posteriormente al momento de hallar el largo y ancho máximo de la quebrada se utiliza la herramienta “measure” la cual mide la distancia existente entre dos puntos de referencia.

Estos datos permiten el desarrollo de las ecuaciones hidrológicas, las cuales sirven para identificar parámetros específicos del cuerpo hídrico estudiado como lo son el Índice de compacidad ( $Kc$ ), el Factor de forma ( $Kf$ ), el Índice de alargamiento ( $Ia$ ) y el Índice asimétrico ( $Ias$ ). Seguidamente mediante apoyo bibliográfico se realiza la caracterización de las redes de drenaje y del cauce principal.

Con el análisis morfométrico terminado, por medio de ArcMap se procede a realizar los mapas de huella hídrica, litología, pendientes, precipitación para finalmente realizar el análisis de susceptibilidad de riesgo por inundación de la quebrada, para lo cual se siguen las siguientes etapas.

### **Etapas 1 recolección de datos**

<b>Plataforma digital</b>	<b>Dato extraído</b>
IDEAM, WORDCLIM	Precipitación, Temperatura
Geoportal IGAC, EARTHDATA	Limites político-administrativo, uso del suelo, hidrografía, Modelo de elevación digital (DEM)

*Tabla 1. Plataformas digitales implementadas  
Fuente. Propia (2020)*

### **Etapas 2 procesamiento de datos**

La obtención de la cartografía base se divide en los procesos de huella hídrica, litología, pendientes y precipitación los cuales se elaboran en ArcMap.

- **Litología**

En primer lugar, se obtiene el límite político mediante un recorte de la zona de interés mediante la herramienta “Clip”; luego se agrega la capa de “suelos Cundinamarca”, extraída de la plataforma digital IGAC, para posteriormente recortar con la herramienta “Clip” una zona específica mediante la unión de la capa de la zona de estudio y la capa de suelos, de la cual como resultado se obtiene la capa llamada “litología vereda”. Seguidamente se genera un nuevo campo en la tabla de atributos con el nombre “Factor de Geomorfología” y se califica teniendo en cuenta la “litología” según la tabla 2.

<b>Litología</b>	<b>Geología</b>	<b>Permeabilidad</b>	<b>C. amenaza</b>	<b>Calificación</b>
Arsénicas: sedimentos clásticos de grado medio a grueso de composición cuarzosa y ocasionalmente subarcosica, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas.	Rocas intermedias	Semi permeable.	1	Muy baja
	Rocas duras	Semi permeable.	2	Baja
Gravas y arenas: sedimentos clásticos, con partículas de tamaño variado y de composición heterogénea e intercalaciones de limo y arcillas.	Suelos residuales	Semi permeable.	3	Media
Aluviales y lacustres: depósitos de composición heterogénea y tamaño heterométrico de formas subredondeada a redondeada en matriz areno limosa con niveles de arenas, limos y arcillas.	Suelos transportados	Impermeable	4	Alta
Coluviales: materiales de composición heterogénea tamaño y forma en general angular, con matriz arenolimosa y limo arcilloso.	Suelos coluviales	Impermeable	5	Muy alta

*Tabla 2. Clasificación por tipo de permeabilidad.  
Fuente. Monroy y Prada (2019).*

Una vez calificada se crea un nuevo campo denominado “calificación de la geomorfología” y se califica en base al tipo de relieve con ayuda de la tabla 3.

Sb unidad Geomorfológica	Calificación	Calificación de la amenaza
Promontorios de desechos de cantera. Ladera estructural de sierra homoclinal denudada. Cerros residuales. Canteras.	1	Muy bajo
Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal; Ladera estructural denudada y residual; Conos de talus; Comisas estructurales; Escarpe de línea de falla; Ladera de contrapendiente estructural; Laderas estructurales anticlinales.	2	Bajo
Cono de deslizamiento traslacional antiguo; Cono de deslizamiento traslacional reciente; Planchas estructurales denudadas; Conos y lóbulos; coluviales y solifluxio	3	Moderado
Planicies y deltas lacustrinos; Conos de deyección.	4	Alto
Planicies o llanuras de inundación; Meandros abandonados; Cuencas de decantación fluvial.	5	Muy alto

*Tabla 3. Clasificación por Sub Unidad Geomorfológica.  
Fuente. Monroy y Prada (2019)*

Por último, se realiza un campo en la tabla de atributos denominado “calificación de la litología” y se clasifica en base al campo (Carácter\_1) con ayuda de la tabla 4.

Litología	Geología	Permeabilidad	C.amenaza	Clasificación
Arsénicas: Sedimentos Clásticos de grado medio a grueso de composición cuarzosa, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas	Rocas intermedias	Semi permeable	1	Muy bajo
	Rocas duras	Semi permeable	2	Bajo
Gravas y Arenas: Sedimentos clásticos, con partículas de tamaño variado y de composición heterogénea e intercalaciones de limo y arcillas.	Suelos residuales	Semi permeable	3	Medio
Aluviales y lacustres: Depósitos composición heterogénea y tamaño heterométrico de formas subredondeada a redondeada en matriz arenolimososa.	Suelos transportados	Impermeable	4	Alto
Coluviales: Materiales de composición heterogénea tamaño y forma en general angular, con matriz arenolimososa y limo arcillosa.	Suelos coluviales	Impermeable	5	Muy alto

*Tabla 4. Clasificación por tipo de permeabilidad.  
Fuente: Monroy y Prada (2019).*

Por último, se realiza un campo en la tabla de atributos denominado “clasificación de la litología” y se clasifica en base al campo (Carácter\_1) con ayuda de la tabla 4.

- **Precipitación**

Por medio de los datos de las estaciones meteorológicas aledañas al municipio de Girardot, se realiza el promedio anual de precipitación de cada estación de un rango de 10 años (2010 – 2020) a excepción de la estación meteorológica de Girardot (Universidad Cundinamarca) de la cual solo se posee el promedio de los tres últimos años (2017-2020), (Tabla 5).

Nombre estación	Precipitación	Longitud	Latitud
Aeropuerto Santiago vila [21185040]	1109,22 mm	-74,798	4,275444444
Base aerea Melgar [21195080]	1744,15 mm	-74,63683333	4,212222222
Chicoral [21215080]	1138,86 mm	-74,99536111	4,231527778
Piedras - aut [21227010]	1136,93 mm	-74,88053056	4,535225
Pinar el [21190310]	1550,76 mm	-74,32991667	4,387972222
Tocaima [21208900]	900,41 mm	-74,65	4,47
U. de Cundinamarca – aut [21235030]	536,9 mm	-74,80811111	4,305333333

*Tabla 5. Datos de precipitación media anual zona elegida  
Fuente: propia (2020)*

Acto seguido en el software ArcMap se procede a realizar la georreferenciación de los puntos de las estaciones meteorológicas implementadas a través de la herramienta (Display XY Data). Una vez georeferenciados los puntos se utiliza la herramienta de Interpolation, IDW para realizar la interpolación de la precipitación media anual de las estaciones meteorológicas, a fin de realizar una reclasificación por rangos a través de la herramienta Reclassify, teniendo en cuenta los rangos de la tabla 6, luego se genera un nuevo campo en la tabla de atributos llamado “clasificación de precipitación” y se califica según el rango en el que se encuentra la zona,

ulteriormente se realiza un recorte mediante la herramienta “Clip” con las 2 capas (precipitación Girardot, vereda Agua Blanca) para obtener la precipitación ya clasificada de la zona de estudio y por último se añade un nuevo campo el cual se nombró “CAL\_PREC\_I” y se califica igual que el campo “DP\_CAL” debido a que su amenaza por inundación se determina a través de los rangos en la tabla 6.

Amenaza	Rango precipitación	Valor
Muy bajo	536,9101563-1000	1
Baja	1000-1500	2
Moderada	1500-2000	3
Alta	2000-2500	4
Muy alta	>2500	5

*Tabla 6. Clasificación y calificación según los rangos de precipitación.  
Fuente: Propia (2020).*

- **Pendientes**

Para obtener ese parámetro se agrega el DEM, luego se realiza un clip de la zona de estudio con el cual se construyen las pendientes gracias a la herramienta SLOPE.

Collection Reference	ASTER Global Digital Elevation Model V003
Date	2019-08-05T07:34:15.731Z
Resolución Espacial	30 m
XY Cordinate System	WGS_1984

*Tabla 7. Características del modelo digital de elevación (dem).  
Fuente: usgs, earthdata*

Las pendientes se reclasifican según su porcentaje, con ayuda de la tabla 8; luego se convierte el ráster en polígono con la herramienta “ráster to polygon” y se realiza la unión de los polígonos más pequeños mediante la herramienta “Dissolve” y se activa la opción multipart features.

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy baja	1
7 – 12 %	Baja	2
12 – 25 %	Moderada	3
25 – 75 %	Alta	4
>75 %	Muy alta	5

*Tabla 8. Calificación de pendientes*

*Fuente: (IDEAM 2011).*

Finalmente se agrega un campo denominado “calificación de las pendientes” en la cual se tiene en cuenta la tabla anterior, con la diferencia de que sus calificaciones se invierten debido a que, a mayor pendiente, la amenaza por inundación disminuye como se aprecia en la tabla 9 y se le asigna la calificación respectiva.

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy alta	5
7 – 12 %	Alta	4
12 – 25 %	Moderada	3
25 – 75 %	Baja	2
>75 %	Muy baja	1

*Tabla 9. Calificación de pendientes para factores de inundación.*

*Fuente: IDEAM (2011).*

- **Huella de Inundación**

**Para obtener la huella hídrica** se agrega la capa “quebradas Girardot” y se procede a realizar un buffer multiple con las distancias exhibidas en la tabla 10 para cubrir toda el área de interés, posteriormente se realiza un clip con las 2 capas (bufer nombrado huella inundación y la vereda) para obtener el polígono de la vereda con la huella hídrica (huella vereda). Finalmente se añade un campo nuevo en la tabla de atributos con el nombre “calificación de la huella (HUELLA\_CAL)” al cual se le realiza la calificación de amenaza según la cercanía como lo muestra en la tabla 10.

Distancia	Calificación	Calificación amenaza
100	5	Muy alta
200	4	Alta
300	3	Moderado
400	2	Bajo
500	1	Muy bajo
3000	1	Muy bajo

*Tabla 10. Calificación de huella a partir de la distancia.  
Fuente: Propia (2020).*

### **Etapa 3 integración de capas para realizar el mapa por amenaza de inundación.**

se realiza la inserción de las 4 capas realizadas anteriormente (litología, pendientes, precipitación, huella hídrica). Luego se añade un nuevo campo en la tabla de atributos con el nombre de “calificación de la amenaza” en donde mediante field calculator se realiza la ecuación ( $Geomorfologia \times 0,31 + Pendientes \times 0,2 + Precipitacion \times 0,2 + Huella\ de\ Inundacion \times 0,13 + Litologia \times 0,16$ ) la cual arroja una serie de resultados ingresados en un nuevo campo de la tabla de atributos llamado “GRADO\_AMENAZA” el cual se califica según la tabla 11.

Calificación	Grado Amenaza
1--1,49	Muy baja
1,5--2,5	Baja
2,5--3,5	Media
3,5--4,5	Alta
4,5—5	Muy alta

*Tabla 11. Calificación grado de amenaza por inundación.  
Fuente: Propia (2020).*

## Análisis De Resultados

### 1. Quebrada Agua Blanca

La quebrada Agua Blanca se encuentra en el occidente del municipio de Girardot, Cundinamarca. Nace en la parte alta de la serranía Alonso Vera en la vereda Agua Blanca en el sitio “El Encanto” dentro de la hacienda San Rafael. Cuenta con un área total de 11 hectáreas, su parte baja debido a la alta intervención antrópica presenta altos niveles de erosión, todo lo contrario, a la parte alta donde posee buena cobertura vegetal. (Palacios, sanchez. 2015)

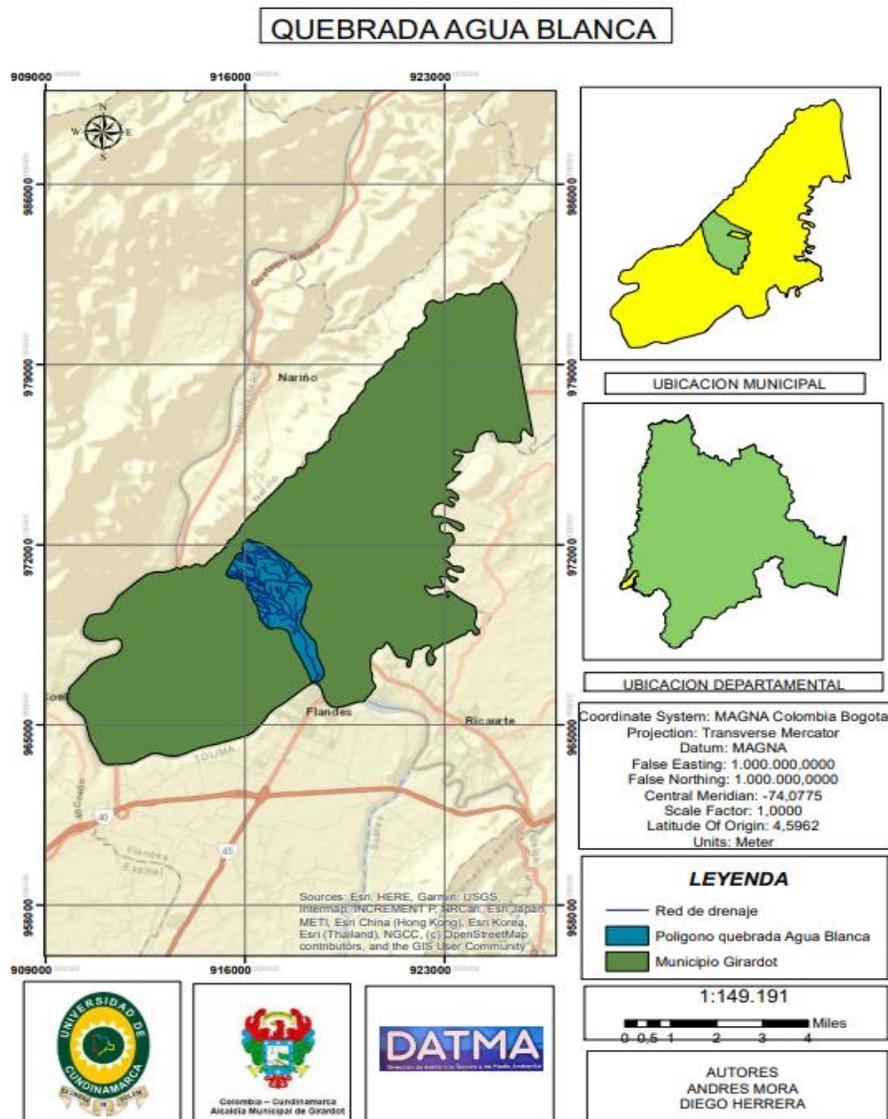


Figura 1. Quebrada Agua Blanca

*Fuente. Elaboración propia*

## **2. Cartografía Base**

La oficina de planeación del municipio de Girardot, suministro la cartografía básica de la quebrada Agua Blanca la cual consta de la delimitación del municipio, de la quebrada y su red de drenaje, esta información fue entregada en modelo Shapefile a escala de 1:138.837

## **3. Análisis Morfométricos**

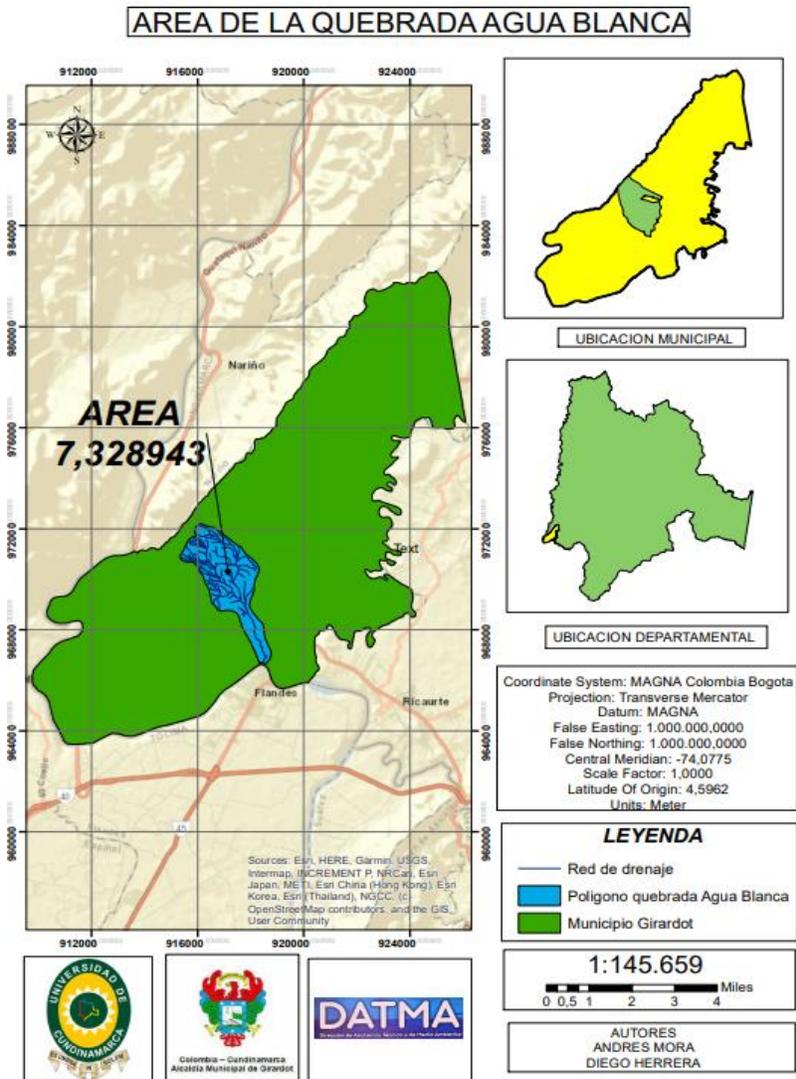
Se entiende por morfometría a las características físicas de la red de drenaje de un cuerpo hídrico, el siguiente análisis morfométrico de la quebrada Agua Blanca permite interpretar y predecir los comportamientos hidrológicos y de torrencialidad mediante la obtención de índices morfométricos, a partir de la forma, la red de drenaje y el relieve de esta. (POMCA. CAR. RIO GARAGOA. 2017)

### **3.1 Parámetros Físicos**

#### **3.1.1 Área de la Quebrada**

El área se define como “la proyección ortogonal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía que apunta directa o indirectamente al mismo paso natural”, es la variable más utilizada para la determinación de otros datos morfométricos debido a que son consecuentemente dependientes de esta. (Montserrat J. 1985)

El área de la quebrada Agua Blanca es de 7,3 Km<sup>2</sup> aproximadamente; se determinó por medio de la herramienta “calculate geometry” de software ArcMap con la delimitación de la quebrada.



*Figura 2. Área de la quebrada Agua Blanca  
Fuente. Elaboración propia*

Área (km <sup>2</sup> )	Nombre
< 5	Unidad
5 – 20	Sector
20 – 100	Microcuenca
100 – 300	Subcuenca
> 300	Cuenca

*Tabla 12. Clasificación por área  
Fuente: Reyes, Ulises y Carvajal. 2010*

Según el área obtenida, se puede clasificar la quebrada Agua Blanca como “sector”.

### 3.1.2 Perímetro

El perímetro corresponde al largo del polígono que define los límites del sector, es decir la longitud que recorre la divisoria de aguas. Es un factor dependiente de la superficie y la forma de ésta, al igual que el área, el perímetro del sector Agua Blanca se calculó a través de la herramienta de ArcMap “calculate geometry” el cual dio un resultado de 14,6 km.

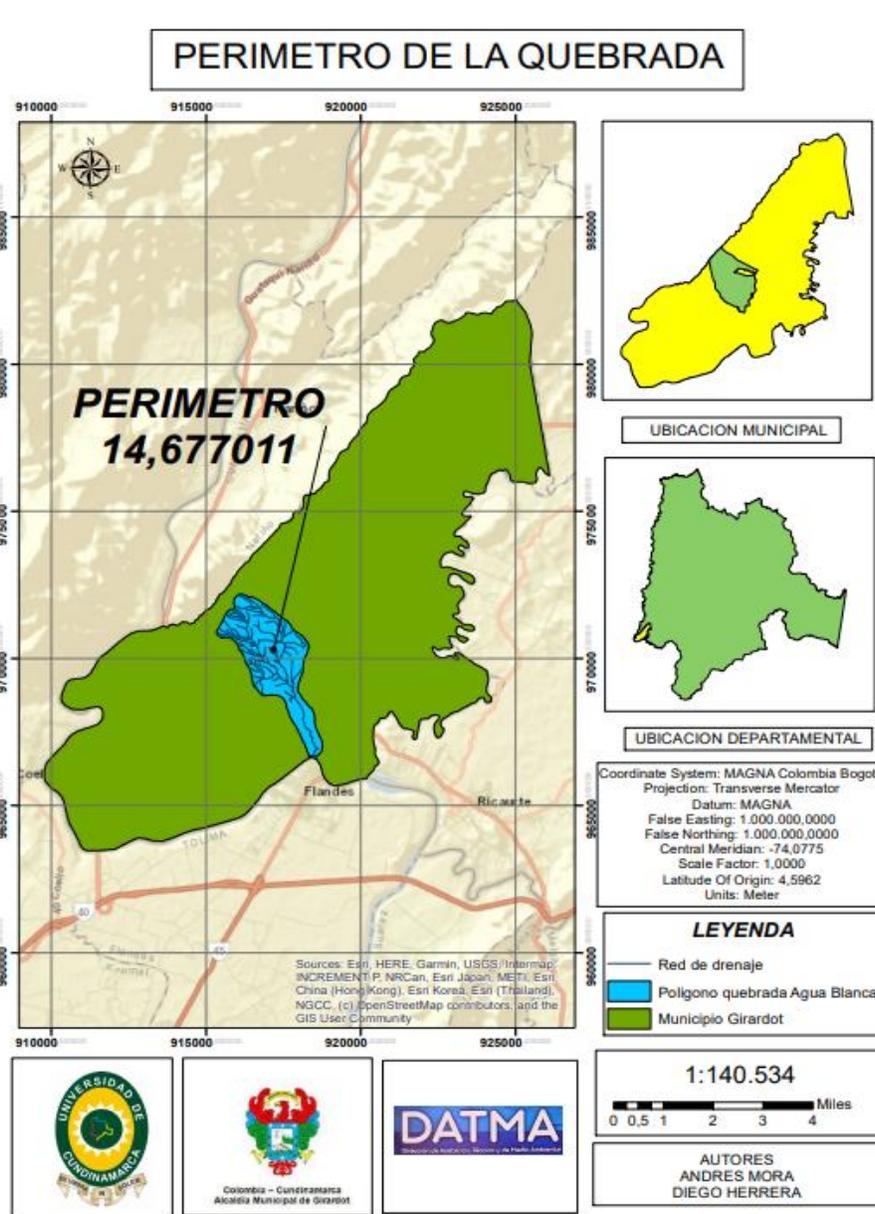


Figura 3. Perímetro del sector Agua Blanca  
 Fuente. Elaboración propia

### 3.1.3 Largo y Ancho Máximo

Mediante la herramienta “measure” de ArcMap se determinó el largo y el ancho máximos del sector Agua blanca, los cuales dieron como resultado 5,9 km y 2 km respectivamente.

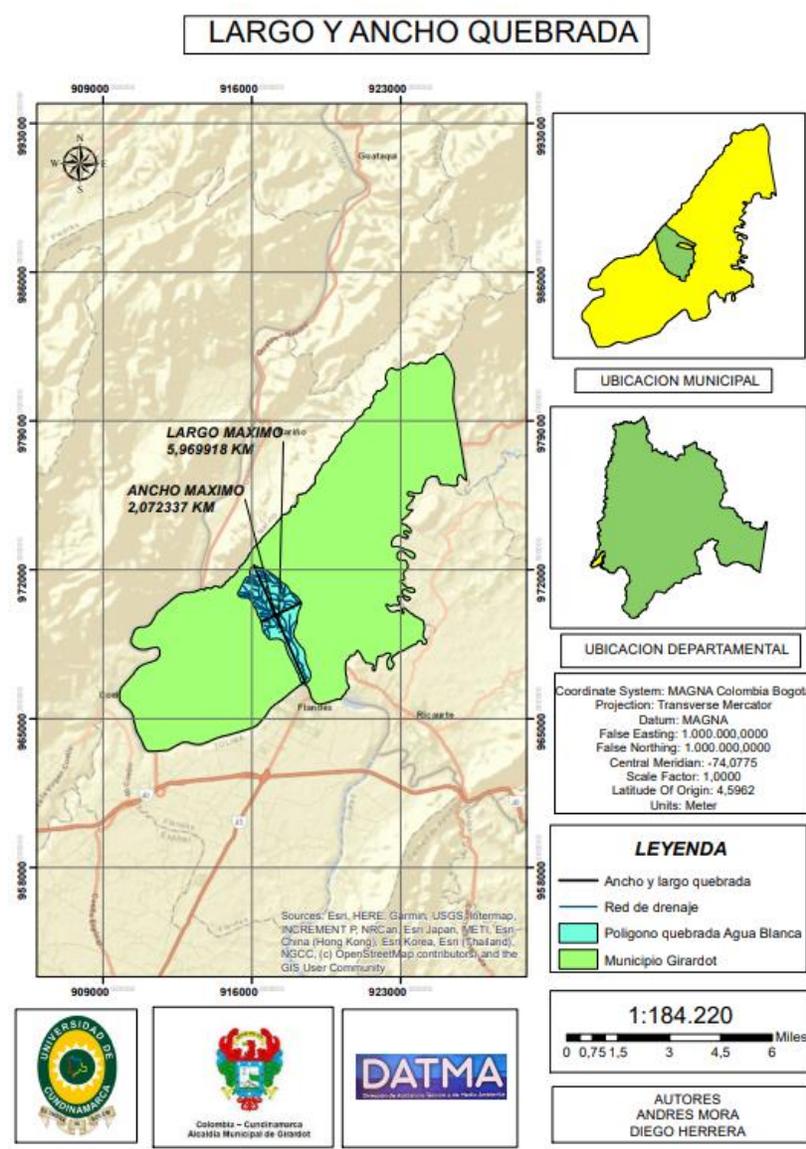


Figura 4. Largo y Ancho máximo del sector Agua Blanca  
Fuente. Elaboración propia

### 3.2 Parámetros de Forma

Para definir la forma del sector Agua Blanca se determinaron los siguientes índices o coeficientes por medio de las ecuaciones hidroloicas.

### 3.2.1 Índice de Compacidad (Kc)

El índice de compacidad (Kc) es un indicador adimensional de la forma, se establece mediante la relación del perímetro y el área de un círculo igual a la quebrada (círculo equivalente), de tal forma que entre mayor sea el coeficiente más distante será la forma de la quebrada con respecto al círculo. (POMCA. CVC. RIO LA VIEJA. 2017)

Clase	Valores de kc	Interpretación
KC1	1 – 1.25	Forma redonda a oval redonda
KC2	1,25 – 1,5	Forma oval redonda a oval oblonga
KC3	1,5 – 1,75	Forma oval oblonga a rectangular oblonga

*Tabla 13. Clasificación de forma según el valor del índice de compacidad  
Fuente: POMCA rio La Vieja Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. 2017*

$$kc = 0.28 * \left[ \frac{P}{\sqrt{A}} \right]$$

En donde (Kc) es igual al índice de compacidad, (P) al perímetro y (A) al área.

$$Kc = 0.28 * \left[ \frac{14,677011 \text{ Km}}{\sqrt{7,328943 \text{ Km}^2}} \right]$$

$$Kc = 1,518011211$$

según el valor obtenido (1,5) y en base a la tabla 13, el sector es de clase KC3, lo que indica que posee una forma oval oblonga a rectangular oblonga.

### 3.2.2 Factor de Forma

El factor de forma es un parámetro adimensional que, mediante la relación entre el área y la longitud o largo máximo del sector, mide la tendencia de esta hacia las crecidas, las cuales pueden ser, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas, dependiendo de si el factor tiende hacia valores extremos grandes o pequeños.

Kf	Característica
< 1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales
1	Cuadrada
> 1	Tiende a ser anchatada, tendencia a ocurrencia de avenidas torrenciales

*Tabla 14. Clasificación según el valor del factor de forma*

*Fuente: POMCA rio La Vieja Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. 2017*

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

En donde (F) corresponde al factor de forma adimensional, (A) al área de la cuenca y (L) a la longitud o largo máximo.

$$Kf = \frac{7,328943 \text{ Km}^2}{(5,969918 \text{ Km})^2}$$

$$Kf = 0,205638587$$

El factor de forma es 0,2, es decir < 1, lo cual según la tabla 14 indica que el sector no tiende a ser circular sino alargado y en consecuencia presenta baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales.

### 3.2.3 Índice de Alargamiento

El índice de alargamiento es la conexión del largo y ancho máximo del sector, indica si este es alargado, cuando su valor es mayor a 1 o si es muy corta, cuando es un valor menor a 1.

Ia	Característica
IA > 1	Cuenca alargada
IA < 1	Cuenca corta

*Tabla 15. Clasificación según el índice de alargamiento*

*Fuente: POMCA rio La Vieja Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. 2017*

$$Ia = \frac{L}{An}$$

En donde

$$Ia = \frac{5,969918 \text{ km}}{2,072337 \text{ km}}$$

$$Ia = 2,880766014$$

En este caso el índice de alargamiento es de 2,8 lo que significa que el sector Agua Blanca es un cuerpo hídrico que posee una forma más alargada que ancha.

### 3.2.4 Índice Asimétrico

El índice asimétrico califica la homogeneidad en la distribución de la red de drenaje, es un parámetro que se determina con el nexo entre las áreas de las vertientes (mayor y menor), las cuales se separan por el cauce principal del sector.

Ias	Característica
Ias > 1	Cauce principal recargado a una de las vertientes
Ias = 1	Distribución uniforme del cauce principal

Tabla 16. Clasificación según el índice de alargamiento

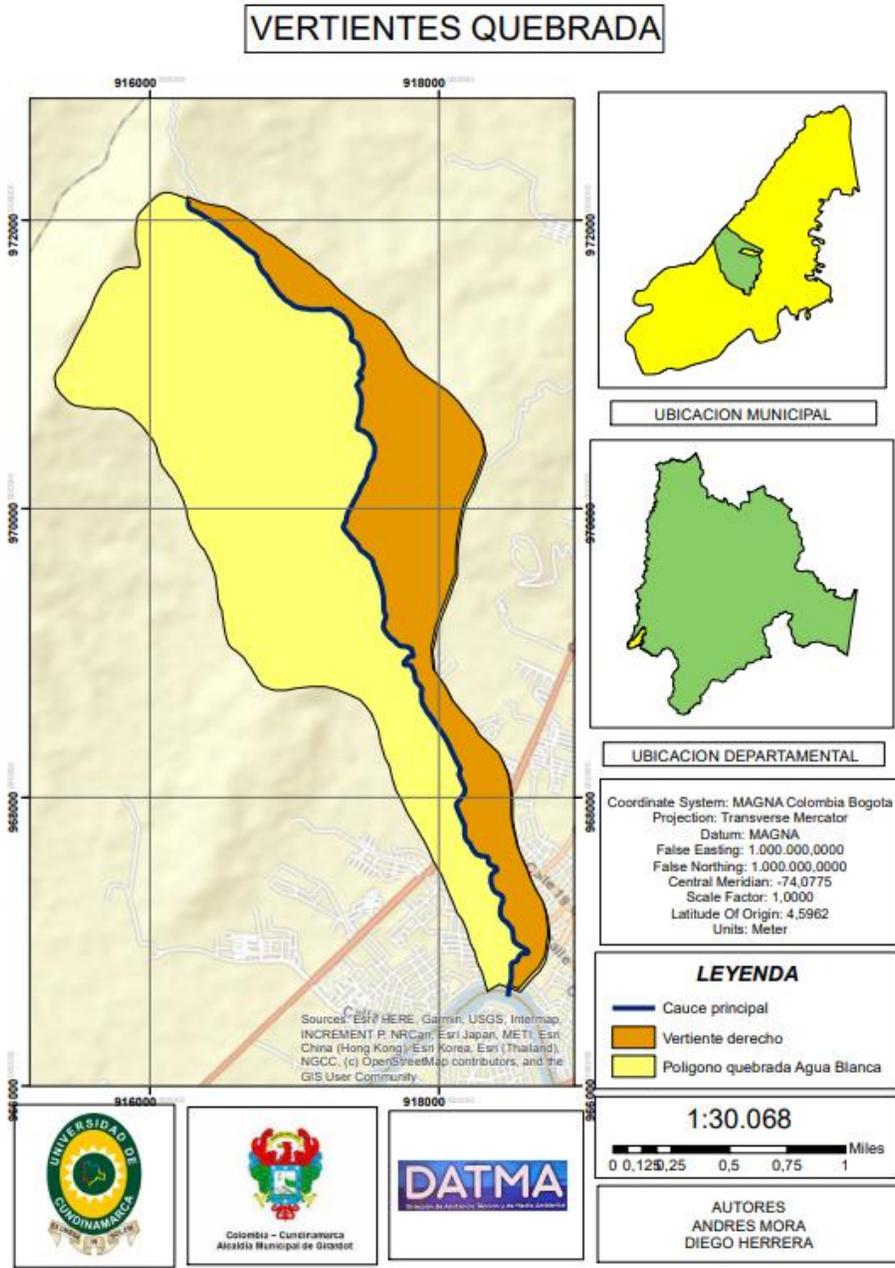
Fuente: POMCA río La Vieja Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. 2017

$$Ias = \frac{A_{max}}{A_{min}}$$

$$Ias = \frac{5,158748 \text{ Km}^2}{2,170195 \text{ Km}^2}$$

$$Ias = 2,377089616$$

En el presente caso el índice asimétrico es de 2,3 esto indica que el cauce principal del sector Agua Blanca se encuentra recargado a una de las vertientes, específicamente la de menor área, es decir, la del lado derecho.



*Figura 5. Vertientes del sector Agua Blanca  
 Fuente. Elaboración propia*

### 3.3 Caracterización Red de Drenaje

#### 3.3.1 Clasificación del Cauce Según su Forma

los cauces se pueden clasificar según su forma en semirectos, trenzados y meandrónico; estos pueden presentar cambios de patrón a lo largo de su longitud según el caudal de la corriente en lo largo del año.

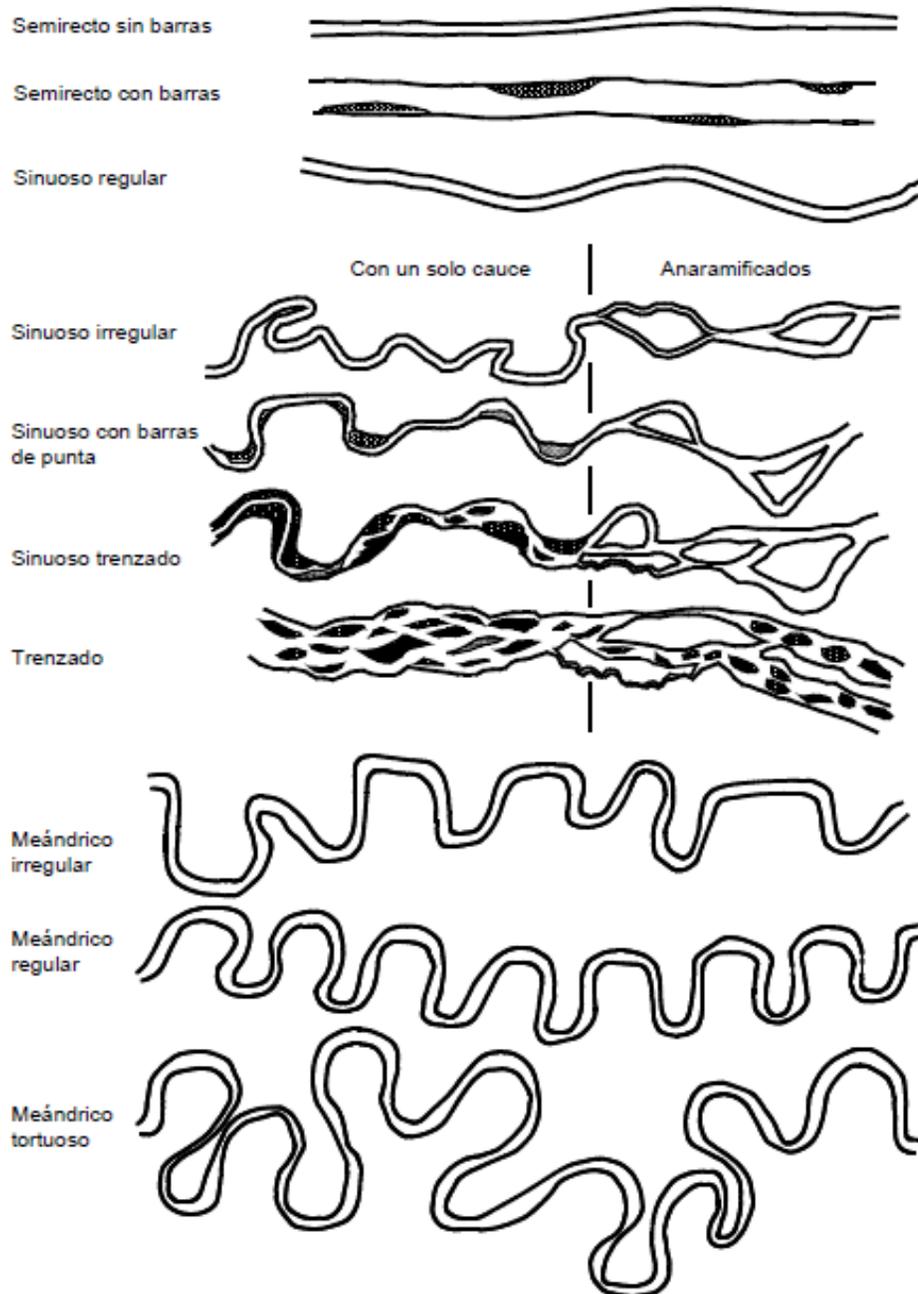


Figura 6. Clasificación del cauce según su forma

Fuente. Campbell, 2004

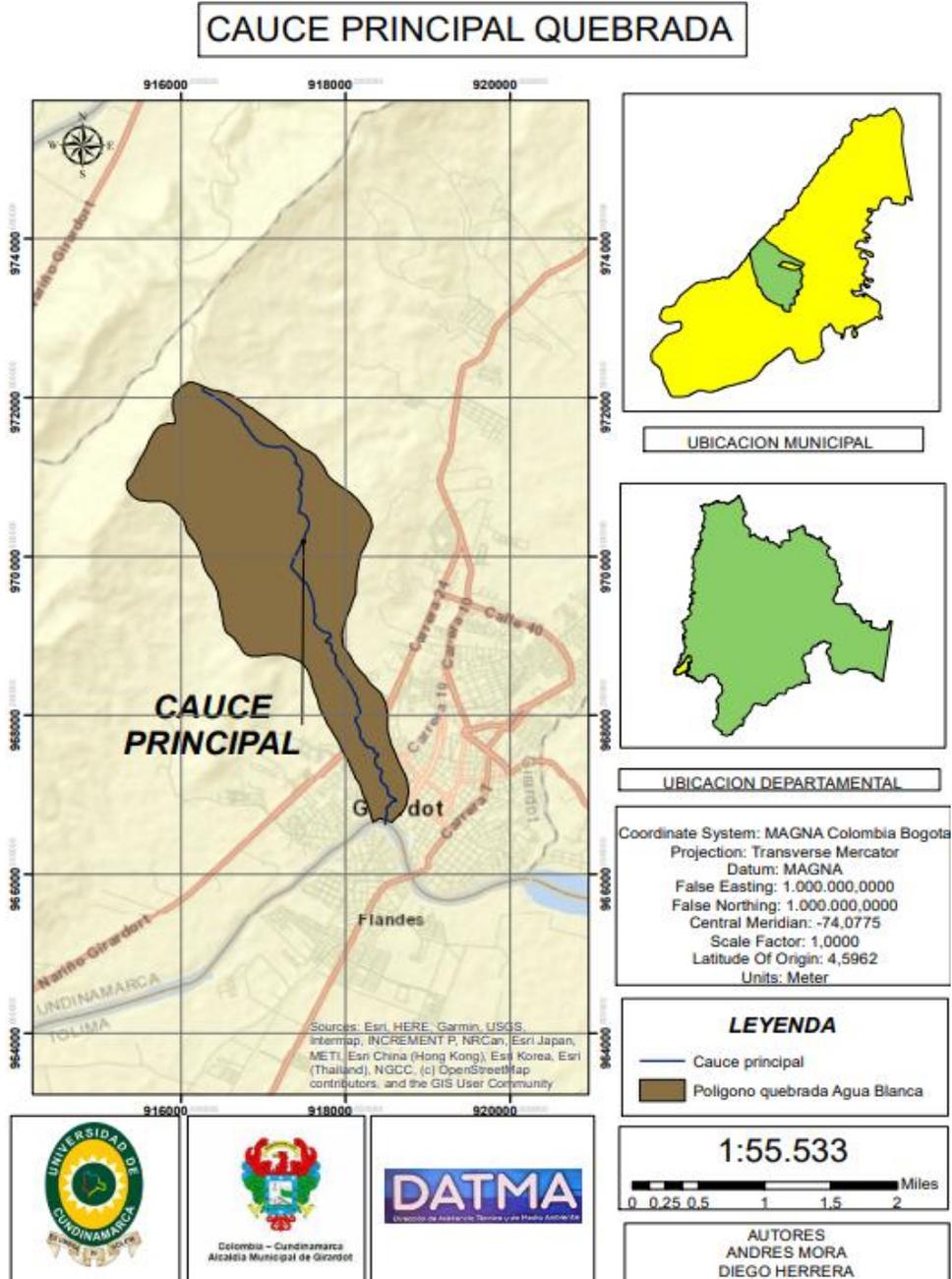


Figura 7. Cauce principal sector Agua Blanca  
Fuente. Propia

En base a la clasificación del cauce según su forma y la visualización de este en el software ArcMap se determina que la quebrada Agua Blanca es de tipo meandrico irregular.

El sector Agua Blanca al poseer un caudal intermitente y estar ubicada geográficamente en un clima tropical donde la precipitación anual es de 536,9 mm no presenta cambios de patrón a lo largo de su longitud.

### 3.3.2 Tipos de Red de Drenaje.

La red de drenaje es el resultado de la dinámica del sector y diversos factores de la geomorfología, en donde se incluye la resistencia a la erosión, la distribución de las diferentes litologías del terreno y el orden de la estructura de deformación de la estructura superficial. (Campbell, 2004)

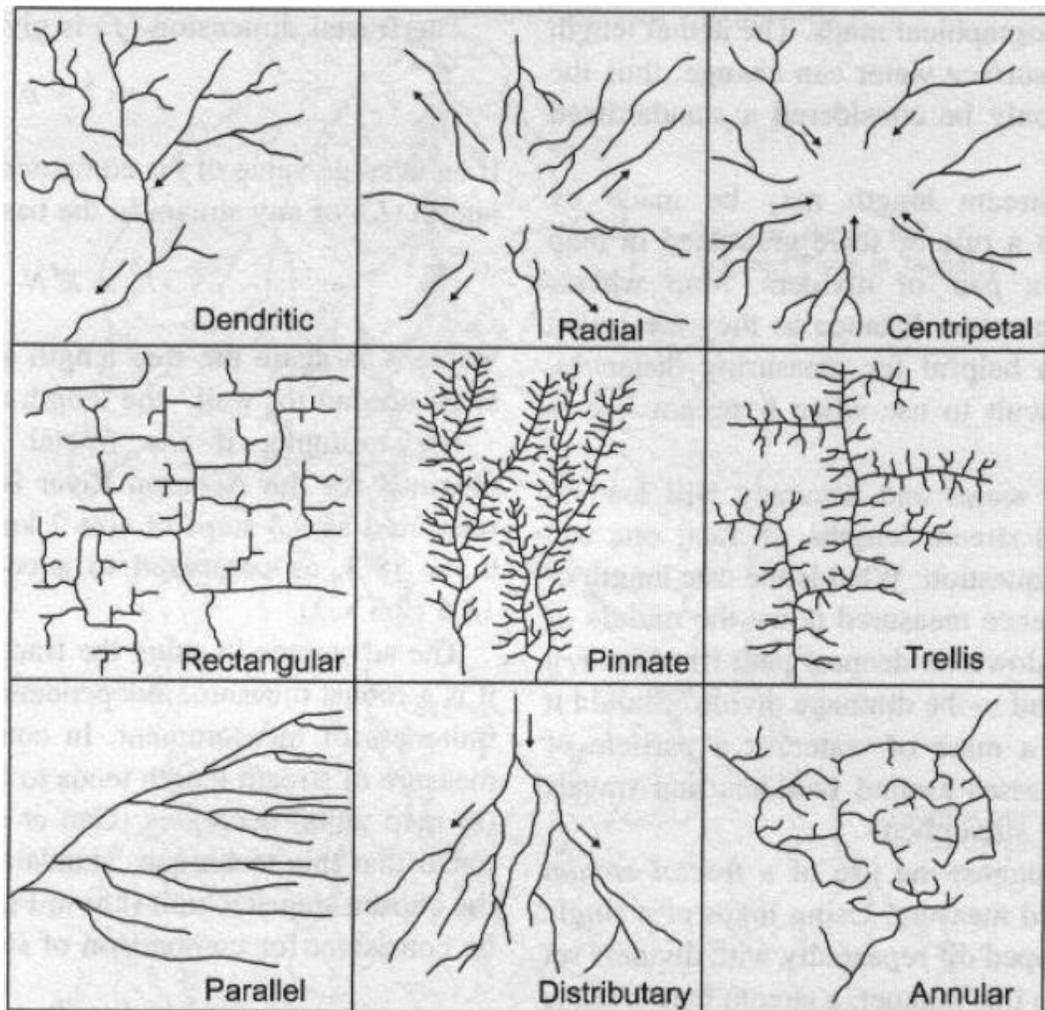


Figura 8. Clasificación de la red de drenaje según su forma  
Fuente. Campbell, 2004

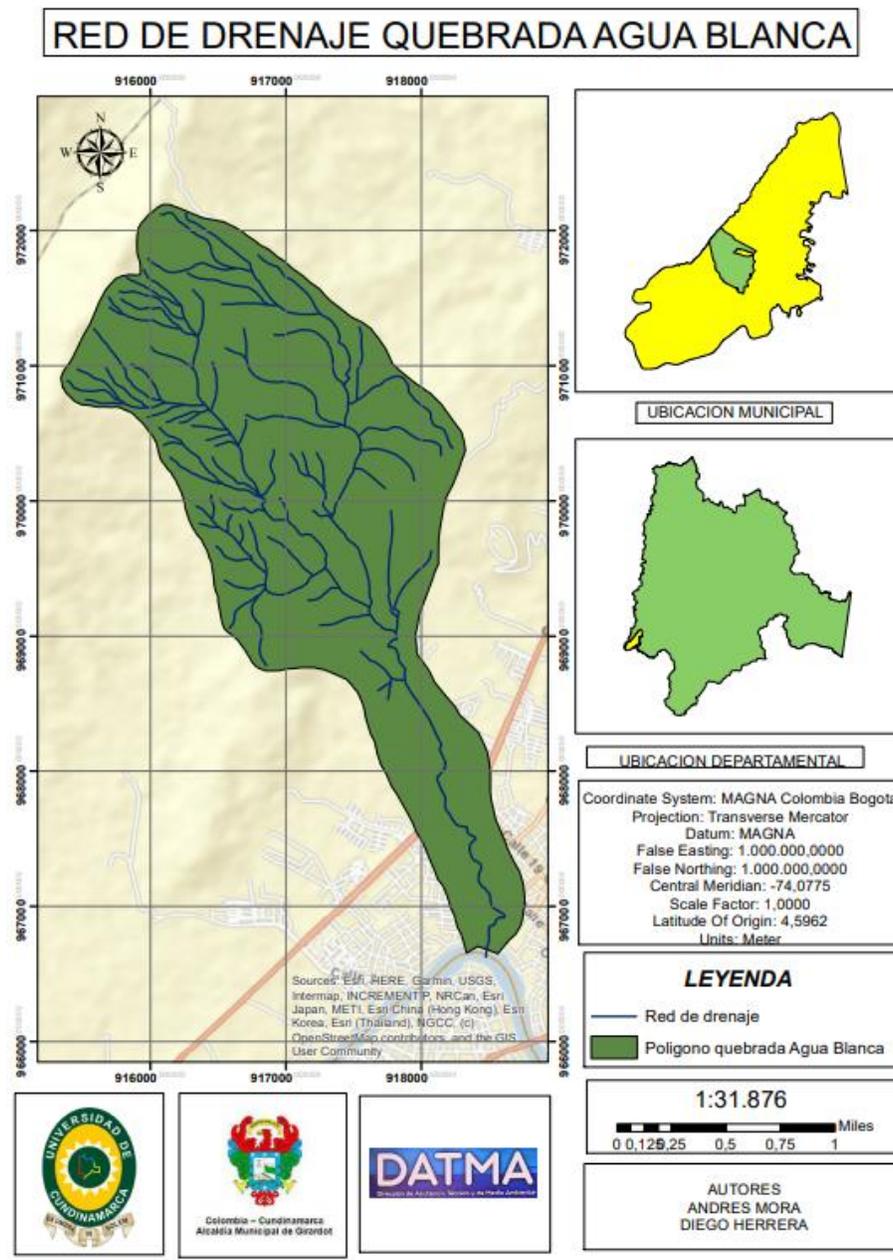


Figura 9. Red de drenaje quebrada Agua Blanca  
Fuente. Propia

Según lo visualizado, el sector Agua Blanca posee una red de drenaje de tipo dendrítica, la cual se caracteriza por la unión irregular de los afluentes con gran variedad de ángulos, generalmente menores a noventa grados. El drenaje dendrítico, es el que más frecuentemente se presenta, y se caracteriza por mostrar ramificaciones arborescentes en la que las vertientes se unen a la corriente principal formando pequeños ángulos agudos. (SECO.2000)

### ***3.4 Caracterización Del Cauce Principal.***

#### **3.4.1 Caudal**

La quebrada Agua Blanca es categorizada como intermitente debido a que solo se evidencia caudal en esta para épocas de invierno. Para épocas de verano su caudal es 0 debido a que los habitantes de la zona en la cual es su yacimiento realizaron un pozo para capturar su caudal y darle uso para las actividades pecuarias(ganadería) además de esto se está realizando una deforestación en la zona volviendo más complicado que la quebrada recupere su caudal.

En cercanías de la ronda hídrica de la quebrada agua blanca se evidencia la tala indiscriminada y por tanto el deterioro de cobertura vegetal del bosque seco tropical, el cual es el ecosistema por el que atraviesa la quebrada.

“El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más amenazados en el país debido a que se encuentra en zonas con suelos relativamente fértiles, que han sido altamente intervenidos para la producción agrícola y ganadera, la minería, el desarrollo urbano y el turismo. Esta transformación es nefasta para la biodiversidad asociada al bosque y los servicios que presta este” (Humbolt, 2014)

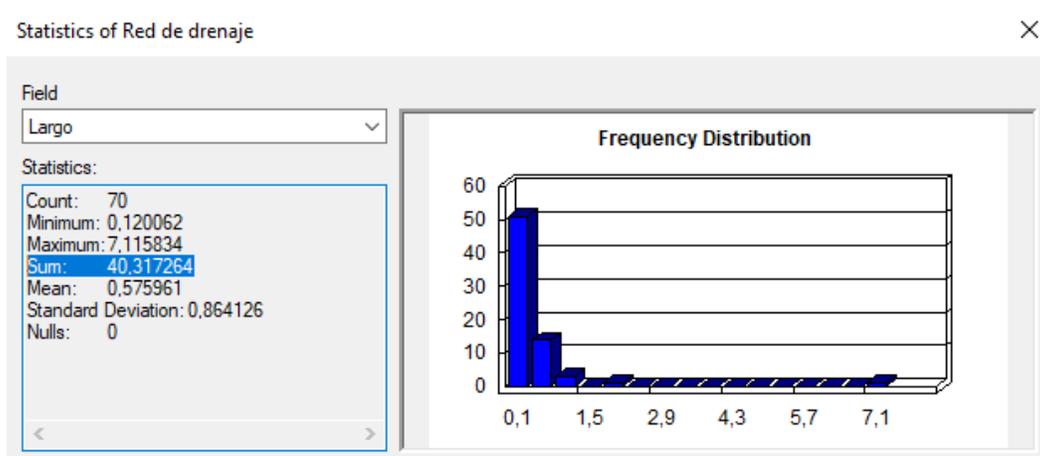
Junto a la captación ilegal, los bajos niveles de precipitación no permiten que exista el flujo continuo de la quebrada. Ante esta situación es necesario que el DATMA genere programas de participación ciudadana que incentiven a la comunidad de la zona de influencia a proteger, salvaguardar y restaurar el ecosistema afectado con la finalidad de generar conciencia ambiental y así promover el desarrollo del municipio.



*Figura 10. Quebrada Agua Blanca  
Fuente. propia*

### **3.4.2 Longitud Total de la Red**

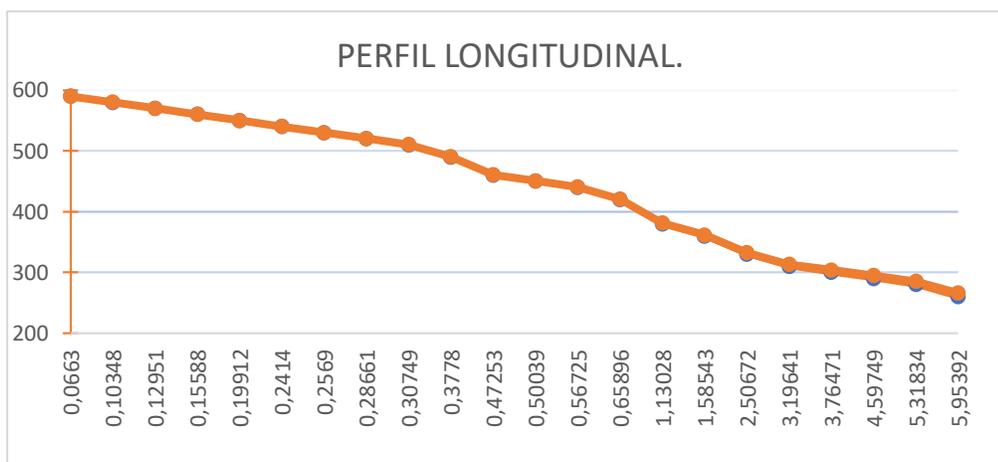
La longitud total de la red de drenaje se realizó considerando todas las corrientes presentes dentro de las vertientes del cauce principal, así sean intermitentes como sucede en el actual estudio. El resultado da que la longitud total de la red de drenaje del sector Agua Blanca es de 40,31 km, lo que significa que es un cuerpo hídrico pequeño.



*Figura 11. Herramienta statistics ArcMap  
Fuente. propia*

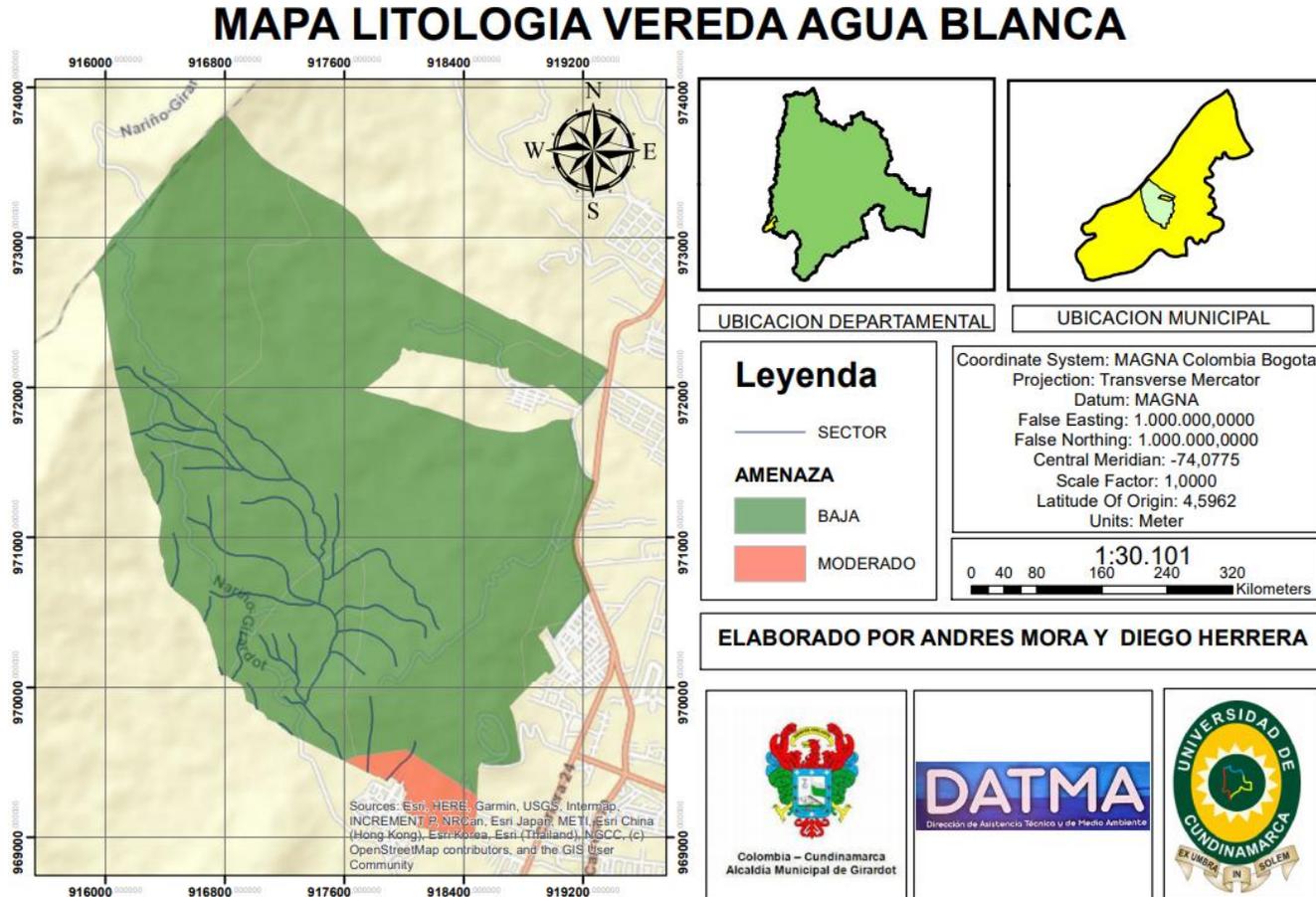
### 3.4.3 Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal del sector Agua Blanca es la representación gráfica del recorrido desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Magdalena.



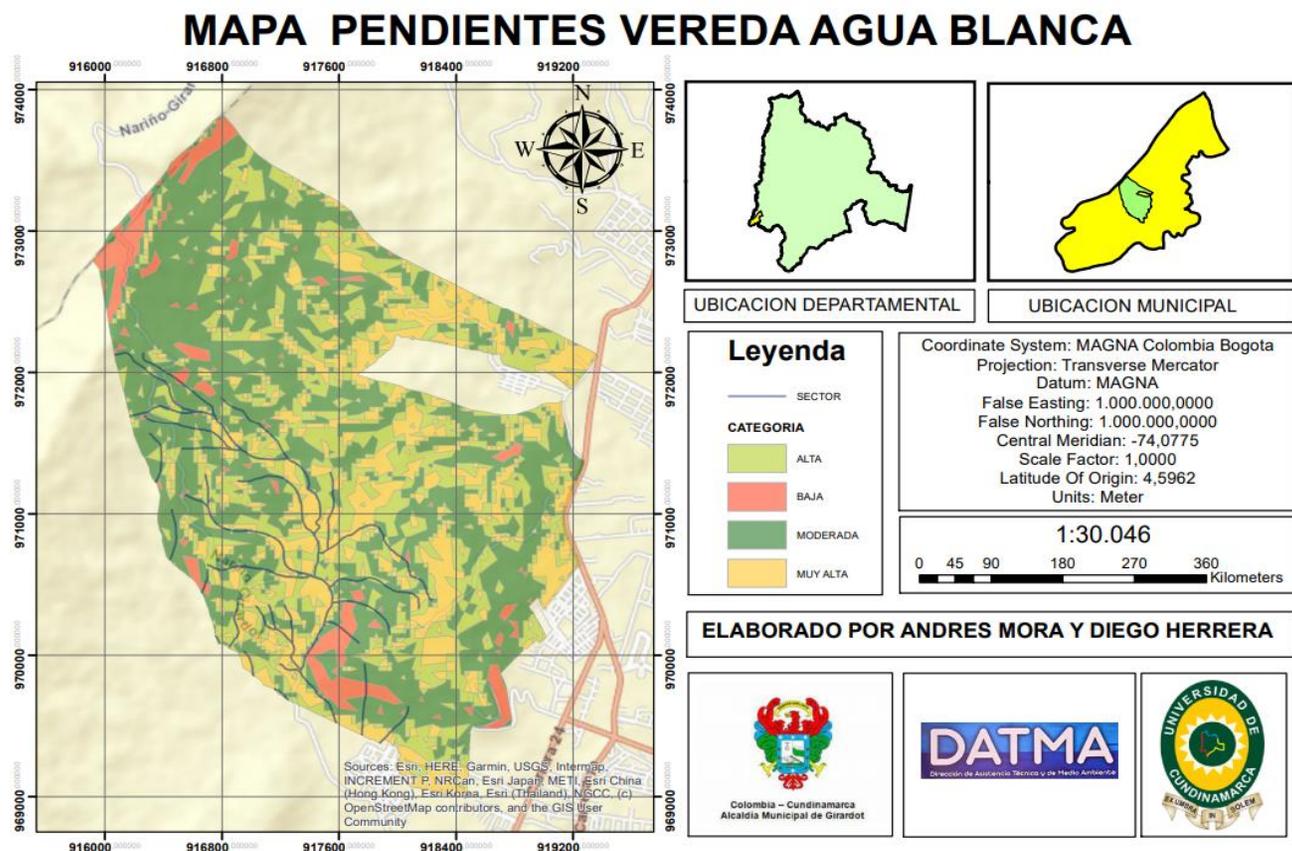
*Figura 12. Grafica perfil longitudinal  
Fuente. propia*

El perfil longitudinal se ve representado por dos ejes, los cuales hacen referencia a las curvas de nivel y sus determinadas alturas evaluadas en m.s.n.m (Eje Y), y a la distancia presente entre cada curva evaluada en metros (Eje X).



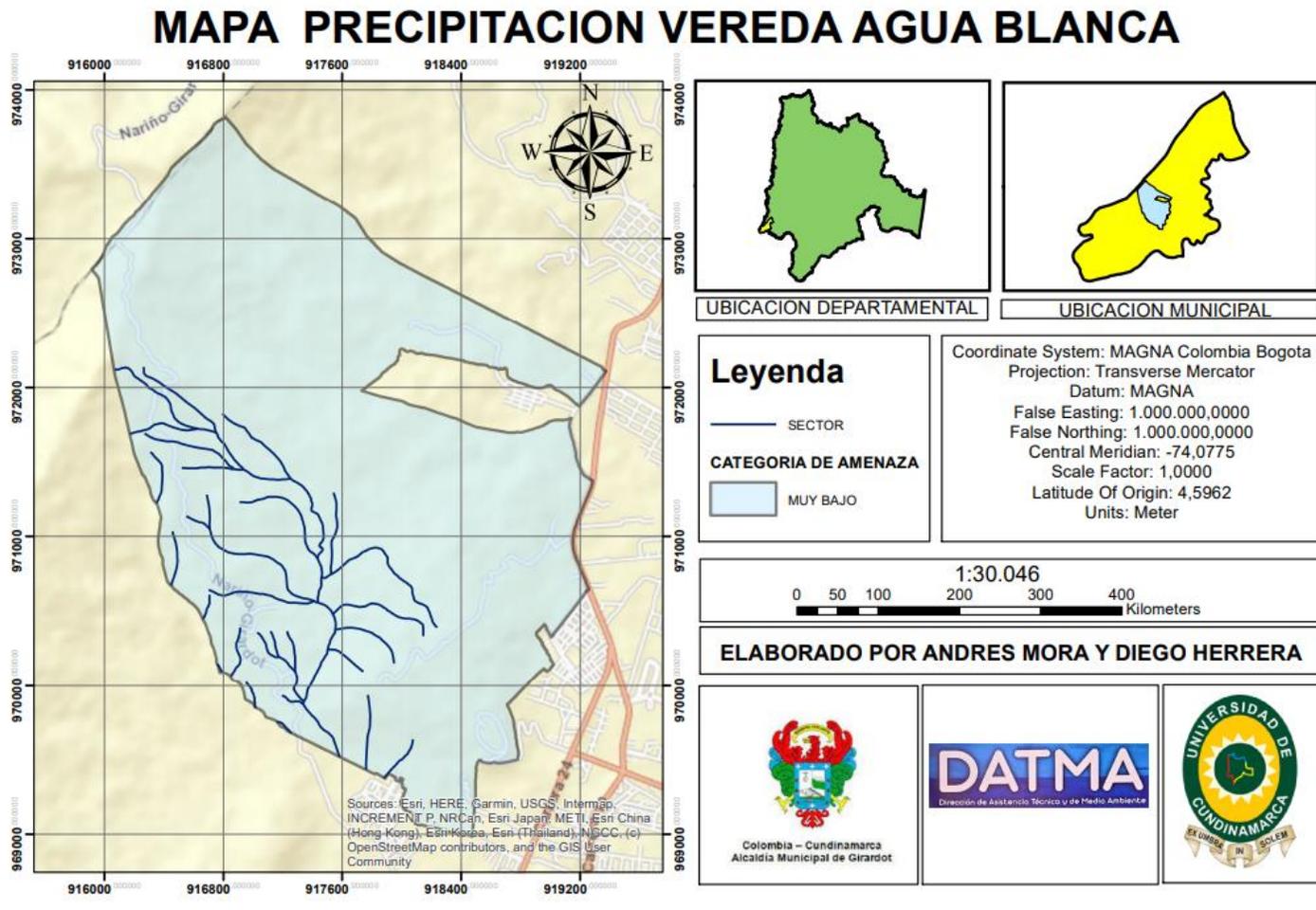
*Figura 13. Mapa litología vereda Agua Blanca*  
*Fuente. propia*

El mapa de litología exhibe las amenazas posibles según la capacidad de drenaje del tipo de suelo, las cuales son muy bajas debido a que la vereda agua blanca presenta suelos limo arcillosos. Estos suelos se caracterizan por ser pedregosos, de color oscuro y por su alta capacidad de filtración. (ingaramo, paz, mirás, vidal) (2007)



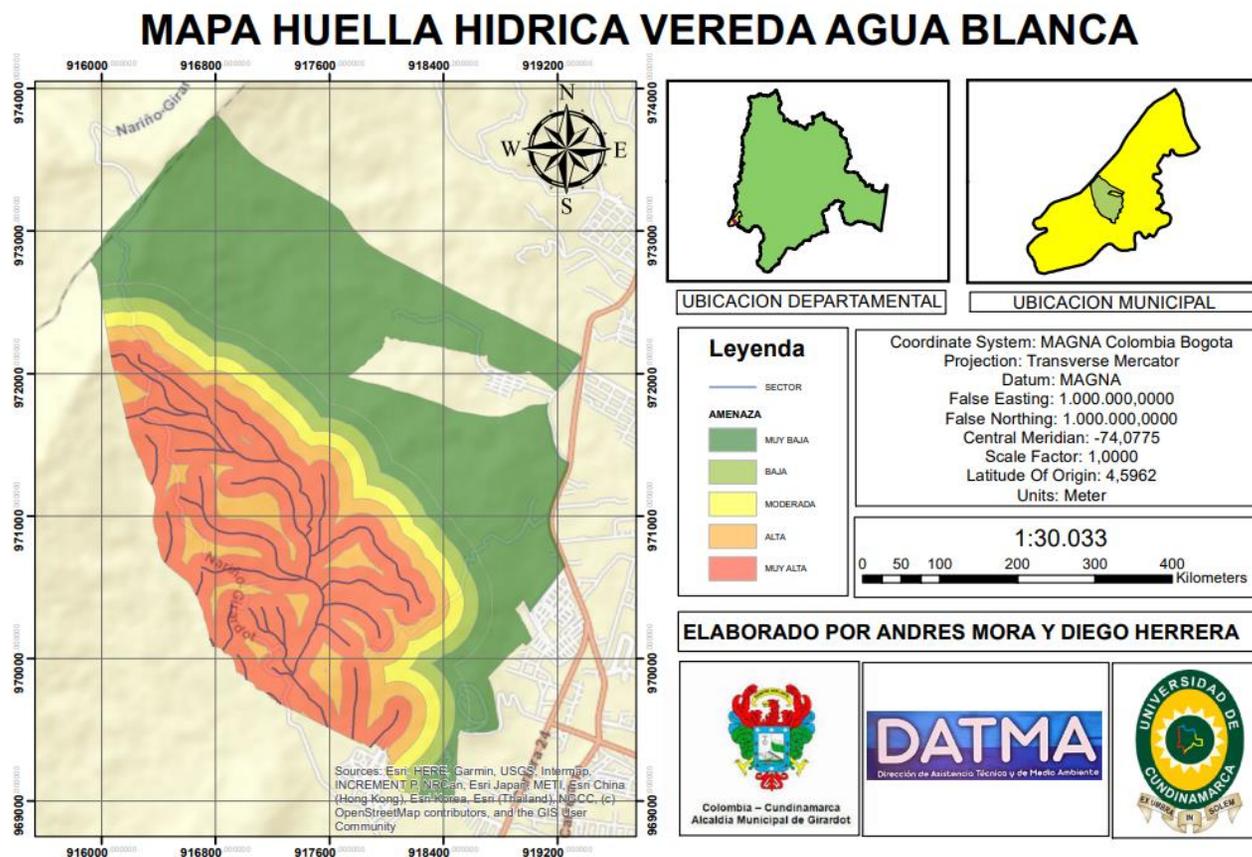
*Figura 14. Mapa litología vereda Agua Blanca  
 Fuente. propia*

Según lo observado en el mapa de pendientes se puede evidenciar que la zona de estudio cuenta con una alta tasa de variación de pendientes, esto significa que en la mayoría de la zona de estudio existen trayectos que no permiten el estancamiento del agua, por el contrario, permiten el desplazamiento del agua. En la zona de estudio específicamente en el occidente del casco urbano se identifica que la categoría de pendientes corresponde a muy altas.



*Figura 15. Mapa Inundación vereda Agua Blanca  
Fuente. Propia*

A partir de la Figura 15 se evidencia que la categoría de amenaza es demasiado baja, esto como consecuencia de que en la zona de estudio la precipitación aproximada está en un rango de <1000 mm anualmente.



*Figura 16. Mapa Inundación vereda Agua Blanca  
 Fuente. Propia*

En base a lo observado en la Figura 16 correspondiente al mapa de huella hídrica de la vereda Agua Blanca se puede determinar que la zona con mayor amenaza de presentar crecidas torrenciales es la denominada “muy alta” demarcada de color rojo, correspondiente al sector suroccidental de la quebrada Agua Blanca.

# MAPA AMENAZA INUNDACION VEREDA AGUA BLANCA

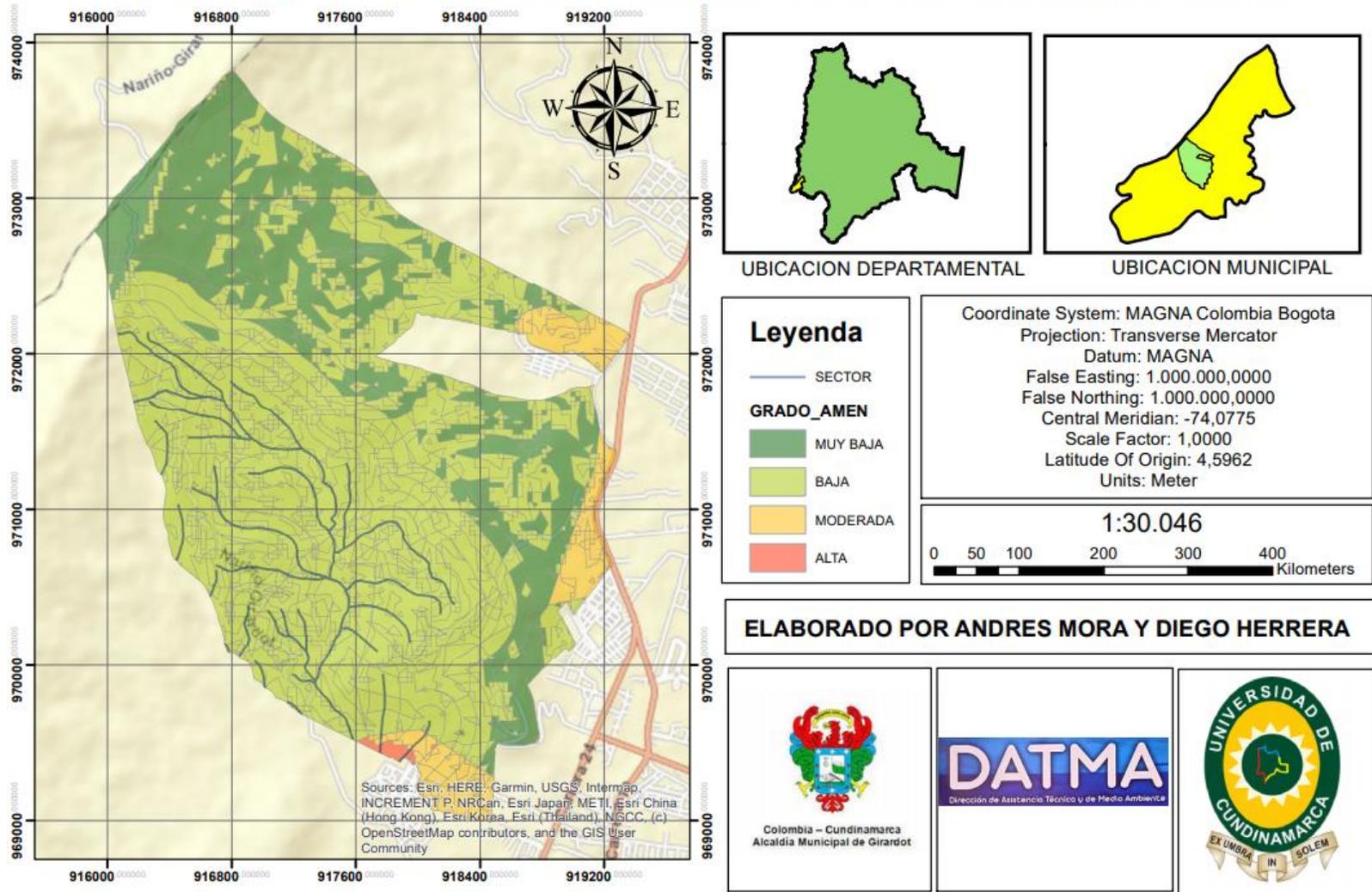


Figura 17. Mapa Inundación vereda Agua Blanca  
 Fuente. Propia

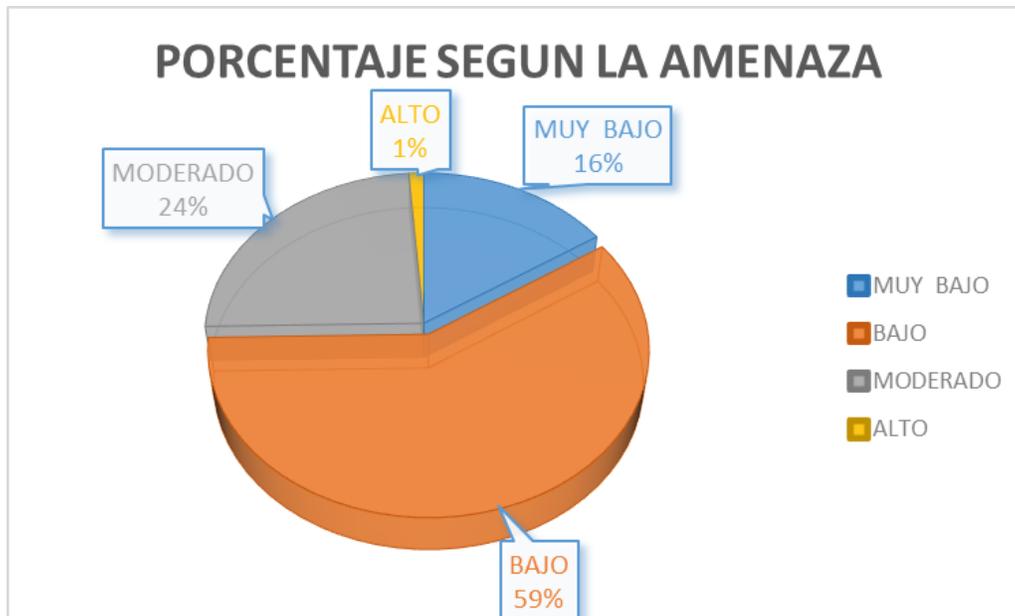


Figura 18. Porcentaje riesgo de amenaza por inundación vereda Agua Blanca  
Fuente. Propia

La Figura 18 corresponde al mapa de amenaza por inundación, en él se evidencia que la zona con alto riesgo de sufrir una inundación corresponde al 1% de la vereda Agua Blanca y se encuentra ubicada al sur de esta, en el margen del barrio villa del Carmen al occidente del municipio de Girardot.

### Conclusiones

Gracias al análisis morfométrico y las ecuaciones hidrológicas implementadas junto con el software ArcMap se determina que la quebrada Agua Blanca se categoriza como “SECTOR” debido a que su área es de 7,32 km, así mismo se determina que posee un perímetro de 14,6 km, un largo y ancho máximo de 5,9 y 2 km respectivamente.

En cuanto a los parámetros para definir su forma, el índice de compacidad arrojó un resultado de 1,51 lo cual señala que la forma del sector es oval oblonga a rectangular oblonga, así mismo el factor de forma obtuvo un resultado de 0,20 lo que significa que el sector Agua Blanca tiende a ser alargado, con baja susceptibilidad a avenidas torrenciales. El índice de alargamiento fue de

2,88 confirmando así la forma alargada del quebrada, y por último el índice asimétrico dio un resultado de 2,3 lo que determino que el cauce principal del sector se encuentra recargado hacia la vertiente del lado derecho.

Con relación a la red de drenaje, se definió que el caudal es de tipo intermitente, así mismo se clasifíco como una red de tipo meandrico irregular junto con sus drenajes los cuales se denominaron de tipo dendritico debido a la forma de sus ramificaciones, esto gracias a la observación de la red realizada en el software ArcMap junto con apoyo bibliográfico referenciado.

El DATMA actualmente realiza campañas para la preservación de las zonas de especial interés como lo es la vereda y a su vez otras como la concientización ciudadana sobre residuos sólidos esto con el fin de mitigar la mala disposición, que podrían llegar a la quebrada y alterar sus características perjudicando a los habitantes que se abastecen de ella, además la realización de eco-turismo, vigilancia ante la deforestación y agricultura extensiva. También se adelantan visitas para la urbanización ilegal en el área del bosque seco tropical el cual se considera una reserva forestal y no es permitida su urbanización basándose en el acuerdo 024 de 2011 (POT del municipio).

Por último, con base a la información sintetizada y el análisis morfométrico elaborado se concluye que el riesgo por susceptibilidad de crecidas torrenciales en la vereda agua blanca es del 59% en un nivel bajo, pero el 1% referente al riesgo alto pertenece al sector occidental del casco urbano, por lo cual en épocas de lluvia se pueden presentar inundaciones espontaneas. Como recomendación se requiere implementar un modelo hidráulico de inundación a partir de la solución de las ecuaciones Saint-Venant, que por razones de tiempo y recursos no se pudo

realizar su ejecución y así mismo se debe realizar el análisis estadístico de los datos de precipitación de la zona de estudio.

### **Bibliografía**

- Caracterización De La Cuenca Del Río Coello. Plan De Ordenamiento Y Manejo De La Cuenca Del Rio Coello Corporación Autónoma Regional Del Tolima. 2017*
- Caracterización De La Cuenca Del Río La Vieja. Plan De Ordenamiento Y Manejo De La Cuenca Del Rio La Vieja Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca. 2017*
- Sistema de gestión ambiental municipal (SIGAM) Girardot (2016 – 2026). Obtenido de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20Municipal%202016.pdf>*
- Pérez, J. F. A. G. (2015). Caracterización de los residuos sólidos ordinarios presentes en el área de interés paisajístico Alonso Vera (Girardot, Cundinamarca) y sus posibles implicaciones ambientales. Revista Luna Azul, (40), 213-223.*
- Acuerdo Número 029 de 2000. “Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Girardot”. Alcaldía especial de Girardot - Plan de Ordenamiento Territorial normas integrales. Girardot, Colombia.*
- Forero, S. J. P., & Flores, S. C. S. Zonas de reserva forestal en Girardot.*
- Meza Aliaga, Mónica, Rodríguez Valdivia, Alan, Corvacho Ganahín, Oscar, & Tapia Tosetti, Alejandro. (2014). ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE MICROCUENCAS AFECTADAS POR FLUJOS DE DETRITOS BAJO PRECIPITACIÓN INTENSA EN LA QUEBRADA*

DE CAMIÑA, NORTE GRANDE DE CHILE. *Diálogo andino*, (44), 15-24.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812014000200003>

Montserrat J. (1985). *Forma de una cuenca de drenaje Análisis de las variables morfológicas que nos la definen*. *Revista de Geografía* vol. XIX. Barcelona. pp. 41-68.

Trujillo, A., Barroso, F., & Escobar, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfológica de cuencas hidrográficas*. Colombia: Universidad del Valle. Retrieved October 2, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1rfsqf5>

Campbell, S., Philips, J., Turkington, A., 2004. *Weathering and landscape evolution; Proceedings of the 35th Binghampton Symposium in Geomorphology*. 168 p.

INGARAMO, O.E.1; PAZ FERREIRO, J.2; MIRÁS AVALOS, J.M.2 & VIDAL VÁZQUEZ, E.2. (2007). *Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo*. Coruña. 2007. Vol. 32, pp. 127 – 137

*Bosques secos tropicales en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt. (2014). Obtenido de

<http://www.humboldt.org.co/en/research/projects/developing-projects/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

Acuerdo Número 024 de 2011. “Por el cual se adopta la modificación del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Girardot”. Alcaldía especial de Girardot - Plan de Ordenamiento Territorial normas integrales. Girardot, Colombia.