

MODELACIÓN HIDROLÓGICA EN LA CUENCA MEDIA DEL CAÑO VANGUARDIA EN  
VILLAVICENCIO-META



CHRISTIAN CAMILO MOSQUERA SALCEDO  
MARY ALEJANDRA RODRIGUEZ MORENO



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO

2019

MODELACIÓN HIDROLÓGICA EN LA CUENCA MEDIA DEL CAÑO VANGUARDIA EN  
VILLAVICENCIO-META

CHRISTIAN CAMILO MOSQUERA SALCEDO

MARY ALEJANDRA RODRIGUEZ MORENO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros Ambientales

Director.

LEIDY JOHANNA ARBOLEDA MONTES

Geóloga

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO

2019

**Autoridades Académicas**

**P. Juan Ubaldo LÓPEZ SALAMANCA, O.P.**

Rector General

**P. Mauricio Antonio CORTES GALLEGO, O.P.**

Vicerrector Académico General

**P. José Arturo RESTREPO RESTREPO, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Adm. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN**

Secretaria de División Sede Villavicencio

**Ing. YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

## **Agradecimientos**

Agradecemos primero que todo a Dios que nos guio a lo largo de la carrera, a nuestros familiares quienes nos apoyaron en este proceso de educación y formación como profesionales, a la universidad Santo Tomas Villavicencio por el apoyo y las enseñanzas recibidas por parte de los docentes, en especial a la Geóloga, profesora y directora de nuestro proyecto de grado, Leydy Johanna Arboleda Montes quien nos guio y apoyó con mucho positivismo y paciencia, también extendemos un gran agradecimiento al personal del Bioparque los Ocarros quienes nos brindaron entrada y facilidades para el desarrollo del proyecto en especial a la Doctora, veterinaria y zootecnista Enid Chacón Saavedra quien fue nuestra co-directora en la pasantía e hizo gran parte en el desarrollo de esta. Agradecemos también a nuestro guía y acompañante a lo largo de las tomas de datos Marlon Contreras, quien dedico su tiempo para recorrer con nosotros el rio 2 veces a la semana, y finalmente a nuestra decana Yessica Natalia Mosquera quien ha hecho tanto por la facultad y la ha sacado adelante con su esfuerzo, trabajo y dedicación.

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
1. Resumen .....	11
2. Abstract.....	13
3. Introducción.....	15
4. Planteamiento del problema .....	16
4.1. Descripción del problema.....	16
4.2. Formulación en torno al problema .....	17
5. Objetivos.....	18
5.1. Objetivo general .....	18
5.2. Objetivos específicos.....	18
6. Justificación .....	19
7. Alcance al proyecto .....	21
8. Antecedentes.....	22
9. Marco de referencia .....	25
9.1. Marco teórico .....	25
9.2. Marco conceptual .....	26
9.3. Marco Legal .....	27
10. Metodología .....	29
10.1. Fase I. Obtención de información.....	29
10.2. Obtención de información secundaria .....	29
10.3. Obtención de información primaria.....	29

10.4.	Recolección de datos .....	30
10.5.	Curvas IDF.....	31
10.6.	Fase II: Obtención y generación de cartografía base .....	32
10.7.	Obtención de imágenes satelitales.....	32
10.8.	Digitalización y procesamiento de imágenes satelitales.....	32
10.9.	Generación de mapas base.....	32
10.10.	Fase III: Procesamiento y análisis de datos.....	33
10.11.	Digitalización y procesamiento de datos .....	33
10.12.	Análisis de resultados y planteamiento de recomendaciones de gestión de Riesgos.....	34
11.	Resultados .....	35
11.1.	Obtención de información .....	35
11.2.	Análisis de variables.....	38
11.3.	Geometría del terreno .....	42
11.4.	Procesamiento de información y datos obtenidos .....	44
11.5.	Ejecución de ARC-GIS Y HEC-GEORAS .....	46
11.6.	Curvas IDF.....	47
11.7.	Histogramas .....	48
11.8.	Implementación del HEC-HMS .....	48
12.	Conclusiones.....	59
13.	Bibliografía .....	60
14.	Anexos .....	63

**Lista de figuras**

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Ubicación de la zona de estudio, por Mosquera; Rodríguez 2018. ....	21
<i>Figura 2.</i> Toma de datos batimétricos en la zona de estudio.....	30
<i>Figura 3.</i> Esquema del levantamiento de una de las secciones transversales del Caño Vanguardia.....	30
<i>Figura 4.</i> Procesamiento en ArcGis.....	33
<i>Figura 5.</i> Sección transversal en el programa HEC-RAS .....	34
<i>Figura 6.</i> Zona de control en la cuenca del Caño Vanguardia en el programa HEC-HMS. ....	34
<b>Figura 7.</b> Comparación de forma y tipo de cuenca. ....	35
<i>Figura 8.</i> Área y perímetro de la cuenca media del Caño Vanguardia.....	36
<i>Figura 9.</i> Forma de la cuenca según el índice de Gravelius. ....	36
<i>Figura 10.</i> DEM de la cuenca media del Caño Vanguardia. ....	42
<i>Figura 11.</i> TIN (Triangulated Irregular Network) erróneo de la cuenca Vanguardia. ....	42
<i>Figura 12.</i> Curvas de nivel de Villavicencio-Meta .....	43
<i>Figura 13.</i> Curvas de nivel y puntos tomados por GPS, para la topografía del terreno.....	43
<i>Figura 14.</i> TIN final de la Cuenca Vanguardia, adoptado por ArcGis. ....	43
<i>Figura 15.</i> Relieve 3D de la zona de estudio, obtenida por Arcscene. ....	44
<i>Figura 16.</i> Fotografías del cambio en el terreno en el transcurso del tiempo. ....	45
<i>Figura 17.</i> Fotografías de sedimentación en la zona de estudio.....	46
<i>Figura 18.</i> Secciones transversales generada en el programa HEC-GEORAS .....	46
<i>Figura 19.</i> Herramienta HEC-GEORAS. ....	47
<i>Figura 20.</i> Histogramas a partir de las curvas IDF de la Estación Vanguardia.....	48
<i>Figura 21.</i> Proceso de ArcGis, delimitación y definición de la cuenca del caño Vanguardia. ....	49
<i>Figura 22.</i> Perfil y zona de control dentro del programa HEC-HMS. ....	50
<i>Figura 23.</i> Resumen global de resultados.....	50
<i>Figura 24.</i> Hidrograma de crecida, de la zona de estudio. ....	51
<i>Figura 25.</i> Resumen de resultados del punto de control. ....	51
<i>Figura 26.</i> Caño Vanguardia con sus respectivas secciones transversales en HEC-RAS.....	52

*Figura 27.* Coeficiente de Manning..... 53

*Figura 28.* Datos de caudales a lo largo del tiempo. .... 53

*Figura 29.* Flujo en sección transversal, programa HEC-RAS. .... 54

*Figura 30.* Mapa de zona de inundación de la cuenca media del Caño Vanguardia..... 55

*Figura 31.* Zona de exclusas en el Bioparque los Ocarros..... 57

*Figura 32.* Fotografías de sustentación en el Bioparque los Ocarros. .... 58

**Lista de gráficos**

	<b>Pág.</b>
<i>Grafico 1.</i> Valores de velocidad entre el mes de febrero y junio. ....	39
<i>Grafico 2.</i> Rango de velocidades de cada punto del tramo de estudio. ....	40
<i>Grafico 3.</i> Valores de tiempo de infiltración entre el mes de febrero y junio. ....	41
<i>Grafico 4.</i> Valores de temperatura en el lapso de tiempo entre febrero y junio. ....	41
<i>Grafico 5.</i> Curvas IDF, estación Vanguardia.....	47

**Lista de Anexos**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Delimitación de la cuenca del Caño Vanguardia. ....	63
Anexo 2. Mapa de alturas de la cuenca del Caño Vanguardia.....	64
Anexo 3. Mapa del Bioparque los Ocarros .....	65
Anexo 4. Zona de inundación de la cuenca media del Caño Vanguardia.....	66
Anexo 5. Datos obtenidos en campo.....	67
Anexo 6. Datos de Velocidades y profundidades. ....	69
Anexo 7. Datos obtenidos del IDEAM.....	75
Anexo 8. Imágenes obtenidas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. ....	77
Anexo 9. Áreas calculadas en cada punto tomado en el tramo de estudio. ....	80
Anexo 10. Caudales tomados en cada punto del tramo de estudio. ....	81

## 1. Resumen

El Caño Vanguardia es un cuerpo hídrico de gran importancia para la zona, ya que suministra agua a la comunidad de la parte alta de la Vereda Vanguardia, Cementerio Jardines del Llano y Bioparque los Ocarros, también se ha convertido en epicentro de una serie de inundaciones que afectan a fincas aledañas y en gran parte al Bioparque; provocando cierres de algunos sectores, impactando así su actividad económica según afirmaciones suministradas directamente por la directora de Unidad de educación del Bioparque los Ocarros Enid chacón.

Por tal motivo el proyecto realizó una modelación hidrológica de la cuenca media del Caño Vanguardia usando los software HEC-RAS y HEC-HMS, para esto se situaron 6 puntos a lo largo de la cuenca donde se tomó datos hidrológicos a lo largo de 5 meses, desde el mes de Febrero a Junio, consecutivamente se realizó un levantamiento de información batimétrica que se usó para diseñar la geometría del canal junto con información topográfica y curvas de nivel obtenidas de entidades correspondientes como el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi); mediante el programa ARCGIS se realizó un análisis de variables como temperatura, tiempo de infiltración y precipitación, esta última variable cabe aclarar que se obtuvo por medio del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología), Estudios Ambientales y la estación del aeropuerto.

Por medio del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) se obtuvieron fotos aéreas las cuales sirvieron para analizar el cambio de la zona y las alteraciones que se han dado a través del tiempo, luego se usaron los datos de caudal, la morfología de la cuenca y las precipitaciones para generar las modelaciones tanto en HEC-RAS y HEC-HMS, posteriormente se generó un TIN (Triangulated Irregular Network) y un mapa de inundaciones para el sector. Como resultados se pudo observar que la precipitación es de 164,29 mm y esto causa que se genere mayor cantidad de agua entrando al cuerpo hídrico pero pocas perdidas con valores de 129,82 mm como se pudo observar en los resultados generado por el programa HEC-HMS, por otro lado, se determinó el área de inundación mediante el uso del programa HEC-RAS y se pudo determinar que la zona es propensa a inundaciones las cuales afectan fincas aledañas al sector y al Bioparque los Ocarros

El proyecto finalizó generando recomendaciones para la gestión y control de riesgos en la zona y en especial al Bioparque los Ocarros, se tomó en cuenta las modelaciones, y además las variables

adicionales que se estudiaron para ver el comportamiento de la cuenca; la pasantía se concluyó con una socialización de los resultados obtenidos a los directivos y personal de los Ocarros.

**Palabras claves:** Modelación hidrológica, riesgos, diagnostico, Bioparque los Ocarros, inundación.

## 2. Abstract

The Caño Vanguardia is a water body of great importance for the area, since it supplies water to the community of the upper part of the Vanguardia sidewalk, Cemetery Jardines del Llano and Bioparque los Ocarros, has also become the epicenter of a series of floods affecting nearby farms and largely the Bioparque the Ocarros; causing closures of some sectors, thus impacting its economic activity according to statements supplied directly by the director of the Education Unit of the Bioparque the Ocarros Enid Chacón.

For this reason the project carried out a hydrological modelling of the middle basin of the Caño Vanguardia using the software HEC-RAS and HEC-HMS, for this were located 6 points along the basin where hydrological data were taken over 5 months, from February to June, consecutive survey of bathymetric information was carried out which was used to design the geometry of the channel together with topographic information and level curves obtained from corresponding entities such as IGAC (Agustín Codazzi Geographical Institute); through the ARCGIS program was carried out an analysis of variables such as temperature, time of infiltration and precipitation, this last variable can be clarified that it was obtained through the IDEAM (Institute of Hydrology, Meteorology), Environmental Studies and the airport station.

Through the IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) aerial photos were obtained which were used to analyze the change of the zone and the alterations that have occurred over the time, then they were used the flow data, the morphology of the basin and the precipitation to generate the modelling in both HEC-RAS and HEC-HMS, subsequently generated a TIN (Triangulated Irregular Network) and a flood map for the sector. As a result it was observed that the precipitation is 164,29 mm and this causes more water to be generated entering the water body but few losses with values of 129,82 mm as seen in the results generated by the HEC-HMS on the other hand, the flood area was determined by using the HEC-RAS and was able to determine that the area is prone to floods which affect farms adjacent to the sector and to the Bioparque the Ocarros.

The project ended up generating recommendations for the management and control of risks in the area and especially the Bioparque the Ocarros, the models were taken into account, as well as the

additional variables that were studied to see the behavior of the basin; the internship ended with a socialization of the results obtained to the managers and staff of the Ocarros.

**Key words:** hydrological Modeling, risks, I diagnose, Bioparque the Ocarros, flood.

### 3. Introducción

Debido a la importancia de las unidades de conservación declaradas como reservas forestales protectoras, tiene como propósito de preservar y conservar áreas de valor estratégico, tanto por los servicios ambientales que prestan como por su interés a nivel paisajístico, cultural o histórico; es así como la Reserva Forestal Protectora Vanguardia corresponden a una categoría de manejo de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Ambiente; siendo una zona con un alto porcentaje de precipitación, y cuenta con cuerpos hídricos donde se encuentra los caños Vanguardia, Pozo Azul, y quebrada Vanguardiuna, los cuales sirven como suministro de agua a cerca de 5000 habitantes en la zona rural del municipio. (Nacional, Gobierno, 2014).

El Bioparque los Ocarros, es uno de los sitios turísticos más emblemáticos de Villavicencio, pero se ha visto afectado en diversas ocasiones a causa de inundaciones que se han presentado en los asentamientos aledaños al Caño Vanguardia, debido a las fuertes precipitaciones, a partir de ello se ha decidido realizar un estudio del área, analizando los posibles meses en donde puedan ocurrir y presentar niveles máximos de precipitación, donde provoque inundaciones, y así poder observar el comportamiento del caño, la variación de caudales a través del tiempo, y de esta manera generar estrategias de control de riesgo en las comunidades aledañas y en el Bioparque los Ocarros. (Cormacarena, 2005)

La medición de caudales es la parte fundamental del presente estudio, porque depende de factores, como el aumento de caudales y la geomorfología de la zona, en donde se verá afectada la inundación, donde a partir de ello se compararon con los datos de precipitación generadas en cierto tiempo, determinando si el caudal fluctúa según las épocas del año y las condiciones meteorológicas. (Monsalve, 2015).

El aspecto social, es de gran importancia, ya que a partir de los mapas de inundación se logran generar medidas de control y prevención dentro del Bioparque y zonas aledañas; donde de alguna u otra manera la autoridad competente debe tomar medida al respecto, cuidar el bien personal, ya que se cuenta con uno de los sitios turísticos más importantes y emblemáticos de la región.

## 4. Planteamiento del problema

### 4.1. Descripción del problema

La Reserva Vanguardia se ha consolidado a través del tiempo como una zona dedicada a la conservación, manejo especial de biodiversidad y los recursos naturales, siendo uno de los más importantes el recurso hídrico, a partir de ello la Reserva cuenta con cuatro cauces, dentro de los cuales se encuentra el Caño Vanguardia; el cual es de gran importancia porque suministra agua a la Comunidad de la Vereda Vanguardia, Jardines del Llano y el Bioparque los Ocarros. (Cormacarena, 2005).

Pero por ser una reserva forestal protectora tiene varios problemas ya que esta permite algunas actividades que están dentro de la normatividad como actividades recreativas las cuales, en compañía del uso agropecuario, ganadero y de la extracción de madera que tradicionalmente ha existido en estas zonas han generado diferentes problemáticas como el cambio en el comportamiento de los cuerpos hídricos. (Cormacarena, 2005).

Uno de los cuerpos hídricos afectado es el Caño Vanguardia, que alimenta al Bioparque los Ocarros, allí se han generado ciertas problemáticas mencionadas anteriormente por la falta de información y desconocimiento por parte de las zonas aledañas, donde se observa cómo a través del tiempo, el comportamiento del cauce y el balance hídrico han presentado ciertas variaciones respecto a caudales y aumento en la sedimentación, causando finalmente impactos como: inundaciones, agua con alta cantidad de sedimentos, la cual es inadecuada para las actividades que se llevan a cabo dentro de las instalaciones, donde se puedan presentar enfermedades a la fauna y deterioro en la planta potabilizadora. (Gomez Thania, 2016).

El presente proyecto, directamente se dirige a la población aledaña al Caño Vanguardia, al Bioparque los Ocarros, con el fin de determinar las posibles zonas de inundación al cabo de 5 meses en los cuales se desarrolló el estudio, donde permita generar estrategias de mitigación y control de riesgo.

#### **4.2. Formulación en torno al problema**

¿Cuál es la variación de los caudales generados en un tramo de estudio de la cuenca del Caño vanguardia que es propenso a inundaciones, teniendo en cuenta las variables que afectan o alteran los caudales?

## 5. Objetivos

### 5.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento de los caudales de un tramo de estudio de la cuenca del Caño Vanguardia teniendo en cuenta los parámetros obtenidos en campo, mediante la utilización de softwares que permitan realizar una modelación, con la finalidad de proponer estrategias de mitigación y control de riesgos en el Bioparque los Ocarros.

### 5.2. Objetivos específicos

- Analizar los parámetros hidrológicos del tramo de estudio en la cuenca del caño Vanguardia, con el fin de ser usados en el modelado hidrológico.
- Modelar el tramo de estudio usando las variables que aportan o afectan la generación de los caudales mediante los softwares HEC-HMS y HEC-RAS con el fin de estimar áreas de inundación.
- Proponer estrategias de mitigación y control del riesgo dentro del Bioparque Los Ocarros Villavicencio-Meta teniendo en cuenta los resultados de la modelación realizada.

## 6. Justificación

Los desastres naturales son situaciones que retienen el desarrollo social urbano, que incluyen daños o pérdidas sociales, económicas, ambientales, la necesidad de ayuda inmediata a la población afectada y pérdidas que al no ser controladas afectan directamente a las poblaciones más vulnerables, cuyos asentamientos se ubican en zonas de alto riesgo sin tener en cuenta que estas son zonas inundables y pertenecen a las riberas de los ríos. Este fenómeno de las inundaciones ha traído consecuencias al Bioparque los Ocarros, hace unos años se presentó en el lugar, una inundación de alta magnitud según lo informa la Coordinadora del parque Enid Chacón Saavedra, donde se puso en riesgo la vida de los animales, y de la comunidad aledaña, Debido a esto es importante realizar estudios a partir de modelos hidrológicos, donde se identifiquen las posibles zonas de inundaciones, con el fin de determinar unas posibles estrategias de mitigación y control de riesgos.

Villavicencio es un municipio que cuenta con un componente hídrico de gran importancia ambiental ya que está compuesto por ríos, caños, quebradas y corrientes que cruzan el territorio, y ofrecen un conjunto de servicios ambientales tanto para la comunidad como para el ambiente, (Zuluaga, 2015). A pesar de estas condiciones son muy pocos los estudios relacionados con balance hídrico dentro de la zona; por lo cual la importancia de un estudio es de vital importancia, esto debido a que el Caño Vanguardia es el afluente que alimenta el Bioparque los Ocarros y se caracteriza por ser un lugar importante para el turismo de la ciudad, además tiene como objetivo respaldar la conservación de la Fauna nativa de los Llanos (Castro, 2017) (Dacunha, 2010), El estudio ayudará a ampliar la información referente al recurso hídrico en Villavicencio y su comportamiento a la hora de tener un aprovechamiento para una actividad antrópica como lo es el turismo. (Cormacarena, 2005).

De esta manera la importancia de realizar un modelo hidrológico es poder analizar la cantidad y calidad de agua del Caño Vanguardia, donde básicamente se basa en procesos dinámicos espaciales, y además se observa que a través de crecimiento tecnológico y con ayuda de softwares donde se pueda simular un evento, nos permite una modelación más detallada, donde a partir de almacenamiento, procesamiento, análisis y manipulación de datos, se logra obtener mapas donde

nos permita observar el comportamiento hidrológico, y obtener un balance hídrico. (Martinez, 2008)

Según la Formulación participativa del plan de manejo de las reservas forestales protectoras “Cerro Vanguardia y Caño Vanguardia” se establece la zona de conservación, donde su objetivo principal es el mantenimiento permanente de la vegetación nativa y la fauna silvestre, así como la recuperación o el enriquecimiento de las poblaciones de plantas y vertebrados. De igual forma, es posible desarrollar en forma complementaria actividades dirigidas a la investigación de los recursos naturales, el manejo de la fauna y la flora, la extracción de productos no maderables, la educación e interpretación ambiental y la recreación pasiva. (Cormacarena, 2005).

La gestión social es uno de los principales actores, ya que, a partir de las entidades correspondientes, se pueden tomar medidas y proponer estrategias de prevención, mitigación y control de riesgos en las zonas más vulnerables, esto con el fin de prevenir algún suceso extremo en un futuro.

### 7. Alcance al proyecto

El presente proyecto se llevó a cabo en la cuenca media del Caño Vanguardia, ubicado en la Reserva Vanguardia, en el Municipio de Villavicencio, el cuerpo hídrico es la fuente abastecedora de agua a la comunidad de la vereda Vanguardia, Bioparque los Ocarros y Cementerio Jardines del Llano y donde habitan aproximadamente 5000 personas, con el fin de poder conocer el comportamiento hidrológico del mismo, y así poder determinar las áreas de inundación que afectan directamente la zona, de esta manera proponer estrategias de mitigación y control de riesgos para la respectiva comunidad, y más aún del Bioparque los Ocarros que es un lugar con frecuente circulación de personal.

El proyecto tuvo una duración de 6 meses desde febrero hasta el mes de julio aproximadamente, durante cinco de estos meses se desarrollaron 2 jornadas de medición de datos por semana, para alimenta el modelo hidrológico.

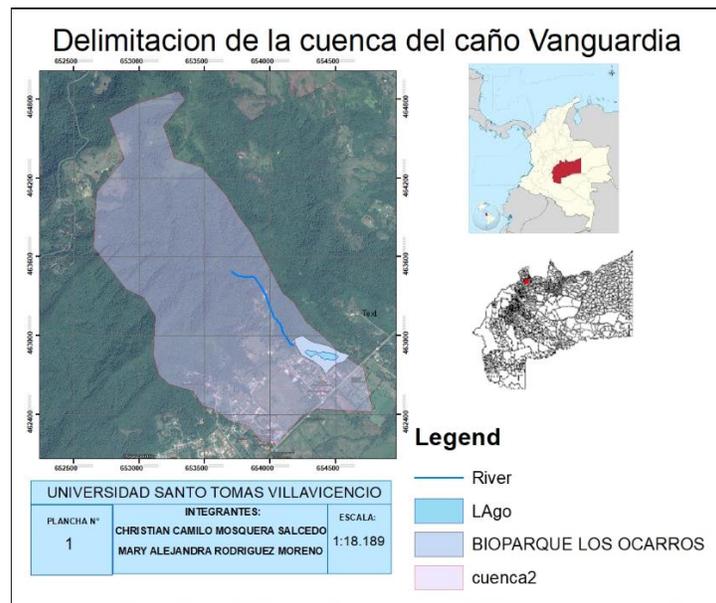


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, por Mosquera; Rodríguez 2018.

## 8. Antecedentes

Colombia en los últimos años ha presentado emergencias por inundación y deslizamientos en las zonas cercanas a cuerpos de aguas (ríos, quebradas, caños). Condición que se da por el deterioro sufrido en estos espacios con el desarrollo urbano de las ciudades. Desarrollo que se ha producido de manera acelerada, sin control y sin planeación. (García, 2014).

En el año 2011 se realizó un estudio en cuencas montañosas de la Región oriental de Cuba, en la cuenca “Las coloradas”, obteniendo experiencias en los métodos de cálculo de mejor aplicación, y los valores que alcanzan sus parámetros considerando las particularidades físico-geográficas y climáticas de las cuencas montañosas orientales, y sobre todo el estado de la información hidrometeorológicas en las mismas. (Rafael, 2011). La particularización del estudio se relaciona con el hecho de que, para el análisis de la recurrencia de las crecidas que se han presentado en la cuenca fluvial, se consideraron las características del régimen pluviométrico y térmico que registre el clima, por otro lado se tuvieron en cuenta las características morfométricas (altura, forma, pendiente media, superficie, etc.), el desarrollo del sistema de drenaje (densidad, frecuencia, jerarquía de la red hídrica), y la capacidad de retención hídrica de la cuenca en relación con tipos y usos del suelo, el tipo y distribución de la vegetación, tiempo de concentración, y el volumen de los caudales. (Rafael, 2011). Para ello empleó el modelo hidrológico Hec-Hms (Hydrologic Modeling System), con el fin de simular procesos de precipitación y escurrimiento, realizando cálculo de hidrogramas; para así estimar durante qué periodo específico ocurre fuertes precipitaciones en la cuenca, y en qué zonas puede afectar de manera directa la población.

La problemática asociada a las inundaciones es compleja ya que implica la intervención de múltiples factores, entre los que destacan los relacionados con la fisiografía y morfología de la cuenca de drenaje, así como la respuesta hídrica a las características climáticas de la región. (Cartaya, 2016). La identificación en campo de los sectores inundables anualmente requiere de tener alguna orientación previa a su ejecución, más aún si se trata de zonas muy intervenidas donde las evidencias físicas son borradas por la acción del hombre. Es aquí donde cobra importancia la simulación hidráulica mediante el uso de software especializados y los Sistema de Información Geográfica. Estos facilitan el manejo de la data espacial y su representación, brindando una visión más integrada y detallada de la región en estudio. También permiten representar la información

generada por la corrida de modelos matemáticos en forma de mapas, lo cual constituye un soporte importante para el trabajo en Hidrología y Geomorfología, es así como en el Río Pescadillo en Ecuador, se realizó una simulación hidráulica en el programa HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – Geospatial River Analysis System), con el fin de levantar la geometría del canal con la extensión HEC-Geo-RAS (Hydrological Engineering Center – Geospatial River Analysis System), donde los datos geométricos se extrajeron de un TIN (Triangular Irregular Network), obtenido de un modelo de elevación digital. En la simulación hidráulica se trazaron 28 secciones transversales separadas a 800 metros, un caudal simulado de  $61,4 \text{ m}^3/\text{seg}$ , y una pendiente aguas debajo de 0.0025. Resultó que la posible área a ser afectada abarca  $18.72 \text{ Km}^2$ . Las manchas simuladas de inundaciones anuales del río brindan información sobre la ubicación de las zonas de desbordamiento y los posibles terrenos agrícolas que están en riesgo ante crecidas en un segmento de la cuenca. (Cartaya, 2016).

En este proyecto se tuvo en cuenta el análisis del riesgo que se pudo originar a partir de las inundaciones, es el caso del canal el Virrey, y el canal Castellana en la Ciudad de Bogotá, en los que se han presentado problemas, en eventos de alta precipitación que traen como resultado problemas de desbordamiento, ya que su capacidad hidráulica se encuentra a tope tanto en aguas arriba, como el punto de conexión. Las inundaciones en los canales representan un grave problema en las temporadas de invierno, ya que generan pérdidas económicas en la infraestructura, problemas de comunicación y dificultades en el transporte en donde en el peor de los casos ponen en riesgo la vida de la población; a partir de ello se realizó un modelo hidráulico HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – Geospatial River Analysis System), en el cual se introdujeron datos geométricos mediante el levantamiento topográfico como caudal, condiciones de contorno, a partir de lo obtenido se realizó un análisis del coeficiente de Manning con el fin de obtener una reacción del fenómeno que se presenta en la confluencia y un análisis de inundación, donde finalmente se estableció la capacidad de los canales, y cuanto nivel de agua puede resistir en caso de presentarse eventos de precipitación máximos. (Diaz.J, 2017) .

Existen metodologías donde se pueden generar mapas de inundación y clasificar las zonas de amenaza, como es en el caso de estudio en la parte baja del Río Las Ceibas en Neiva, Huila, para la calibración de un modelo hidrológico HEC-HMS (Hydrologic Modeling System), se utilizaron tormentas registradas y tormentas sintéticas para la generación de eventos torrenciales, que fueron analizadas hidráulicamente utilizando la aplicación de flujo no permanente del modelo HEC-RAS

(Hydrological Engineering Center – Geospatial River Analysis System). La obtención de mapas de inundación se requiere considerar aspectos no solo hidrológicos sino, también topográficos y algunas veces económicos, en esta metodología propuesta los fenómenos hidrológicos se representan utilizando el modelo hidrológico, originalmente de tipo evento. (Rodríguez.E G. M., 2007).

De acuerdo a lo anterior la generación objetiva de mapas de inundación y zonas de amenaza a partir de información de precipitación, requiere la integración y el acople de modelos hidrológicos, hidráulicos, herramientas de información geográfica y análisis espacial, que aglutinen las características físicas de la cuenca y permitan realizar análisis confiables, a partir de ello se utilizó un DEM (Digital Elevation Model), se generó un mapa topológico de la cuenca en formato HMS, a partir de este modelo, los mapas de suelos y cobertura vegetal fue posible estimar los valores iniciales de los parámetros del modelo hidrológico, donde se obtuvo el alineamiento del cauce principal y las características de las bandas y secciones transversales como insumo para el modelo HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – Geospatial River Analysis System). Los resultados de la calibración y validación del modelo hidrológico HEC-HMS, muestran que es necesario tener dos conjuntos de parámetros diferentes para simular satisfactoriamente condiciones en el suelo. Lo anterior conlleva a una subestimación del volumen total de la hidrografía que en ningún caso excede el 10%. (Rodríguez.E G. M., 2007).

Hay fenómenos que afectan profundamente las ciudades, pero esta afectación no resulta únicamente de la ocurrencia del fenómeno, sino también de la alta vulnerabilidad en que la viven las comunidades en estos asentamientos. Algunas de las metodologías empleadas para realizar un análisis del riesgo, es comprometer a comunidades en la recolección de datos de una forma simple, económica y para su beneficio propio. Asimismo, para entender la extensión (espacial) de las inundaciones, promover la discusión, el intercambio de información confiable, el análisis y el apoyo en la promoción, la toma de decisiones y acciones, movilizar los recursos humanos y técnicos disponibles, donde de alguna u otra manera, la comunidad haga parte de la investigación, y donde tengan una responsabilidad personal de tomar sus propias decisiones de donde vivir y así poder decidir sobre la reducción de la exposición en el futuro. (Rodríguez.E, 2016).

## 9. Marco de referencia

### 9.1. Marco teórico

En los últimos años las crecidas extremas ocurren con mayor frecuencia y magnitud, en particular por algunos factores climatológicos y meteorológicos, lo que ha causado grandes inundaciones afectando de manera directa a la población. Por esta razón se han empleado distintos métodos, con el fin de estimar los daños que se puedan provocar en una zona determinada. Las entidades públicas como el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), permite recopilar datos de precipitación y algunos otros factores que se requieran, de igual manera existen plataformas satélites, con la capacidad de levantamiento topográfico, con el fin de introducirlos al software para modelar. (Rafael, 2011).

La modelación hidrológica se emplea de diferentes maneras, a partir de plataformas satélites o modelos matemáticos, en algunos ejemplos la mayor parte de los autores coinciden en el uso de varias herramientas, como lo son los modelos de elevación digital (DEM); empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la confección de mapas de zonas vulnerables de inundación, es así como la modelación se considera parte integrante de la gestión del riesgo por inundaciones, empleando modelos tanto para planeación y diseño.

Actualmente la disponibilidad de modelos digitales de elevación, permite el acoplamiento de modelos hidráulicos, para determinar la extensión de una inundación y los niveles máximos de agua, es allí donde se han empleado modelos hidrodinámicos unidimensionales y bidimensionales como lo son en 1D y 2D, que son ampliamente usados y dan resultados precisos, referentes a variables como variación de caudales. (Timbe Castro, 2011).

A partir de lo mencionado anteriormente, para modelar los datos obtenidos se crea una extensión del Hec-Hms, dando como resultados variables de precipitación, escurrimiento y tránsito de caudales, a través de este programa se puede obtener las pérdidas por medio de hidrogramas. (Criado, 2012).

Una de las metodologías importantes empleadas son las curvas IDF (Intensidad, duración y frecuencia), que se usan en ingeniería hidrológica para planteamiento, diseño y operación de los proyectos hidráulicos y obras de ingeniería para la protección contra avenidas máximas; son

importantes para el estudio ya que permite analizar distintos períodos de retorno y una duración dados las intensidades de lluvia en cualquier punto de la cuenca, donde se pueda presentar dicho fenómeno. (Perez J. A., 2017).

Para la generación de predicciones de inundaciones existe modelación mediante el software HEC-RAS, para delimitar la zona de afectación en los márgenes de los cauces o ríos para un evento de precipitación con un período de retorno determinado. Mencionado lo anterior tiene como fin construir a partir de las variables topográficas, demográficas, un perfil donde señale la vulnerabilidad de riesgo asociado a las inundaciones, donde afecte indirectamente o directamente la población aledaña. (Zuñiga, 2016).

## **9.2.Marco conceptual**

Para el estudio se requiere de diferentes escenarios que ayuden a interpretar la investigación, a partir de ello encontrar la modelación hidrológica, donde es una de las manifestaciones de la revolución científico-técnica contemporánea, generalizada en países desarrollados, de la tal manera que posibilitan solucionar los problemas de inundaciones cada vez más frecuentes, realizar diagnósticos y modelar escenarios futuros, aproximándose al sistema real. (Rafael, 2011).

El fenómeno de las inundaciones se define como un proceso natural en el régimen hidrológico de un río, en el que suceden periodos de aguas altas, con crecidas e inundaciones y periodos de aguas bajas. Por tanto la inundación exige la superación de los márgenes de río y la ocupación de espacios que habitualmente están secos, se pueden provocar de igual manera por la ocupación indiscriminada que hace el hombre, el incremento de la población, así como el desarrollo industrial que cada vez potencian más a que ocurra este tipo de fenómeno natural, donde se pueden presentar pérdidas humanas, lo que se denomina un riesgo ambiental. (Perez M. , 2013).

La gestión del riesgo implica la posibilidad que un peligro, ya sea antrópico o de origen natural, incida en una sociedad vulnerable, es decir, en una sociedad cuyas características sociales, económicas, geográficas, políticas, culturales e institucionales, le impiden absorber el impacto del peligro y recuperarse, la determinación de un riesgo que pueda ocurrir en el lugar de estudio a partir de ciertos factores condicionantes como son deslizamientos de laderas, movimientos en masa, acumulación de sedimentos. (Sepulveda & Patiño, 2016).

De esta manera surge una serie de metodologías que tienen como objetivo identificar el potencial de riesgo para la zona. Estas metodologías van desde aquellas que se quieren análisis de campo (medición de variables hidrológicas, precipitación, caudales), del mismo modo se procede a la utilización de software, que con cierta información tienen la capacidad de modelar e identificar zonas de riesgo. En las metodologías propuestas se identifican las zonas que tienen un alto grado de amenaza, que para el caso pueden ser deslizamientos e inundaciones. (Gonzales J. , 2009).

A partir del contexto anterior, este fenómeno se presenta en el Bioparque los Ocarros, en la ciudad de Villavicencio, Meta, lo que ha conllevado a generar pérdidas económicas, amenaza en cuanto a la desaparición de especies, donde no solo afecta esta zona, si no a la población de las zonas aledañas al Bioparque. Por consiguiente, se han desarrollado metodologías por medio del software HEC-RAS, HEC-HMS, y ARCGIS; con el fin de determinar las zonas de afectación, por medio de variables hidrológicas y meteorológicas, y donde alguna u otra manera podamos controlar por medio de aquellas estrategias de mitigación y control de riesgos.

### **9.3.Marco Legal**

Dentro de la normatividad que acoge Colombia encontramos uno de los decretos más importantes que es el decreto-ley 2011 de 1974 el cual se dicta el Código Nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, donde nos habla de Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. (Ambiente, Ministerio de Medio, 1974).

De igual manera, se establece en el artículo 31, el uso del agua para la preservación de la flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

A partir de la Normatividad competente debemos tener en cuenta la Gestión de Riesgos que debe tener; y que se considera importante en una entidad, por consiguiente, en su artículo 2 de la Ley 1523 de 2012, señala “la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano” y que en cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entendiéndose: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción. (Ambiente, Ministerio de medio, 2014)

Por consiguiente, el Bioparque los Ocarros se pueden generar riesgos en remoción en masa, deslizamientos, se empleó la ley 1523 de 2012, donde nos habla de las zonas expuestas a amenaza derivada de fenómenos naturales, socio naturales o antropogénicas no intencionales. (Ambiente, Ministerio de medio, 2014).

Tabla 1. Normatividad vigente utilizada en la investigación.

<b>Ley/ decreto</b>	<b>Descripción</b>
Decreto ley 2011 de 1974	Código de los recursos naturales renovables y protección al medio ambiente.
Constitución Política de Colombia -1991 Congreso de Colombia	Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
Decreto 1504 de 1998	Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial
ley 1523 de 2012	Zonas expuestas a amenaza derivada de fenómenos naturales, socio natural o antropogénicas no intencionales.
Decreto 2157 de 2017	Artículo 42. Elaboración de plan de gestión del riesgo de desastres en las entidades públicas y privadas.

Nota: \* Normatividad vigente empleada en el trabajo de grado, por. Mary Alejandra Rodríguez, 2018.

## **10. Metodología**

### **10.1. Fase I. Obtención de información**

La investigación que se realizó consta de la obtención de información de datos mediante observación y muestreo directamente de la zona de estudio sin ningún tipo de alteración por lo cual se enfoca en una investigación no experimental.

### **10.2. Obtención de información secundaria**

La primera fase del proyecto consto de obtención de información secundaria e imágenes satelitales en bases de datos geográficas, información investigativa y trabajos de grado de acceso gratuito, como Earth Explorer, SAS Planet, Scopus y bases de datos de la universidad Santo Tomas, esto con la finalidad de encontrar artículos que generaran información útil para ser usada dentro del proyecto como metodologías, hipótesis, datos importantes e implementación de software.

Además, se solicitó información de datos sobre la composición morfológica, geológica e hidrológica (precipitación, caudales máximos y medios, escorrentía, imágenes satelitales de la zona de estudio) a entidades como Cormacarena, IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y el IGAC (instituto geográfico Agustín Codazzi y Bioparque los Ocarros).

### **10.3. Obtención de información primaria**

Se realizaron, en primera instancia, visitas al Bioparque los Ocarros para identificar como se abastecen del recurso hídrico y el uso que se le da a este dentro de sus instalaciones, posteriormente y en compañía de un guía de la zona, se generaron los permisos para realizar visitas de reconocimiento, geo referenciando los puntos donde se tomaron las muestras de datos.

Dentro del proyecto se requirió realizar muestreo cada 250 m (metros), debido a que la longitud del tramo a estudiar es de aproximadamente de 1600 m (metros), en cada punto se realizaron secciones cada 20 cm (centímetros).

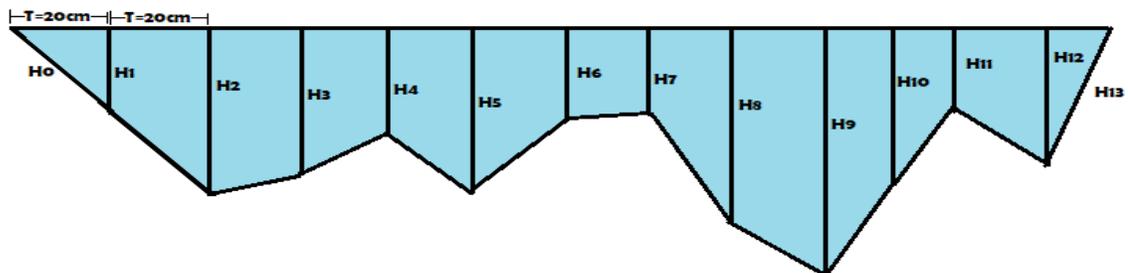
**10.4. Recolección de datos**

Se realizaron 36 visitas a campo para obtener datos morfológicos de la cuenca como profundidad y ancho del cauce a través de batimetrías en cada punto georeferenciado, para formar secciones transversales y dividiendo este corte cada 20 cm generando así unas áreas transversales.



*Figura 2.* Toma de datos batimétricos en la zona de estudio.

Se tomaron muestras con un molinete prestado por la Universidad Santo Tomas Villavicencio 2 veces a la semana en cada punto para determinar las velocidades de los caudales. Se determinaron las áreas a partir de la batimetría del sector tomando en cada sección puntos de profundidad a 20 cm de distancia.



*Figura 3.* Esquema del levantamiento de una de las secciones transversales del Caño Vanguardia.

El área será calculada de acuerdo a la formula d Cruz donde dice que el área total es igual a la sumatoria de todas las áreas pequeñas.

$$A_A = \sum A_i$$

(Cruz P. , 2013).

Se determinaron los caudales de acuerdo a la formula general de Cruz que dice que caudal es igual a velocidad media por el área, la velocidad media se va a obtener con el uso del molinete y el área se determinara mediante la toma de datos en las batimetrías:

$$Q = V * A \quad (1)$$

Dónde:

Q: Caudal (l/s)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección transversal del cauce

(Cruz P. , 2013).

### 10.5. Curvas IDF

Se construyeron las curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia) a partir de la estación Vanguardia donde se solicitaron datos de hasta 54 años (ver anexo) y se procedió a realizar los respectivos cálculos con el método de Gustavo Silva con las siguientes formulas:

$$\frac{P_{\text{máx en 1 hr}}}{P_{\text{máx en 24 hr}}} = 0.4$$

Donde:

Pmax= precipitación máxima

Constante: 0,4

$$I = \frac{K}{(t + b)^n}$$

$n = 0.5$   $b = 10$

$$P_x > X = \frac{1}{Tr}$$

Donde:

I=intensidad

n= constante que en el caso de Colombia es 0,5

b= constante que en el caso de Colombia es 10

Tr =tiempo de retorno

t=tiempo en minutos

k=constante =Pmax en 24h

## **10.6. Fase II: Obtención y generación de cartografía base**

### **10.7. Obtención de imágenes satelitales**

La obtención de imágenes satelitales y de la imagen DEM (Modelo Digital de Elevación) se realizó a través de los diferentes geovisores de los geoportales dentro de los cuales se usaron Earth Explorer, SAS Planet y ALOS PALSAR entre otros.

### **10.8. Digitalización y procesamiento de imágenes satelitales**

Dentro de la generación de mapas bases se utilizó un proceso de digitalización vectorial realizando una corrección geométrica a partir de puntos de control con la imagen satelital extraída del programa SAS Planet y los puntos obtenidos en campo mediante el uso del GPS (Global Positioning System), se usó el software ArcGis para realizar el debido procesamiento y la obtención de mapas finales. Se usó la herramienta ArcToolbox que hace parte del programa ArcGis para obtener la red de drenajes y el relieve dentro de la imagen DEM (Modelo Digital de Elevación), finalmente para un mejor estudio del relieve de la zona se usó la herramienta ArcScene.

### **10.9. Generación de mapas base**

A partir del procesamiento y digitalización de las imágenes satelitales se obtuvieron mapas donde se identificó la ubicación, forma de la cuenca y red hídrica dentro de la reserva, se procederá a realizar una corrección geométrica en el cauce del río mediante puntos GPS (Global Positioning

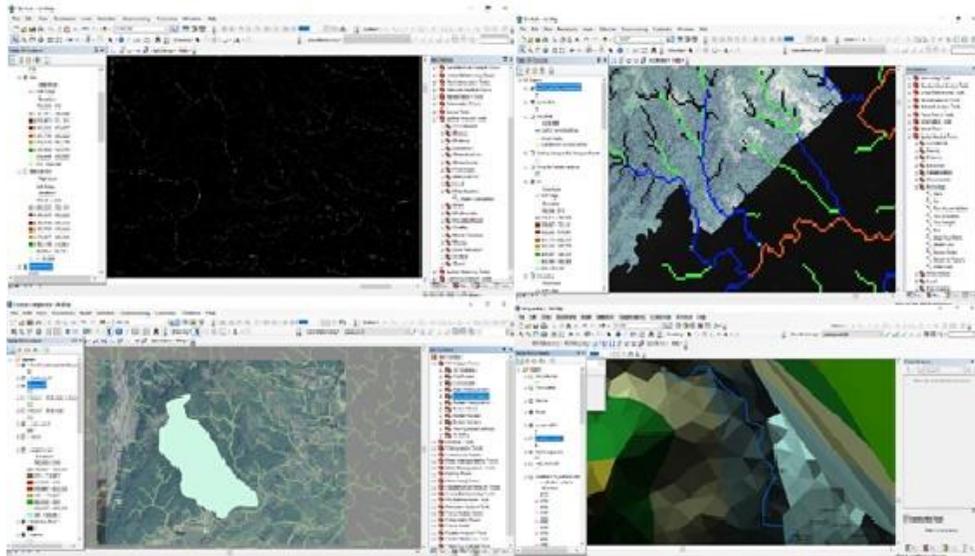
System) tomados en campo, donde finalmente se generó el relieve y las delimitaciones tanto de la reserva como de la cuenca. Posterior a ello se obtuvo un modelo 3D.

### 10.10. Fase III: Procesamiento y análisis de datos

### 10.11. Digitalización y procesamiento de datos

Inicialmente se organizaron los datos en tablas de Excel para posteriormente realizar la obtención de las curvas IDF mediante el método de Gustavo Silva.

Para el procesamiento de datos se utilizaron en primera instancia el software HEC-RAS, en el cual se digitaron datos morfológicos y caudales de los puntos ubicados a lo largo de la cuenca media del Caño Vanguardia, con la finalidad de obtener una modelación que nos muestre su comportamiento y su área de inundación; parte de la morfología de la cuenca se generó a través de Arcgis versión 10.0.2 y se exportaron las capas al HEC-RAS mediante la extensión HEC-GeoRAS.



*Figura 4.* Procesamiento en ArcGis

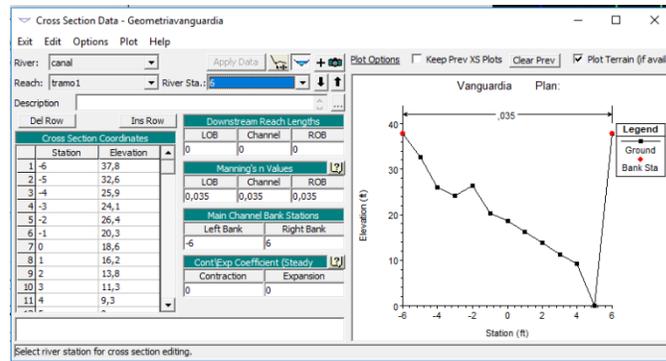


Figura 5. Sección transversal en el programa HEC-RAS

Posteriormente se usó el software HEC-HMS en el cual se digitaron datos hidrológicos y meteorológicos, donde se obtuvo una modelación desde el punto de vista del balance hídrico, conversión de escorrentía en caudales y pérdidas.

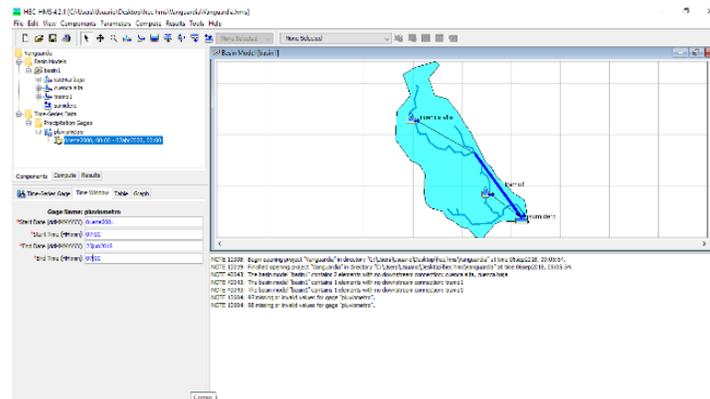


Figura 6. Zona de control en la cuenca del Caño Vanguardia en el programa HEC-HMS.

## 10.12. Análisis de resultados y planteamiento de recomendaciones de gestión de Riesgos

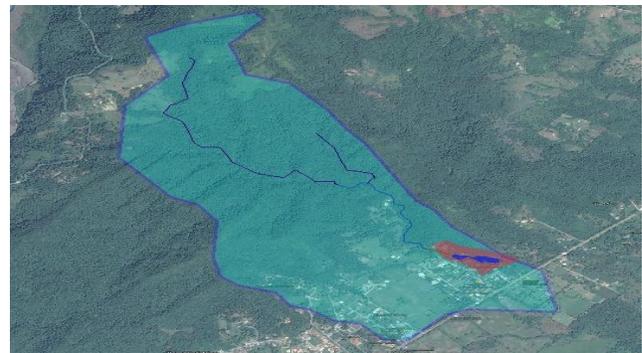
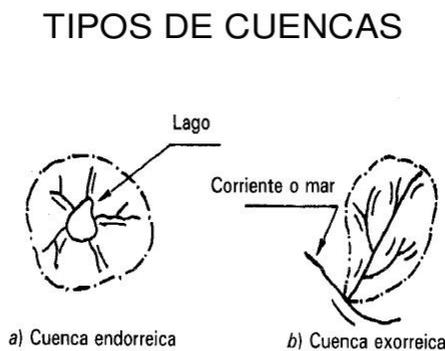
Después de obtener los resultados de la modelación se procedió a analizar el comportamiento del Caño, como es la variación dependiendo el tramo que se analizó, posteriormente se comparó los caudales obtenidos con la capacidad que tiene el Bioparque los Ocarros y como es el debido uso del recurso hídrico.

Para finalizar se realizó una serie de recomendaciones referentes a gestión de riesgos teniendo en cuenta los resultados obtenidos y otras fuentes bibliográficas a partir de las bases de datos.

## 11. Resultados

### 11.1. Obtención de información

La obtención de información primaria se dio en campo, donde se observó la morfología de la cuenca evidenciándose que es una cuenca exorreica con tendencia alargada, se pudo identificar que la cuenca se encuentra en una zona bastante boscosa de difícil acceso donde solo acceden personas de Cormacarena, Acueducto, fincas aledañas y personal de los Ocarros, en este sector se resalta la presencia de dos fincas que se encuentran cerca al caño, algunos son dueños del sector lo que significa para ellos propiedad privada; además se observó presencia de sedimentos tanto dentro del río como en sus alrededores de tal forma que muchas veces el sector cambio su morfología y en época lluviosa se transformó en un humedal, donde la presencia de sedimentos de gran tamaño es constante tanto así que se ven árboles y piedras en lugares donde antes no se encontraban. (Cruz P. , 2013).



**Figura 7.** Comparacion de forma y tipo de cuenca.

Por: Pale Cruz, 2013

- También se denominó como microcuenca, debido a que su área es de 2,5 km<sup>2</sup>, menor a los 25 km<sup>2</sup> para la forma de la cuenca se tomó en cuenta el índice de Gravelius con la siguiente formula:

FID	Shape *	Id	Area	Perimetro
0	Polygon	0	2,501853	7,880774

Figura 8. Área y perímetro de la cuenca media del Caño Vanguardia.

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} = 0,28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

(Musy, 2001)

Dónde:

Kc=índice de Gravelius

P=perímetro en km

A=Área en km<sup>2</sup>

$$1,38 = 0,28 \frac{7,8}{2,5^{1/2}}$$

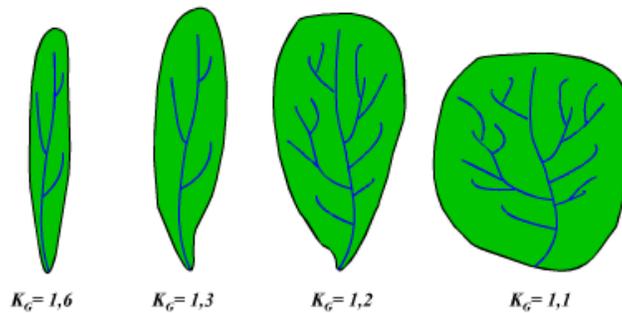


Figura 9. Forma de la cuenca según el índice de Gravelius.

Posteriormente, durante los meses febrero a junio se realizó la toma de datos directo en campo como se puede observar en la tabla 1, la toma de datos se programó para que se realizara dos veces

por semana, lo cual aseguró 33 días de trabajo de campo teniendo en cuenta que algunos días no fue posible la recolección de datos debido a los horarios y ocupaciones del guía asignado.

Se tomaron 198 caudales a lo largo de los meses en los que se desarrolló la pasantía, brindando un amplio escenario para analizar la variación del cuerpo hídrico.

Tabla 2. Cronograma de toma de datos.

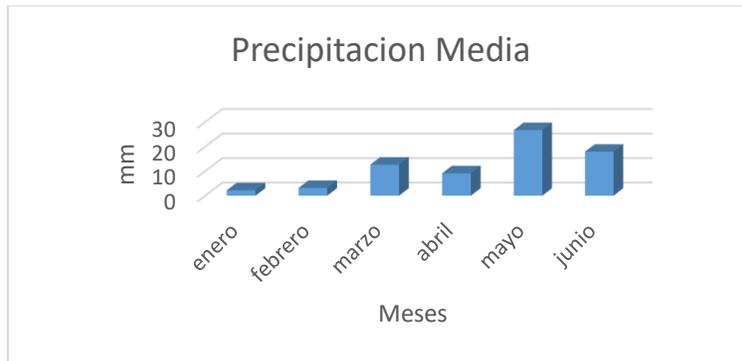
Día/Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					FINAL
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Nota: \* Número de días de la toma de datos en campo, desde el mes de febrero, finalizando el mes de junio, por Mary Alejandra Rodríguez, 2018.

**11.2. Análisis de variables**

Se realizó el análisis de variables hidrológicas correspondientes entre el mes de febrero al mes de junio, obteniendo un valor promedio mensual de cada variable con el fin de observar la variación entre cada uno de los puntos que se tomaron aguas arriba.

**- Promedio de precipitaciones en el año 2017**



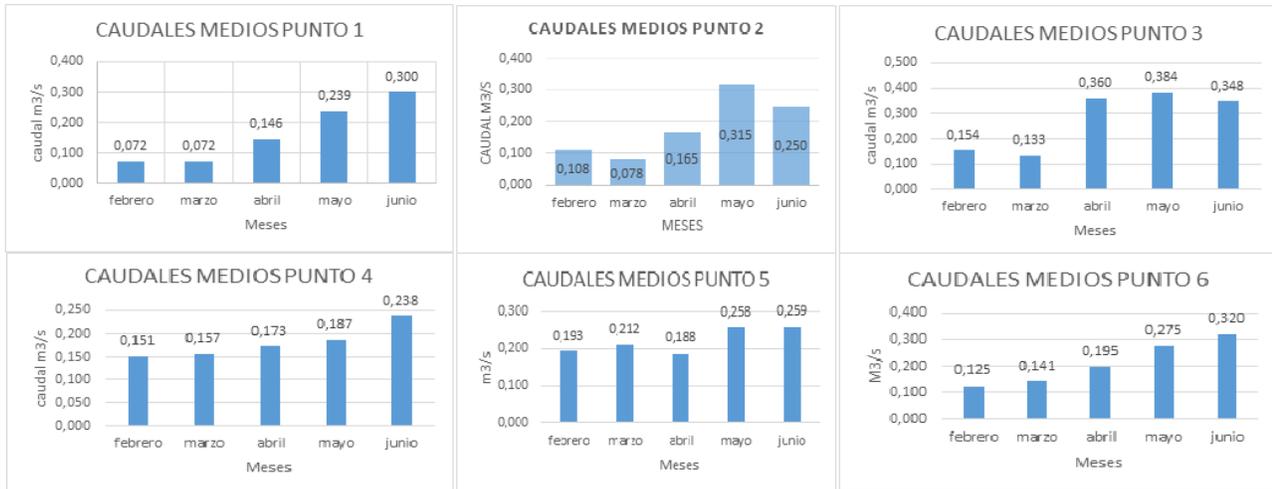
*Grafico 1. Precipitaciones medias en el año 2017*

Se puede observar como los primeros meses que son temporada seca presentan una precipitación media bastante baja, lo cual da una idea de los resultados esperados en cuanto a caudales ya que se espera que los primeros meses en todos los puntos sea más bajo y en los meses de lluvia como mayo se vea reflejado un aumento de más de cien por ciento (100%), teniendo en cuenta que al hacer los cálculos del porcentaje el mes de mayo tiene más de mil por ciento de aumento con respecto al mes de febrero.

**- Caudales medios**

Como se puede observar en la gráfica 1, se aprecia un aumento exponencial en todos los puntos a medida que van pasando los meses en los que se realizó el estudio, se ve la diferencia entre la temporada seca y la temporada de lluvia, lo cual va directamente correlacionado con la precipitación ya que en la imagen anterior se observan los cambios y la diferencia entre el mes de febrero el cual es temporada seca; los meses de mayo y junio son de mayor precipitación en todos los puntos menos durante el estudio realizado; se pudo observar un aumento del 30 por ciento

(30%) como se observó en el punto 5 donde fue el menor aumento de caudales y el 356 por ciento (356%) como se divisó en el punto 1 con la mayor variación en cuanto a caudales (*Observar grafica 1*). Por lo anterior se afirma que el aumento en el caudal está afectado directamente con el aumento y la variación de la precipitación.



**Grafico 2.** Valores de velocidad entre el mes de febrero y junio.

- **Velocidad**

La velocidad posee una variación directamente proporcional con el caudal, lo que significa que, a mayor velocidad media del agua, mayor será el caudal. Por lo cual se afirma que esta variable afecta directamente los caudales y se observó que el aumento de caudal entre los meses más significativos fue de un treientos por ciento o tres veces mayor eso se graficó en las velocidades medias del punto 1 entre el mes de febrero y el mes de junio. (*Observar grafica 2*).

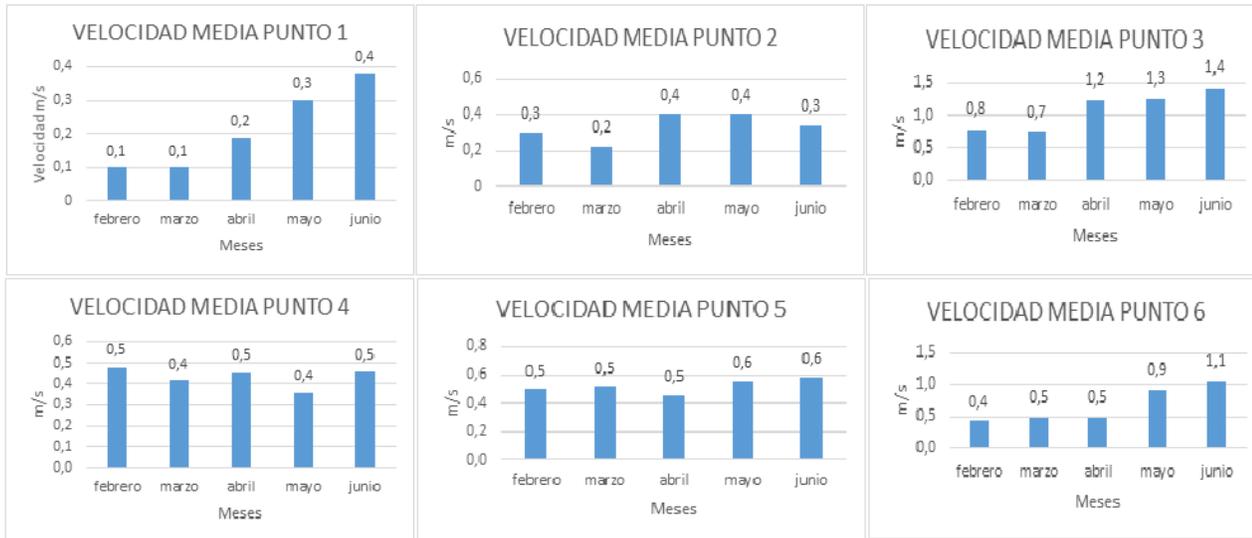


Grafico 3. Rango de velocidades de cada punto del tramo de estudio.

- **Infiltración**

La infiltración se tomó mediante el uso de los anillos de infiltración y se observó el tiempo que tomaba en absorber 1000 ml de agua en cada punto, en el punto 1 se tomó en una zona cercana que era carretera, por lo cual se puede ver como el tiempo de infiltración es bastante alto desde el inicio; ya que se puede ver bastante compactación debido al tránsito de vehículos. A pesar de eso se puede ver como al cabo de los meses el suelo se fue saturando debido a las altas lluvias empezando con un tiempo de infiltración de 14 minutos 38 segundos en el mes de febrero y terminando con 22 minutos y 62 segundos en junio cerca de un 60% más de tiempo. (*Observar grafica 3*) en el resto de los meses a diferencia se ve que el tiempo de infiltración fue menor pero aun así se ve un cambio bastante significativo de más de doscientos porciento (200%) en el punto 3, ya que el tiempo pasa de 44 segundos a 3:33 minutos. Por consiguiente se afirma que el suelo tiene un tiempo de saturación bastante corto y esto puede llegar a generar las inundaciones.



Grafico 4. Valores de tiempo de infiltración entre el mes de febrero y junio.

- Temperatura del agua

Se pudo observar que no tiene un cambio significativo, fue constante con pequeñas variaciones.

Observar grafica 4).

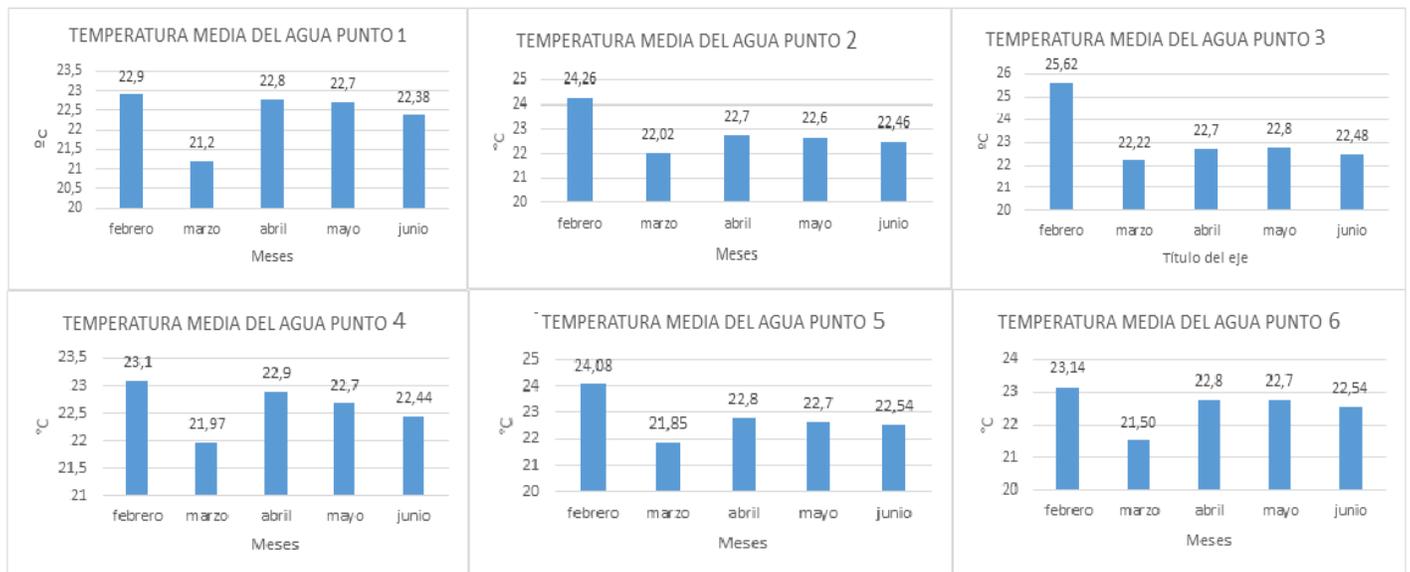


Grafico 5. Valores de temperatura en el lapso de tiempo entre febrero y junio.

### 11.3. Geometría del terreno

La geometría del terreno en primera instancia se trató de obtener mediante un DEM (modelo de elevación digital) descargado desde Earth Explorer y a pesar de que se generó un TIN (Triangulated Irregular Network) que mostro parte del relieve de la zona de trabajo no fue bastante detallado, ya que tiene un tamaño de pixel de 12.5x12.5 por lo cual no se pudo ver la geometría del cuerpo hídrico y por consiguiente no era útil para el uso en el HEC-GEORAS.

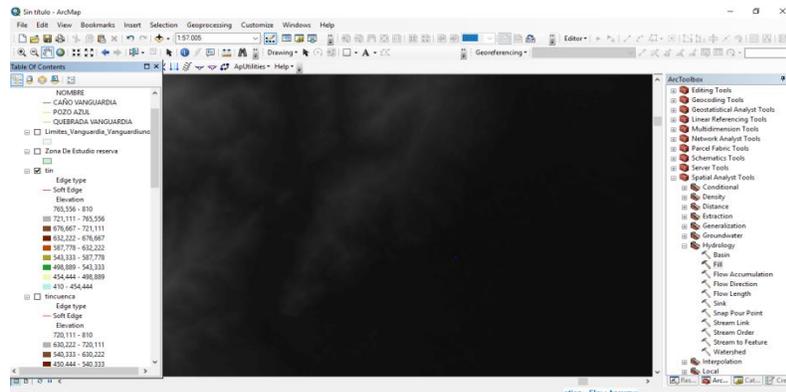


Figura 10. DEM de la cuenca media del Caño Vanguardia.

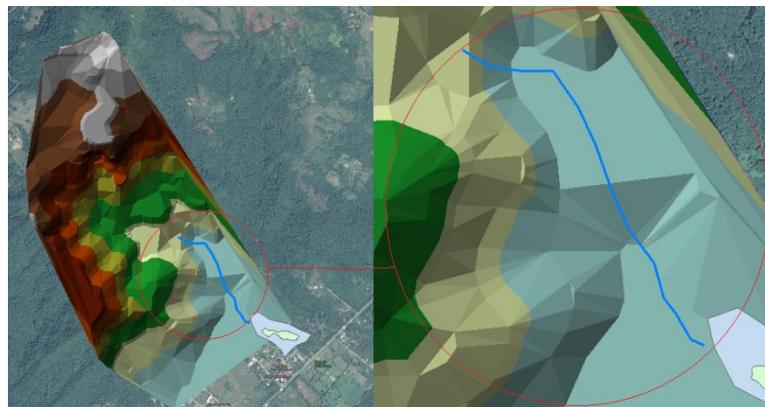
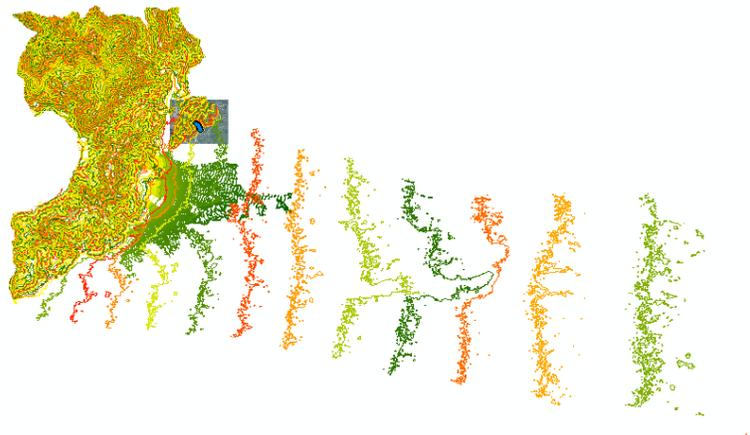
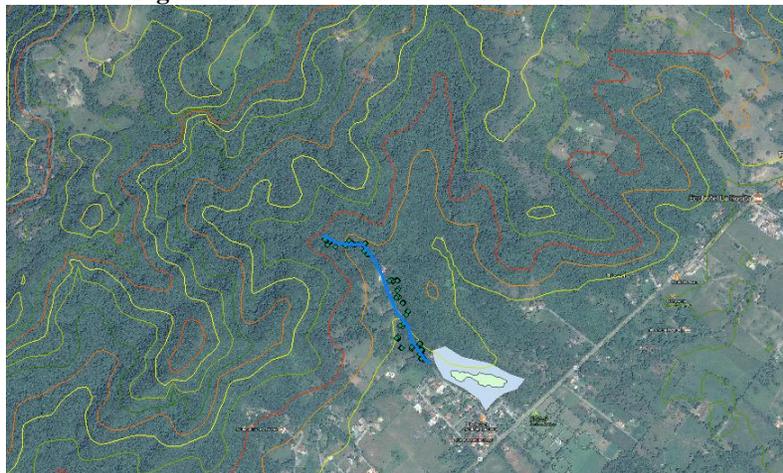


Figura 11. TIN (Triangulated Irregular Network) erróneo de la cuenca Vanguardia.

Ya que el Modelo de Elevación Digital (DEM) no genero la información necesaria para digitalizar el terreno del cuerpo hídrico, se procedió a solicitar curvas de nivel directamente al IGAC, se obtuvo curvas de nivel para Villavicencio de la zona plana cada 2 metros, y para la zona montañosa cada 25 metros, pero aun así no se observó el caño del todo así que por último se realizó un levantamiento de información espacial con ayuda del GPS y una reglilla para profundidades del terreno.

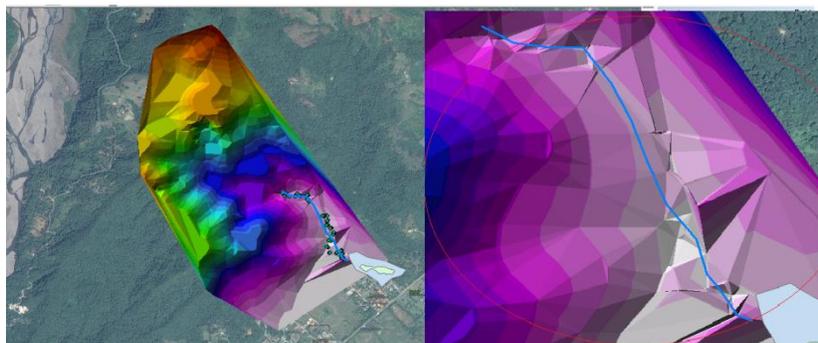


**Figura 12.** Curvas de nivel de Villavicencio-Meta



**Figura 13.** Curvas de nivel y puntos tomados por GPS, para la topografía del terreno.

- Finalmente, con la ayuda de las curvas de nivel y el trabajo en campo generando una corrección geométrica de puntos se obtuvo un TIN (Triangulated Irregular Network) más detallado.



**Figura 14.** TIN final de la Cuenca Vanguardia, adoptado por ArcGis.

### 11.4. Procesamiento de información y datos obtenidos

#### Análisis de relieve y sedimentación

En primera instancia se buscó generar un modelo 3D que ilustrara el relieve de la zona, se usó las curvas de nivel obtenidas por el IGAC (instituto geográfico Agustín Codazzi), el TIN (Triangulated Irregular Network) y la imagen satelital obtenida en SAS PLANET, mediante el programa Arcscene se generó el terreno donde se observó que no es montañoso, por el contrario, es una planicie con algunas zonas montañosas no altas.

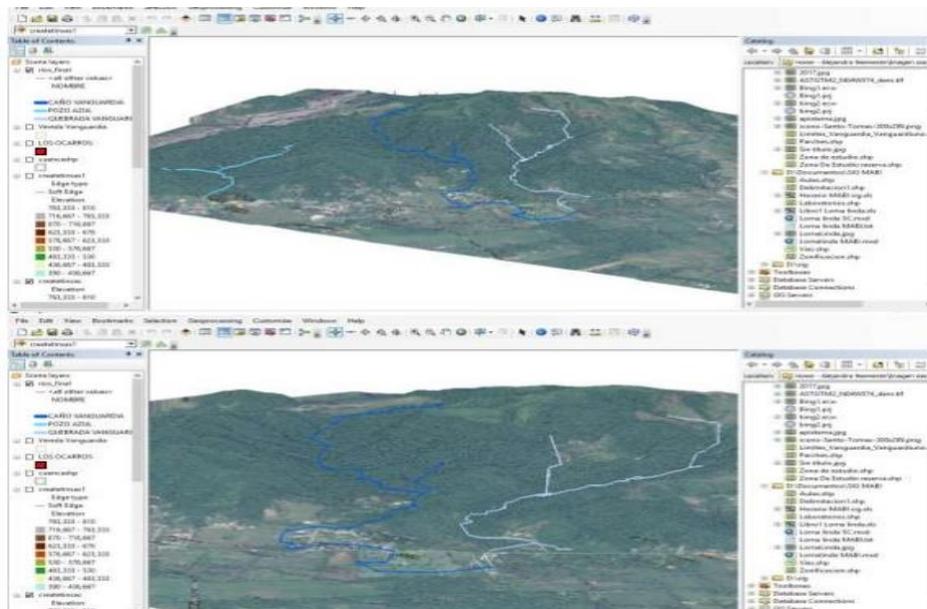


Figura 15. Relieve 3D de la zona de estudio, obtenida por Arcscene.

- Posteriormente se realizó la solicitud de imágenes satelitales al IGAC (instituto geográfico Agustín Codazzi) para ver el cambio a lo largo del tiempo y ver la sedimentación que se ha generado al cabo del tiempo.



**Figura 16.** Fotografías del cambio en el terreno en el transcurso del tiempo.

En las imágenes se pudo observar la pérdida de vegetación que se generó al paso de los años, en el año 1997 la cantidad de vegetación en la zona era bastante; en las fotografías del año 2005 y 2008 se ve el aumento en la deforestación y crecimiento demográfico, lo cual generó una pérdida de estabilidad del suelo y se presentó erosión, lo cual desencadenó mayor sedimentación (No hay referentes de autores que apoyen estas afirmaciones), esto debido a que hay más interacción de personas en el lugar.

Por último, se observó la alta sedimentación que hay en el cuerpo hídrico, mediante visitas y observación de la zona como se pudo apreciar en las siguientes fotos.



*Figura 17.* Fotografías de sedimentación en la zona de estudio.

En las visitas se pudo observar no solo sedimento tamaño fino, sino que además de tierra también se encontró piedras grandes, ramas de árboles caídos, restos vegetales y basura, todo esto a largo plazo puede que generen pequeñas represas que no solo impiden el paso del agua, sino que generan acumulación de sedimento y puedan causar avenidas súbitas e inundaciones como se afirma en la tesis “LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LAS INUNDACIONES DE COLOMBIA: UNA MIRADA CRÍTICA” de Julio Cesar Gonzales. (Gonzales J. C., 2014).

### 11.5. Ejecución de ARC-GIS Y HEC-GEORAS

Para poder empezar con la modelación en el programa HEC-RAS se necesitó exportar la geometría de la cuenca mediante la herramienta HEC-GEORAS, la cual nos permite delinear tanto el centro del río como las orillas, una posible zona de inundación y las secciones transversales para posteriormente realizar el modelado, lo mencionado anteriormente se trabajó sobre la capa TIN (Triangulated Irregular Network) obtenida en ARC-GIS 10.0.2.



*Figura 18.* Secciones transversales generada en el programa HEC-GEORAS

- Una vez se ha realizado el debido proceso marcando las partes de la cuenca, se procedió a usar HEC-GEORAS para agregar la información, que permitió observar la geometría en 3D a cada shapefile, finalmente se exportó para ser usada en HEC-RAS.

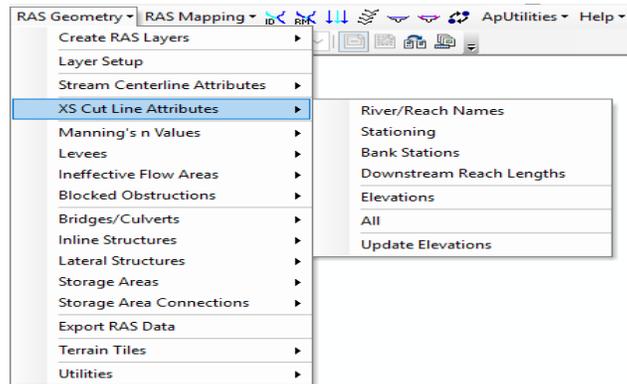


Figura 19. Herramienta HEC-GEORAS.

11.6. Curvas IDF

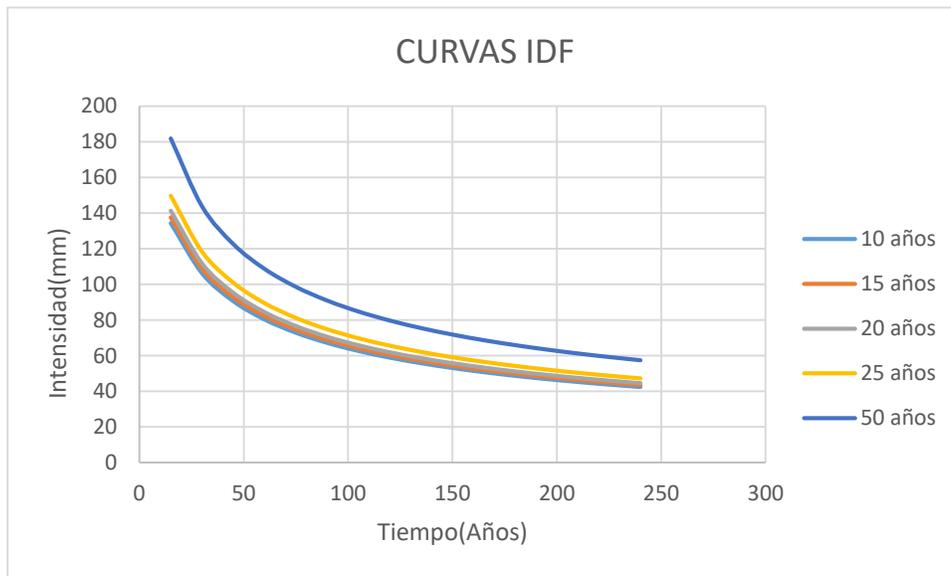


Grafico 6. Curvas IDF, estación Vanguardia.

### 11.7. Histogramas

A partir de las curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia) se generó una serie de histogramas mediante el método de bloques alternos con unos tiempos de retorno de 10,15, 20, 25, 50 años como se pudo observar en la figura:

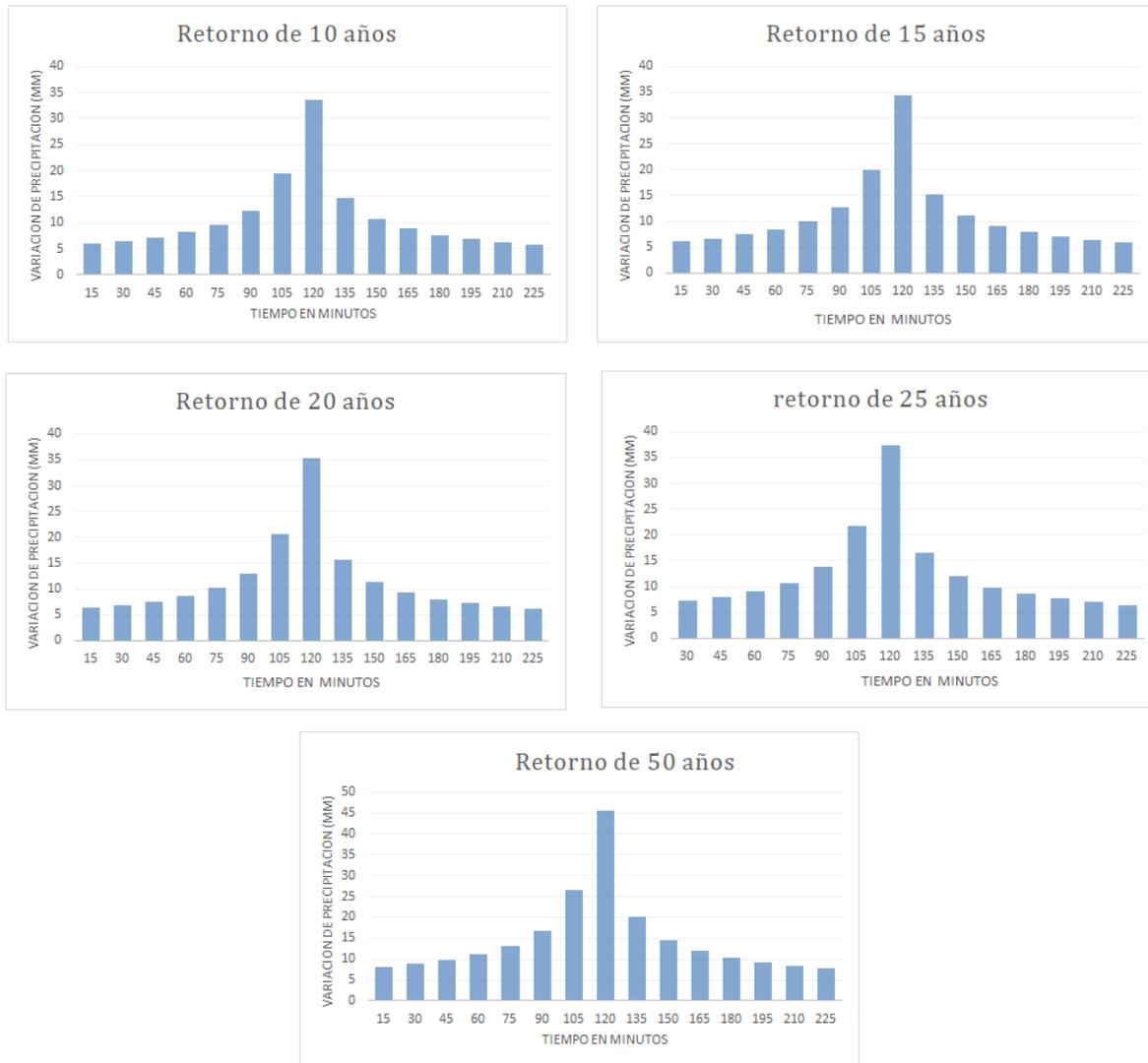


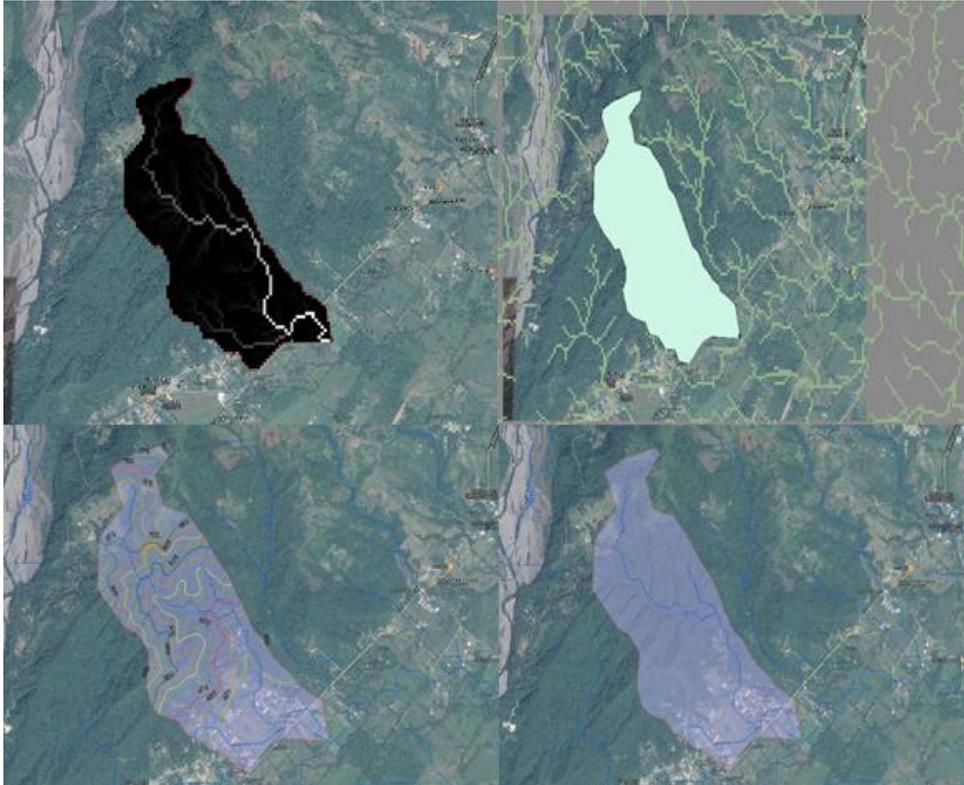
Figura 20. Histogramas a partir de las curvas IDF de la Estación Vanguardia.

### 11.8. Implementación del HEC-HMS

Se usó el programa de libre acceso llamado HEC-HMS, nos permitió realizar un balance hídrico de la cuenca media del Caño Vanguardia, se usaron los datos de precipitación los cuales fueron

obtenidos mediante una solicitud al IDEAM y que se implementaron para la obtención las curvas IDF y los histogramas, en este caso se tomó como estación de referencia Aeropuerto Vanguardia, localizada cerca de la zona de estudio.

También se realizó la delimitación de la cuenta en ARC-GIS para implementarla en el HEC-HMS, donde se obtuvo las cotas y el relieve, con ayuda de herramientas Arctoolkbox.

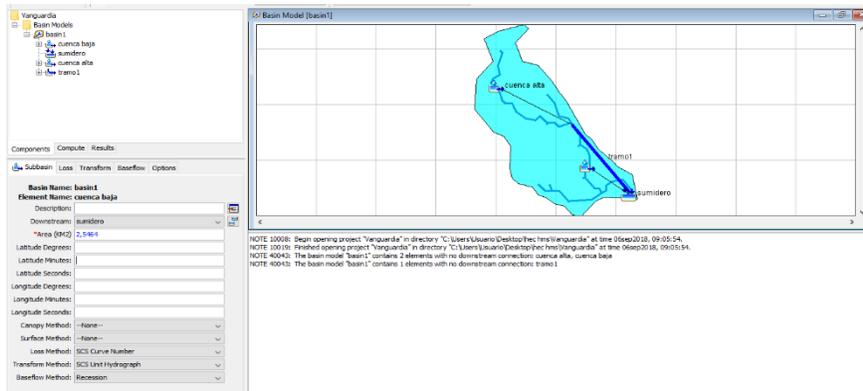


**Figura 21.** Proceso de ArcGis, delimitación y definición de la cuenca del caño Vanguardia.

- Luego se procedió a hallar el tiempo de concentración:

$$T_c = 0,0195((5300m)^3 / (400m))^{0,385} = 38,88 \text{ min.}$$

- Posteriormente se procede a realizar el procesamiento de los datos.



- El punto de control es donde se desea analizar el pronóstico del caudal medio.

Project: Project 4 Simulation Run: Run 1

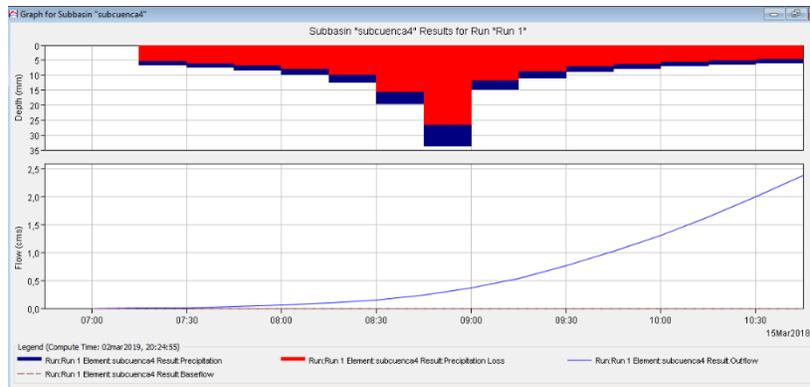
Start of Run: 15mar2018, 07:00 Basin Model: Basin 4  
 End of Run: 15mar2018, 10:45 Meteorologic Model: modelo4  
 Compute Time: 02mar2019, 20:24:55 Control Specifications: Control 1

Show Elements:  Volume Units:  MM  1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
subcuenca4	2,5	2,4	15mar2018, 10:45	3,39

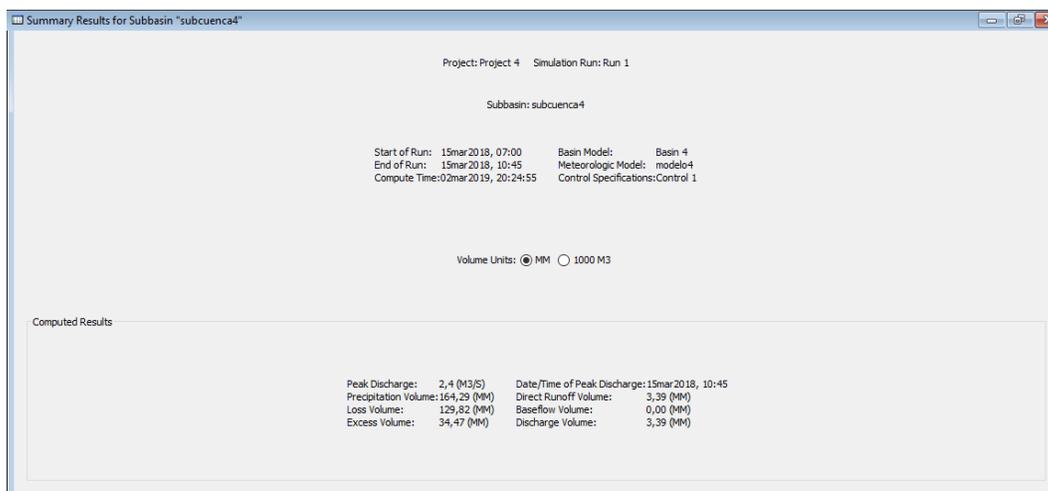
Figura 23. Resumen global de resultados.

En la imagen anterior se pudo observar el resultado del caudal pico que es  $2,4\text{m}^3/\text{s}$ , donde se presentó en el Kilómetro 2,5; el volumen que se formo es de 3,39mm, la fecha y la hora. Con estos resultados se pudo deducir que el sector maneja cantidad del recurso hídrico baja y que va de acuerdo con el tipo de cuerpo hídrico. Por otra parte, se pudo deducir en el próximo hidrograma que las pérdidas son muy altas y según la información de infiltración el suelo no tiene mucha capacidad de drenaje; por lo cual gran parte de este recuso se convierte en escorrentía y causa inundaciones y posibles avenidas súbitas de sedimento y material de arrastre. (Gonzales J. C., 2014)



**Figura 24.** Hidrograma de crecida, de la zona de estudio.  
**Fuente:** Hec-Hms.

En la parte superior de la gráfica se pudo apreciar la parte azul que es la cantidad de escorrentía que se da en la cuenca, podemos observar que la cuenca tiene una escorrentía alta, en varias ocasiones se observó en campo, ya que con lluvias suaves el terreno se convirtió prácticamente en humedal, y por lo mismo se pudo observar que la infiltración y la evaporación es mucho menor en comparación con la escorrentía, ya que el suelo se saturo muy rápido como lo indica la gráfica con la parte roja, y en la parte inferior se pudo observar el hidrograma de crecida y su variación a lo largo del tiempo.



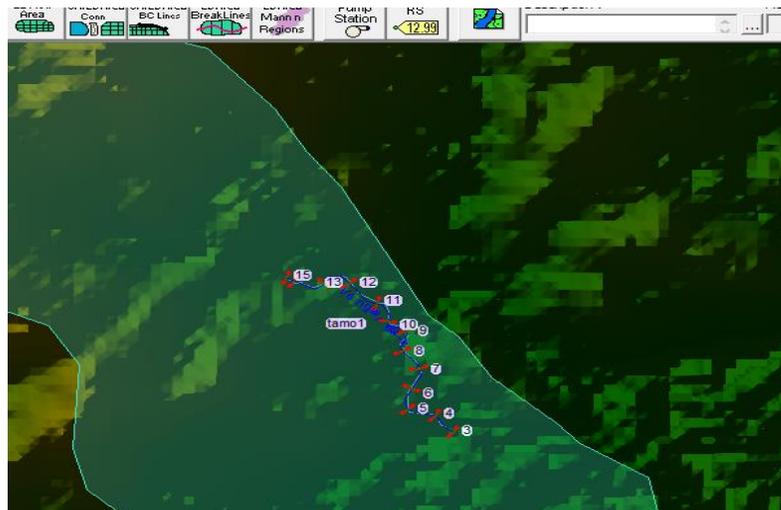
**Figura 25.** Resumen de resultados del punto de control.

Se pudo deducir un resumen de los resultados el cual nos indica que el volumen de precipitación es de 261,55mm y el caudal pico de 164,29m<sup>3</sup>/s, el volumen de pérdidas fue de 129,82mm y el volumen de descargas fue de 2,4 m<sup>3</sup>/s. Como se indica el volumen de precipitaciones es bastante alto y las perdidas, lo cual nos abarca que la escorrentía e infiltración son más de la mitad, dejando

un caudal pico bastante bajo, lo cual mostro que el balance hídrico de la cuenca no está en equilibrio y explicaría las inundaciones en el cuerpo hídrico (Caño Vanguardia) y que las pérdida al ser mayores generan una saturación del suelo y se generan inundaciones lentas. (Gonzales J. , 2009).

**Procesado con el HEC-RAS**

En primera instancia se importó la geometría del canal que se obtuvo mediante el programa ARC-GIS y la extensión HEC-GEORAS, esta geometría nos mostró cada uno de los parámetros digitalizados con su respectiva información.



*Figura 26.* Caño Vanguardia con sus respectivas secciones transversales en HEC-RAS.

Luego se procedió a elegir el coeficiente de Manning, teniendo en cuenta el revestimiento de la cuenca, en este caso es una cuenca con roca sedimentaria y presencia de rocas grandes. Por lo cual se seleccionó un coeficiente de 0,035 guiándose en la tabla siguiente:

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
<b>A Cauces naturales</b>			
<b>A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida &lt; 30 m)</b>			
<b>A.1.1 Cursos en planicies</b>			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150

Figura 27. Coeficiente de Manning.

- Luego se agregó los datos de flujo como caudales, con la finalidad de generar el plan y la corrida del modelo, teniendo en cuenta la geometría importada anteriormente.

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates							
River	Reach	RS	19-mar-18	21-mar-18	26-mar-18	28-mar-18	02-abr-18	04-abr-18	09-abr-18	
6	Vanguardia	tamo1	10	0.1197504	0.14553	0.0963864	0.1682868	0.2917728	0.36465	0.23177
7	Vanguardia	tamo1	9	0.0728508	0.0709368	0.0763752	0.0655776	0.1525128	0.0737352	0.07777
8	Vanguardia	tamo1	8	0.1421376	0.2027784	0.12983308	0.15665017	0.15031864	0.17917584	0.18431
9	Vanguardia	tamo1	7	0.0728508	0.0709368	0.0763752	0.0655776	0.1525128	0.0737352	0.07777
10	Vanguardia	tamo1	6	0.20647754	0.20697945	0.24694861	0.20507614	0.08281940	0.16823916	0.08279
11	Vanguardia	tamo1	5	0.0728508	0.0709368	0.0763752	0.0655776	0.1525128	0.0737352	0.07777
12	Vanguardia	tamo1	4	0.10024054	0.11464000	0.13343995	0.17645772	0.15336363	0.23002194	0.08559
13	Vanguardia	tamo1	3	0.0728508	0.0709368	0.0763752	0.0655776	0.1525128	0.0737352	0.07777

Figura 28. Datos de caudales a lo largo del tiempo.

Finalmente, se generaron los resultados, donde se pudo observar como el caño se comportó a través del tiempo, como en este caso se apreció la variación y se pudo evidenciar que en este cuerpo hídrico se presentan aumentos significativos en cuanto a caudal, teniendo en cuenta claro está que este programa maneja más que todo caudales y morfología de la cuenca y que las precipitación se tuvo en cuenta en el programa HEC-HMS y por consiguiente al revisar los resultados de los dos procesos se pudo deducir que el sector es propenso a inundaciones ya que en el HEC-RAS a pesar de que se vio la variación de los caudales entre 50 a 400 porciento (50-400%), no se generó indicios directos de inundaciones en el terreno ya que los datos de caudales son bastante bajos como se puede ver en el anexo y se esperaban unos datos más altos para la zona, a diferencia del HEC-HMS que mostro gran parte de la precipitación no entra directamente a la cuenca si no que se pierde en escorrentía e infiltración, lo cual ayuda a debilitar el terreno y generar arrastre de

sedimentos que llegan finalmente al caño y generan represamientos que finalmente pueden causar avenidas súbitas y por consiguiente inundaciones de la zona de estudio. (Gonzales J. C., 2014).

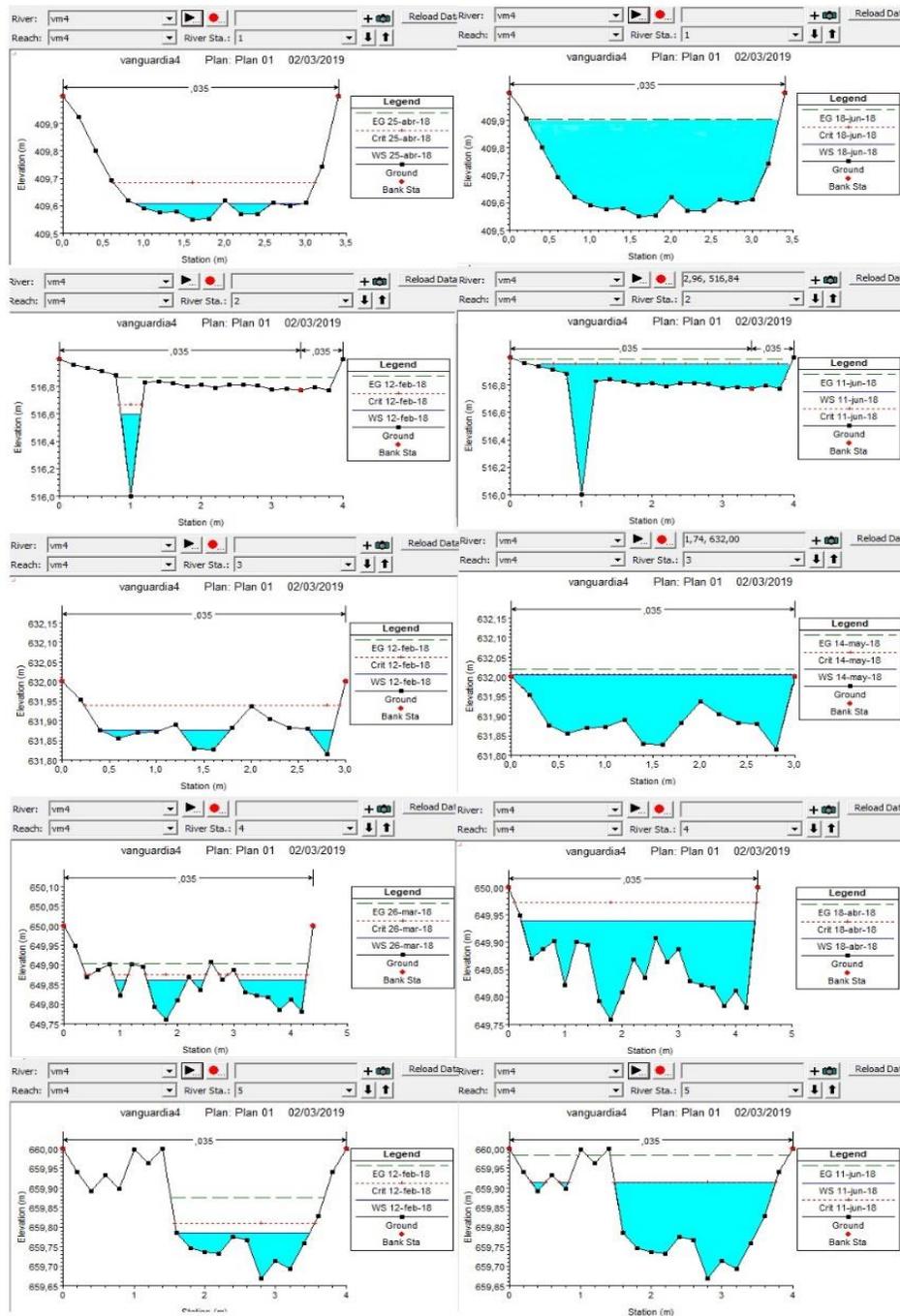
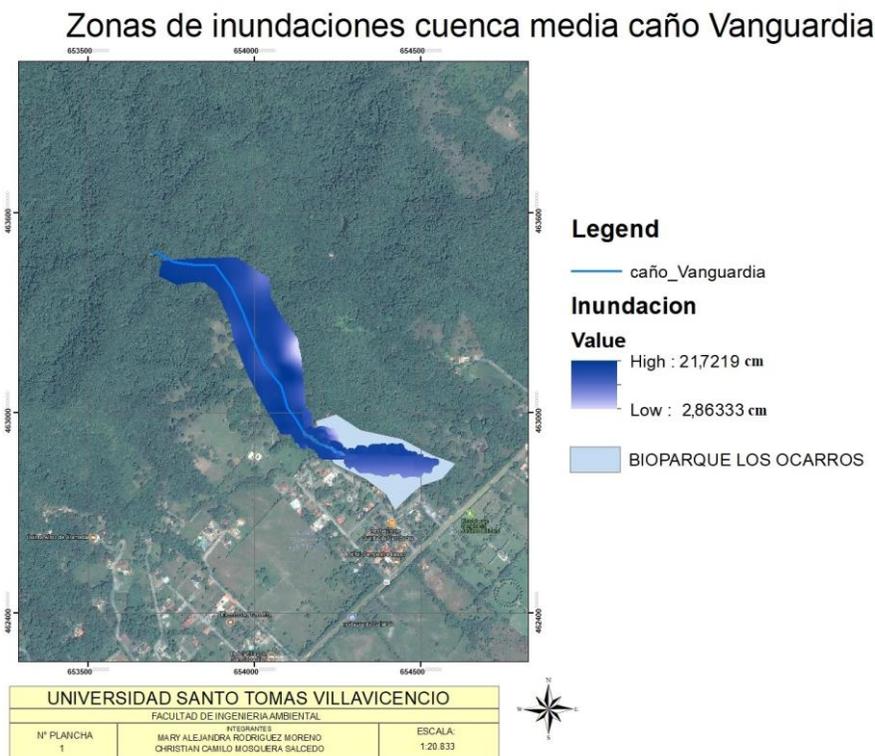


Figura 29. Flujo en sección transversal, programa HEC-RAS.

En las imágenes anteriores se pudo observar como varió el nivel del agua donde llegó al punto máximo de los límites significativos de la geometría del terreno que se ven graficados en la imagen,

aunque esto no denota una inundación, pero si algo interesante ya que si lo relacionamos directamente con los datos obtenidos en campo y los caudales es coherente que el programa muestre una variación en el caudal y por consiguiente en el espejo de agua pero no se ve directamente problemas de inundación más si se lleva a comparar con las precipitaciones generadas en la gráfica del año 2017 la cual fue usada como referente debido a que el Ideam no nos proporcionó datos del año 2018, y se correlaciona con lo obtenido en el programa Hec-Hms, el cual refleja un desbalance hídrico debido a una diferencia muy alta en cuanto a perdidas y a caudal generado en la cuenca como se mencionó anteriormente en el análisis de los resultados de dicho programa, se pudo deducir que a través de los puntos el agua va aumentando, lo cual indica que aguas abajo están llegando más cantidad de sedimentos o que en el trayecto hay alguna descarga de agua de otro cuerpo hídrico.

Una vez importados los archivos al programa a ARC-GIS con la extensión HEC-GeoRAS, se procedió a realizar el polígono de inundación usando el TIN (Triangulated Irregular Network), se generó el mapa de inundación que ilustra el alcance promedio de inundación en la zona.



**Figura 30.** Mapa de zona de inundación de la cuenca media del Caño Vanguardia.

Se pudo determinar que el punto con menor profundidad a la hora de que se genere una inundación es de 2,8 cm y la máxima de 21,7 cm dependiendo la zona o el sector. Se pudo observar que cerca del 50 por ciento (50%) del Bioparque los Ocarros es propenso a tener inundaciones y esto puede causar que tengan que cerrar parcialmente el acceso como ya ha ocurrido según testimonios de trabajadores de la entidad.

## **Recomendaciones de mitigación y control de riesgos**

### **Obras de control y retención de sedimentos**

Construir una rejilla en la parte donde se conecta el caño con el bioparque, para capturar y almacenar los arrastres sólidos, y así poder disminuir el material de arrastre cuando llegue al lago artificial.

### **Instrumentación de sistemas de monitoreo de variables meteorológicas en la cuenca.**

El bioparque cuenta con un sistema de esclusas, que se abren al momento de que el lago artificial no soporte más nivel de agua, y llegue al punto de desbordarse, se recomienda la instalación de un pluviómetro para determinar la intensidad de la lluvia, y se puedan abrir a tiempo, ya que no se mantiene un monitoreo constante, cuando se presentan fuertes precipitaciones. Hay que tener en cuenta que el tiempo de desbordamiento de la laguna no se puede tener claro ya que no se tiene medidas ni capacidad, ni área o volumen debido a que la entidad no tiene documentos directos de las características del lago, pero se considera que el desbordamiento puede llegar a ser rápido debido a la alta cantidad de sedimento que llega al lago lo cual no hizo parte total de nuestro estudio y para lo cual se aconseja llevar a cabo otro estudio.

Para determinar el nivel de los ríos y tener una estimación posterior del caudal, a la hora de la toma de datos se usen las reglillas graduadas instaladas directamente en el borde del cauce donde empieza el lago artificial el cual es alimentado directamente con el cuerpo hídrico. Esto con la finalidad de realizar una debida evacuación del personal de la zona y tomar las medidas pertinentes para mitigar el daño

Control y monitoreo constante de las reglillas que cuenta el Bioparque, con el fin de mantener los niveles de agua pertinentes, y no se presente un desbordamiento.

Mapeo de peligros para la comunidad aledaña, ya que la zona no cuenta con señales de peligro, en el momento que se pueda presentar un arrastre de sedimento o una creciente. Donde estarían ubicadas estas señales, marcar la ubicación a través de un mapa, si se genera un escenario de peligro temporal, cuales serían estas zonas y por cuánto tiempo se deberían generar estas zonas de exclusión por posibles inundaciones, desbordamientos o fenómenos de remoción.

Monitoreo constante de la Unidad de Gestión del Riesgo en temporadas de lluvia, ya que es cuando más se hace presencia de arrastre de material, troncos, arboles, piedras, que cierran el acceso a la reserva, y donde debido a ello el agua no circula uniformemente, y puede presentar desbordamiento.



**Figura 31.** Zona de exclusas en el Bioparque los Ocarros.

### **Construcción de sistemas de alerta temprana para aviso a la población.**

Las condiciones de riesgo, como las zonas de alta pendiente aledañas al cauce, es allí donde se recomienda la evacuación y protección de los habitantes.

Debemos tener en cuenta los niveles de alerta, como se clasifican y determinan, con el fin de evitar catástrofes. Esta recomendación esta suelta, hay que argumentarla mejor. El proyecto como tal no abarca los niveles de alerta ya que para esto se debería tener en cuenta muchos más factores como las características del lago.

**Socialización del proyecto**

Finalmente, y para cierre de la pasantía se realizó una socialización con la parte administrativa de los Ocarros donde se expuso el desarrollo del proyecto, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y finalmente las recomendaciones, la experiencia se realizó con la ayuda de la directora de educación y codirectora del proyecto Enid Chacón Saavedra quien prestó las instalaciones y comunico al personal para que asistieran a la presentación.

La recepción del personal fue muy buena se generó preguntas de acuerdo al tema y se les dio a conocer las recomendaciones, a lo cual la respuesta fue positiva y se espera realizar la socialización pertinente a las entidades competente como Cormacarena.



**Figura 32.** Fotografías de sustentación en el Bioparque los Ocarros.

## 12. Conclusiones

Se puede concluir que el Caño Vanguardia es una microcuenca que maneja un caudal pico de  $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$  a pesar de que en este sector se presenta una alta precipitación constantemente sobre todo en los meses de mayo y junio, con un tiempo de saturación por infiltración bajo, el suelo se satura de forma rápida y muchas veces en que se ingresó al sector se dificultaba con la alta humedad del suelo y en el modelo se observó como la escorrentía generada es bastante alta, por lo cual llega en poco tiempo al límite de su geometría y se generan inundaciones significativas, además de la gran cantidad de sedimentos causada en parte por la presencia de personas en la zona y el desarrollo de actividades antrópicas, esto causa pérdida de vegetación en la zona como se observó en las imágenes del terreno en tres épocas diferentes, lo cual lleva a debilitar el suelo y causa que parte de él esté constituido por sedimentos finos y restos de vegetación.

El espacio de inundación es considerable para el tamaño de la cuenca y se ven afectados además del Bioparque los Ocarros y las personas de las fincas aledañas como se pudo observar en el mapa las 2 fincas que se encuentran en el sector son muy propensas a sufrir inundaciones (anexo 4), esto requiere que se realicen más proyectos que ayuden a generar y obtener información, que pueda ser importante para las entidades correspondientes y de igual manera que pueda ser usada para la mitigación y prevención de riesgos en el sector.

Respecto al Bioparque los Ocarros se pudo observar que se generan inundaciones en las épocas de lluvia y según la modelación y los resultados obtenidos se pudo determinar que en efecto la zona es propensa a avenidas súbitas e inundaciones ya que además de eso se puede denotar que el lago artificial de la reserva tiene gran cantidad de sedimento (Gonzales J. C., 2014) y a pesar de que se le realiza limpieza cada cierto tiempo que no está definido, no se lleva un control claro de la cantidad de sedimento que se retira durante el mantenimiento del lago artificial ni se lleva un debido manejo de las esclusas y la reglilla lo cual causa que la respuesta no es óptima a la hora de evitar inundaciones.

### 13. Bibliografía

- Cartaya, S. M. (2016). Identificación de zonas en riesgo de inundación mediante la simulación hidráulica en un segmento del Rio Pescadillo, Revista de investigación. 40(89). p. 158-170. Obtenido de: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v40n89/art09.pdf>
- Castro, C. (2017). *Diseño plan de marketing Bioparque los Ocarros*. Villavicencio.
- Cormacarena. (14 de septiembre de 2014). Normatividad. Obtenido de <http://www.cormacarena.gov.co/normatividad.php>
- Cormacarena. (2005). *Componente de Ordenamiento Formulación participativa del plan de manejo de las Reservas Forestales Protectoras "Cerro Vanguardia"* Cormacarena. Villavicencio.
- Cormacarena. (2005). *Formulación participativa de los planes de manejo de las reservas forestales protectoras "quebrada honda y caños parrado y buque", "cerro vanguardia" y quebrada vanguardiuno"*. Cormacarena. Villavicencio
- Criado, B. I. (2012). *Modelación hidrológica de la cuenca del rio algodonal, tomando como punto de cierre la ubicacion geogrifica del predio de la universidad francisco de paula santander ocaña, haciendo uso de herramientas computacionales*. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1090/1/28663.pdf>
- Cruz, P. (20 de Abril de 2013). *Caracterizacion de las cuencas*. Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/PaleCruz/cuencas-19312652>
- Cruz, P. (20 de Abril de 2013). *Cuencas*. Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/PaleCruz/cuencas-19312652>
- Dacunha, J. (2010). *Evaluacion de la Gestion de comunicacion externa para empresas ecoturísticas caso de estudio: Bioparque los Ocarros*. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/5481/tesis494.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Decreto 2011. (18 de diciembre de 1974). *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Diario Oficial No 34.243.

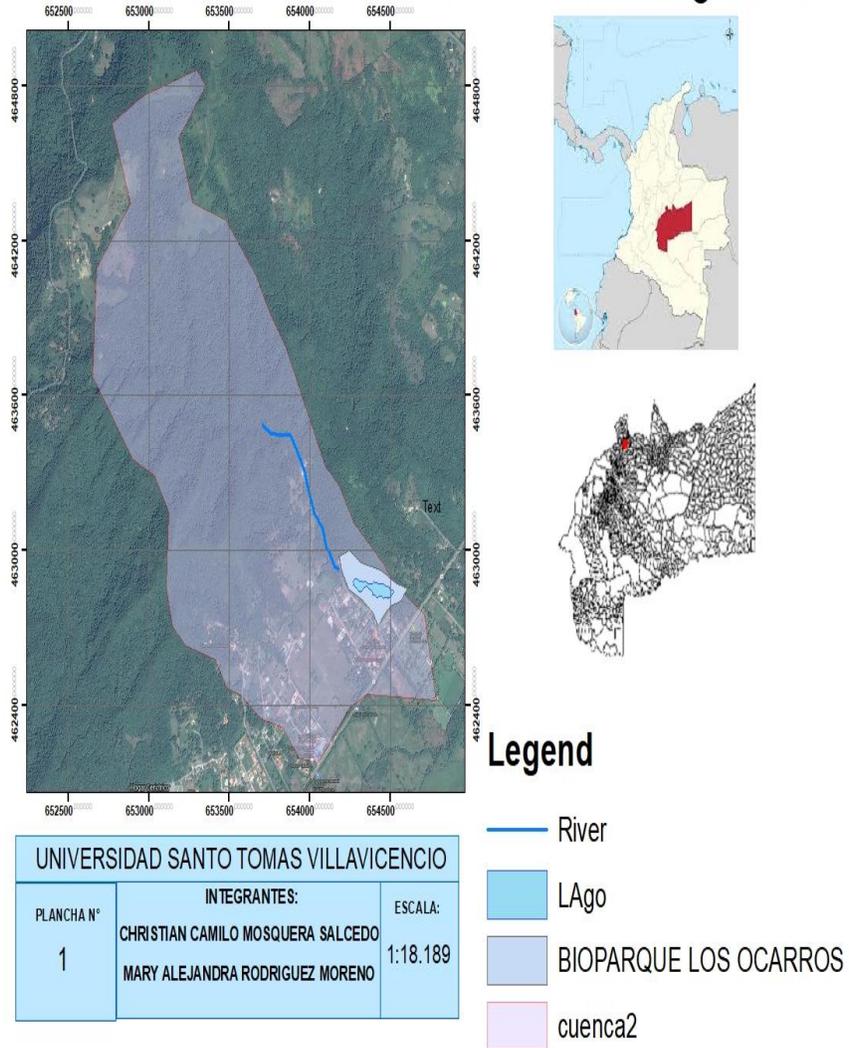
- Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto\\_2811\\_1974.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2811_1974.html) de [minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co):
- Diaz, J. V. (2017). *Análisis del riesgo de inundación asociado al diseño hidráulico de la confluencia entre 2 canales urbanos, Canal el Virrey, canal Castellana en la ciudad de Bogotá*. Artículo de Investigación. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1518/3/ARTICULO-n%C3%A1lisis-inundaci%C3%B3n-canal-Virrey-canal-La-Castellana.pdf>
- García, V. (2014). *Análisis y aplicación de estrategias para la recuperación del Caño Buque en Villavicencio, Colombia*. Villavicencio.
- Gómez Thania, M. M. (2016). Disponibilidad hídrica bajo escenarios de cambio climático en el Valle de Galeana, Nuevo León, México. *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*. 8(1). p. 105-114. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/html/3535/353549831008/>
- González, J. (2009). *Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones*. Medellín : Red Revista de Ingenierías Universidad de Medellín. 5(7). p.59-70. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/750/75050806.pdf>
- González, J. C. (2014). *La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: una mirada crítica*. Trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2128/1/Gesti%C3%B3n\\_riesgo\\_desastres\\_inundaciones\\_%20Colombia\\_mirada-cr%C3%ADtica.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2128/1/Gesti%C3%B3n_riesgo_desastres_inundaciones_%20Colombia_mirada-cr%C3%ADtica.pdf)
- Martínez, J. (2008). *Modelación de procesos hidrológicos utilizando sistemas de información geográfica*. México.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de cuencas hidrográficas Pomcas*. Bogotá. Obtenido de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA\\_DE\\_POMCAS.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf)
- Monsalve, G. (2015). *Hidrología Ambiental*. México.
- Musy, A. (2001). *Watershed characteristics*. Obtenido de Vicaire: [http://echo2.epfl.ch/VICAIRE/mod\\_1a/chapt\\_2/main.htm](http://echo2.epfl.ch/VICAIRE/mod_1a/chapt_2/main.htm)
- Pérez, J. A. (2017). Curvas de intensidad -duración-frecuencia de tormentas de corta duración en la cuenca del río Segura, España. *Revista Agrociencia*, 51/(6). p. 607-616. Obtenido de

- <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n6/1405-3195-agro-51-06-00607.pdf>
- Perez, M. (2013). *Situaciones de emergencia, catastrofe e inundaciones*. Malaga, España: ICB.
- Rafael, P. (2011). Modelación hidrológica con Hec-Hms en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. 33(1). p.71-80. Obtenido de: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v33n1/riha08112.pdf>
- Rodriguez.E, G. M. (28 de Agosto de 2007). *Propuesta metodologica para la generacion de mapas de inundacion y clasificacion de zonas de amenaza. caso de estudio en la parte baja del rio Las Ceibas (Neiva-Huila)*. Obtenido de gonzaric: <https://gonzaric.people.unm.edu/Pics/Rodriguez%20et%20al%202007.pdf>
- Rodriguez.E. (2016). *Diseño metodologico para la evaluacion de riesgo por inundacion a nivel local con informacion escasa*. Obtenido de bdigital: <http://bdigital.unal.edu.co/53231/1/43573685.2016.pdf>
- Sepulveda, A., & Patiño, J. (2016). Metodología para evaluación de riesgo por flujo de detritos detonados por lluvia: caso Útica, Cundinamarca, Colombia. *Revista Obras y proyectos*. 20. p.31-43. Obtenido de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/oyp/n20/art03.pdf>
- Timbe Castro, L. &. (2011). Desempeño de modelos hidráulicos 1D y 2D para la simulación de inundaciones. *Maskana*, 2(1). p.91-98. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/378/322>.
- Zuluaga, J. (23 de Noviembre de 2015). *Componente General POT*. Recuperado el Octubre de 2017, de [www.concejodevillavicencio.gov.co](http://www.concejodevillavicencio.gov.co): <http://www.concejodevillavicencio.gov.co/sites/default/files/documents/proyecto.pdf>
- Zuñiga, Y. (2016). *Comentario al libro perspectivas interdisciplinarias: riesgo y vulnerabilidad ante fenomenos hidrometereologicos*. *Revista de historia*. Obtenido de: <https://doi.org/10.15359/rh.74.8>

### 14. Anexos

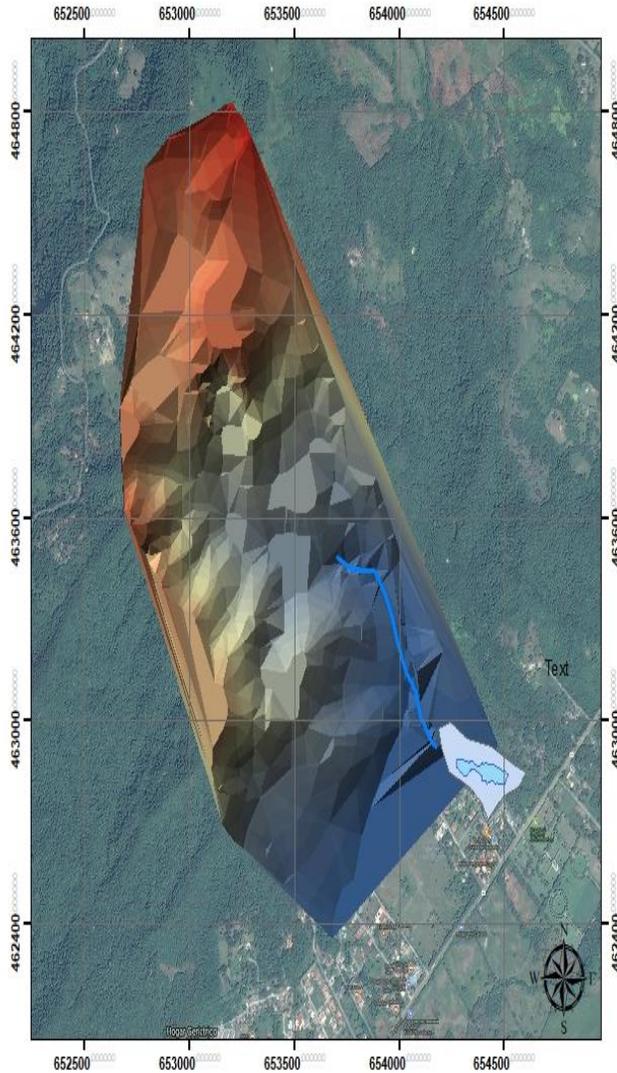
#### Anexo 1. Delimitación de la cuenca del Caño Vanguardia.

## Delimitación de la cuenca del caño Vanguardia



Anexo 2. Mapa de alturas de la cuenca del Caño Vanguardia.

## MAPA DE ALTURAS DE LA CUENCA DEL CAÑO VANGUARDIA



<b>UNIVERSIDAD SANTO TOMAS VILLAVICENCIO</b>		
PLANCHA N°	INTEGRANTES:	ESCALA:
2	CHRISTIAN CAMILO MOSQUERA SALCEDO MARY ALEJANDRA RODRIGUEZ MORENO	1:18.189

**Legend**



Anexo 3. Mapa del Bioparque los Ocarros

MAPA BIOPARQUE LOS OCARROS



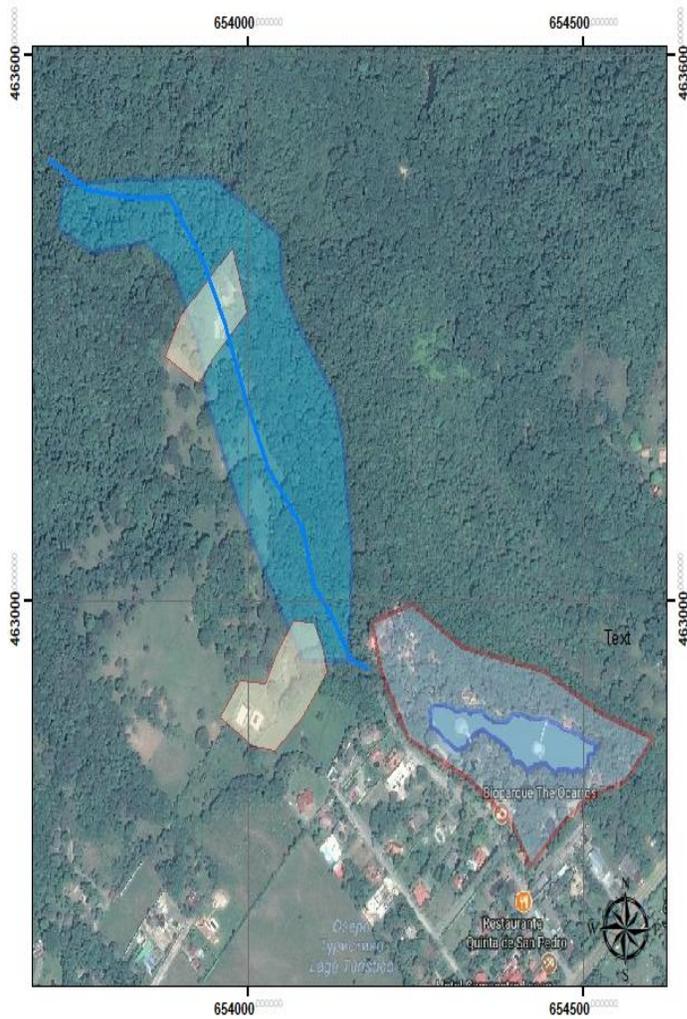
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS VILLAVICENCIO		
PLANCHA N°	INTEGRANTES:	ESCALA:
3	CHRISTIAN CAMILO MOSQUERA SALCEDO MARY ALEJANDRA RODRIGUEZ MORENO	1:3.182

Legend

- LAgo
- BIOPARQUE LOS OCARROS

Anexo 4. Zona de inundación de la cuenca media del Caño Vanguardia.

## ZONA DE INUNDACION DE LA CUENCA MEDIA DEL CAÑO VANGUARDIA



### Leyenda

-  River
-  fincas
-  zona de inundacion
-  LAgo
-  BIOPARQUE LOS OCARROS

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS VILLAVICENCIO		
PLANCHA N°	INTEGRANTES:	ESCALA:
4	CHRISTIAN CAMILO MOSQUERA SALCEDO MARY ALEJANDRA RODRIGUEZ MORENO	1:6.354

Anexo 5. Datos obtenidos en campo.

	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	12-feb-18	0,1	4	6,03	23,2	14'56"	3,60	10
PUNTO 2	12-feb-18	0,3	4	6,04	28,5	2'38"	4,10	9
PUNTO 3	12-feb-18	1,3	4	6,3	29,7	0'30"	3,10	9
PUNTO 4	12-feb-18	0,5	6	6,4	23,5	2'	4,63	11
PUNTO 5	12-feb-18	0,5	5	6,4	25,7	1'49	4,33	9
PUNTO 6	12-feb-18	0,5	7	6	23,5	0'40"	2,33	8
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	14-feb-18	0,1	6	6,5	23	14'41"	3,60	13
PUNTO 2	14-feb-18	0,3	5	6,5	24,6	1'	4,10	10
PUNTO 3	14-feb-18	0,9	5	6,4	29,7	0'20"	3,10	9
PUNTO 4	14-feb-18	0,5	7	6,4	23,5	2'15"	4,63	10
PUNTO 5	14-feb-18	0,6	6	6,4	25,4	1'57"	4,33	9
PUNTO 6	14-feb-18	0,5	6	6	24,9	0'52"	2,33	9
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	20-feb-18	0,1	6	6,5	23	10'29"	3,60	13
PUNTO 2	20-feb-18	0,4	6	6,5	23	2'25"	4,10	9
PUNTO 3	20-feb-18	0,7	4	6,2	23,5	0'35"	3,10	8
PUNTO 4	20-feb-18	0,5	7	6,4	23,1	2'54	4,63	9
PUNTO 5	20-feb-18	0,4	5	6,4	23	1'45"	4,33	8
PUNTO 6	20-feb-18	0,4	5	6,4	22,6	0'47"	2,33	9
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	22-feb-18	0,1	5	6,3	23,2	16'57"	3,60	11
PUNTO 2	22-feb-18	0,3	6	6,4	22,6	1'37"	4,10	9
PUNTO 3	22-feb-18	0,6	5	6,4	22,4	1'	3,10	8
PUNTO 4	22-feb-18	0,4	6	6,4	22,8	2'20"	4,63	9
PUNTO 5	22-feb-18	0,5	6	6,3	23,3	1'34"	4,33	8
PUNTO 6	22-feb-18	0,4	5	6,4	22,2	1'2"	2,33	8
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	28-feb-18	0,1	5	6,5	22,1	16'05"	3,60	10
PUNTO 2	28-feb-18	0,2	5	6,4	22,6	3'19"	4,10	8
PUNTO 3	28-feb-18	0,4	6	6,5	22,8	0'34"	3,10	9
PUNTO 4	28-feb-18	0,5	6	6,5	22,6	1'03"	4,63	9
PUNTO 5	28-feb-18	0,5	6	6,5	23	1'13"	4,33	9
PUNTO 6	28-feb-18	0,3	6	6,5	22,5	0'46"	2,33	8
DIA LLUVIOSO								
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	07-mar-18	0,1	5	6,2	20,2	18'36"	3,60	10
PUNTO 2	07-mar-18	0,2	4	6,5	20,3	1'08"	4,10	9
PUNTO 3	07-mar-18	0,8	6	6,7	21,1	2'77"	4,19	8
PUNTO 4	07-mar-18	0,4	6	6,5	22,1	2'11"	4,63	8
PUNTO 5	07-mar-18	0,5	5	6,5	22,1	1'11"	4,33	9
PUNTO 6	07-mar-18	0,6	5	6,4	20,8	0'29"	2,33	9
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	14-mar-18	0,1	5	6,4	20,5	15'53"	3,60	10
PUNTO 2	14-mar-18	0,2	4	6,5	21,3	1'30"	4,10	8
PUNTO 3	14-mar-18	0,6	6	6,5	21,7	3'11"	4,19	9
PUNTO 4	14-mar-18	0,4	7	6,3	21,1	3'	4,63	8
PUNTO 5	14-mar-18	0,5	6	6,2	21,8	1'51"	4,33	9
PUNTO 6	14-mar-18	0,4	5	6,5	21,2	0'37"	2,33	8
	FECHA	CAUDAL (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	19-mar-18	0,1	5	6,4	20,5	15'57"	3,60	10
PUNTO 2	19-mar-18	0,2	4	6,5	21,3	1'31"	4,10	8
PUNTO 3	19-mar-18	0,6	6	6,5	21,7	3'20"	4,19	9
PUNTO 4	19-mar-18	0,4	7	6,3	21,1	3'12"	4,63	8
PUNTO 5	19-mar-18	0,5	6	6,2	21,8	1'51"	4,33	9
PUNTO 6	19-mar-18	0,4	5	6,5	21,2	0'30"	2,33	8

	FECHA	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
3	PUNTO 1	21-mar-18	0,1	6	6,4	20,6	16'53"	3,60	10
1	PUNTO 2	21-mar-18	0,3	3	6,3	22	1'40"	4,10	7
2	PUNTO 3	21-mar-18	0,7	6	6,5	21,6	3'21"	4,19	6
3	PUNTO 4	21-mar-18	0,5	7	6,3	21,3	2'59"	4,63	8
4	PUNTO 5	21-mar-18	0,5	5	6,2	20	1'59"	4,33	9
5	PUNTO 6	21-mar-18	0,4	5	6,6	21,2	0'42"	2,33	9
7									
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
3	PUNTO 1	26-mar-18	0,1	5	6,3	22,9	17'08"	3,60	8
3	PUNTO 2	26-mar-18	0,2	3	6,4	23,9	1'33"	4,19	8
0	PUNTO 3	26-mar-18	0,6	6	5,9	23,8	0'51"	4,19	7
1	PUNTO 4	26-mar-18	0,4	7	6,8	23,8	3'05"	4,63	9
2	PUNTO 5	26-mar-18	0,6	5	6,6	22,9	2'09"	4,36	6
3	PUNTO 6	26-mar-18	0,5	3	6,6	22,5	0'58"	2,33	7
4									
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
6	PUNTO 1	28-mar-18	0,1	4	5,9	22,5	15'03"	3,60	9
7	PUNTO 2	28-mar-18	0,2	5	6,3	23,3	1'27"	4,20	7
8	PUNTO 3	28-mar-18	1,1	6	6	23,4	0'56"	4,20	8
9	PUNTO 4	28-mar-18	0,4	6	5,5	22,4	3'25"	4,63	8
0	PUNTO 5	28-mar-18	0,5	6	6,6	22,5	2'19"	4,36	6
1	PUNTO 6	28-mar-18	0,6	4	6,8	22,1	0'47"	2,33	5
2									
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
3	PUNTO 1	02-abr-18	0,2	5	6,3	22,9	22'10"	3,60	10
5	PUNTO 2	02-abr-18	0,3	7	5,7	22,7	2'4"	4,21	8
6	PUNTO 3	02-abr-18	1,2	6	6,1	22,7	4'40"	4,20	7
7	PUNTO 4	02-abr-18	0,4	6	5,8	22,9	5'03"	4,62	6
8	PUNTO 5	02-abr-18	0,2	3	6	23	1'33"	4,36	5
9	PUNTO 6	02-abr-18	0,6	5	7	22,8	0'45"	2,33	6
~									
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
	PUNTO 1	04-abr-18	0,1	6	6	22,8	20'15"	3,60	9
	PUNTO 2	04-abr-18	0,3	7	6,3	22,7	2'51"	4,21	8
	PUNTO 3	04-abr-18	1,3	5	5,8	22,8	4'30"	4,20	7
	PUNTO 4	04-abr-18	0,5	4	6	22,7	5'40"	4,62	6
	PUNTO 5	04-abr-18	0,4	6	7	22	1'45"	4,36	7
	PUNTO 6	04-abr-18	0,8	7	6,5	22,6	0'37"	2,33	6
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
	PUNTO 1	09-abr-18	0,1	5	6,5	23,1	18'36"	3,60	8
	PUNTO 2	09-abr-18	0,4	7	6	23,1	0'50"	4,21	7
	PUNTO 3	09-abr-18	0,9	4	6,3	22,2	2'18"	4,20	7
	PUNTO 4	09-abr-18	0,5	7	6,4	23	5'22"	4,62	6
	PUNTO 5	09-abr-18	0,2	6	6,5	23,3	1'26"	4,36	5
	PUNTO 6	09-abr-18	0,3	4	6,7	22,8	0'36"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
	PUNTO 1	11-abr-18	0,1	6	6,6	22,9	17'08"	3,60	10
	PUNTO 2	11-abr-18	0,4	7	6	22,8	2'56"	4,21	6
	PUNTO 3	11-abr-18	1,4	4	6,4	23	3'04"	4,20	7
	PUNTO 4	11-abr-18	0,6	6	6,4	23	5'33"	4,62	7
	PUNTO 5	11-abr-18	0,5	6	6,6	23,1	1'40"	4,36	8
	PUNTO 6	11-abr-18	1	4	6,7	22,7	0'45"	2,33	5
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)	
	PUNTO 1	16-abr-18	0,1	6	6,6	22,8	22'35"	3,60	9
	PUNTO 2	16-abr-18	0,4	7	6,1	23	2'41"	4,21	6
	PUNTO 3	16-abr-18	1,1	4	6,3	22,9	2'41"	4,20	7
	PUNTO 4	16-abr-18	0,6	5	6,5	23	0'55"	4,62	8
	PUNTO 5	16-abr-18	0,6	8	6,5	23,1	1'59"	4,36	6
	PUNTO 6	16-abr-18	0,9	4	6,8	22,6	0'55"	2,33	6

	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	18-abr-18	0,3	6	6,5	22,9	17'08"	3,60	10
PUNTO 2	18-abr-18	0,6	7	5,6	22,7	1'33"	4,21	6
PUNTO 3	18-abr-18	1,8	5	6,5	22,9	0'51"	4,20	8
PUNTO 4	18-abr-18	0,6	5	6,3	23	3'05"	4,62	7
PUNTO 5	18-abr-18	0,7	7	6,8	22,7	2'09"	4,36	7
PUNTO 6	18-abr-18	0,9	5	7	22,8	0'29"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	23-abr-18	0,2	6	6,3	22,8	25"	3,60	9
PUNTO 2	23-abr-18	0,4	7	6,5	22,9	0'36"	4,74	8
PUNTO 3	23-abr-18	1	8	6,5	22,9	3'05"	4,3	6
PUNTO 4	23-abr-18	0,4	5	6,5	22,9	3'41"	4,62	7
PUNTO 5	23-abr-18	0,6	5	7	22,8	2'12"	4,36	6
PUNTO 6	23-abr-18	0,7	6	6,8	22,7	0'56"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	25-abr-18	0,3	6	6,2	22	19'13"	3,60	10
PUNTO 2	25-abr-18	0,4	8	6,3	22,3	2'33"	4,74	6
PUNTO 3	25-abr-18	1,1	6	6,5	22,6	0'47"	4,3	5
PUNTO 4	25-abr-18	0,4	5	5,6	23	4'05"	4,62	6
PUNTO 5	25-abr-18	0,5	4	5,2	22,1	2'57"	4,36	8
PUNTO 6	25-abr-18	0,7	6	5,9	22,6	0'46"	2,33	5
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	30-abr-18	0,3	6	6,1	22,9	18'38"	3,60	9
PUNTO 2	30-abr-18	0,4	7	6,2	22,3	1'53"	4,74	6
PUNTO 3	30-abr-18	1,3	7	6,2	22,4	0'31"	4,3	6
PUNTO 4	30-abr-18	0,3	5	5,8	22,5	3'15"	4,62	5
PUNTO 5	30-abr-18	0,4	6	5	23	1'49"	4,36	8
PUNTO 6	30-abr-18	0,7	6	6,1	23,3	0'48"	2,33	6
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	02-may-18	0,2	6	6,2	22,9	20'28"	3,60	8
PUNTO 2	02-may-18	0,4	7	6,5	22,3	1'56"	4,74	7
PUNTO 3	02-may-18	0,9	6	6,2	22,6	0'48"	4,3	5
PUNTO 4	02-may-18	0,3	5	5,9	23	3'22"	4,62	5
PUNTO 5	02-may-18	0,5	6	5,5	23,1	1'47"	4,36	6
PUNTO 6	02-may-18	0,7	6	6,1	22,9	0'53"	2,33	6
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	07-may-18	0,2	5	5	22,8	18'34"	3,60	11
PUNTO 2	07-may-18	0,4	7	5,5	22,7	3'33"	4,74	12
PUNTO 3	07-may-18	1,1	5	6,2	23	1'10"	4,3	10
PUNTO 4	07-may-18	0,4	6	5,8	23,3	4'05"	4,62	11
PUNTO 5	07-may-18	0,6	5	5,4	22,8	2'29"	4,36	9
PUNTO 6	07-may-18	0,8	5	6,1	22,9	0'49"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	09-may-18	0,3	6	5,5	22,5	21'38"	3,60	10
PUNTO 2	09-may-18	0,5	7	5	23	3'42"	4,74	9
PUNTO 3	09-may-18	1,2	5	5,9	22,6	1'21"	4,3	11
PUNTO 4	09-may-18	0,3	6	5,8	22,8	4'12"	4,62	10
PUNTO 5	09-may-18	0,5	5	6	22,9	2'59"	4,36	8
PUNTO 6	09-may-18	1	4	5,9	22,7	1'29"	2,33	10
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	14-may-18	0,4	6	5,2	22,6	22'58"	3,60	12
PUNTO 2	14-may-18	0,5	6	5	23	3'47"	4,74	11
PUNTO 3	14-may-18	1,1	7	5,6	22	1'36"	4,3	9
PUNTO 4	14-may-18	0,4	5	5	22,7	3'05"	4,62	11
PUNTO 5	14-may-18	0,5	8	5,7	22,5	2'29"	4,36	9
PUNTO 6	14-may-18	1	6	5,9	22,5	1'22"	2,33	10
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	16-may-18	0,3	6	5,5	22,5	21'13"	3,60	10
PUNTO 2	16-may-18	0,3	5	5	22	3'19"	4,74	11
PUNTO 3	16-may-18	0,9	7	5	22,3	0'59"	4,3	8
PUNTO 4	16-may-18	0,4	6	5,7	22,9	3'05"	4,62	11
PUNTO 5	16-may-18	0,4	8	5,4	22,5	3'59"	4,36	10
PUNTO 6	16-may-18	0,9	6	5,6	22,6	1'50"	2,33	10

	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	21-may-18	0,3	5	5,9	23,9	2'08"	3,60	11
PUNTO 2	21-may-18	0,4	6	5,8	22,7	3'42"	4,74	12
PUNTO 3	21-may-18	1,7	6	5,7	22	1'21"	4,3	10
PUNTO 4	21-may-18	0,5	7	5,4	21,8	4'55"	4,62	9
PUNTO 5	21-may-18	0,6	9	5	22,6	3'09"	4,36	7
PUNTO 6	21-may-18	1,1	5	5	22,7	2'02"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	23-may-18	0,4	6	5,8	22,3	2'103"	3,60	9
PUNTO 2	23-may-18	0,4	7	6	22,6	3'36"	4,74	11
PUNTO 3	23-may-18	1,8	8	5,3	22,5	3'47"	4,3	11
PUNTO 4	23-may-18	0,3	6	5,4	22,3	4'25"	4,62	12
PUNTO 5	23-may-18	0,7	4	5,3	22,4	3'39"	4,36	8
PUNTO 6	23-may-18	1	4	5	23	2'01"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	28-may-18	0,3	6	6	22,5	2'3'08"	3,60	7
PUNTO 2	28-may-18	0,3	6	5,3	23,1	3'05"	4,74	9
PUNTO 3	28-may-18	1,5	7	5,2	23,4	3'54"	4,3	10
PUNTO 4	28-may-18	0,3	4	5,8	22,9	4'05"	4,62	10
PUNTO 5	28-may-18	0,6	5	5,9	22,6	3'49"	4,36	12
PUNTO 6	28-may-18	0,9	9	5,7	22,9	1'59"	2,33	11
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	30-may-18	0,3	6	6,3	22,4	2'3'25"	3,60	12
PUNTO 2	30-may-18	0,4	5	6,5	22,3	3'42"	4,74	11
PUNTO 3	30-may-18	1,1	7	5,9	22,5	3'51"	4,3	10
PUNTO 4	30-may-18	0,3	7	5,6	22,4	4'15"	4,62	9
PUNTO 5	30-may-18	0,6	7	5,7	22,5	3'55"	4,36	6
PUNTO 6	30-may-18	0,9	9	5,8	22,5	2'00"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	04-jun-18	0,4	6	6,3	22,5	2'1'28"	3,60	11
PUNTO 2	04-jun-18	0,4	5	5,3	22,3	3'43"	4,74	11
PUNTO 3	04-jun-18	1	7	5,3	22,6	3'42"	4,3	12
PUNTO 4	04-jun-18	0,3	7	6,3	22,9	4'05"	4,62	10
PUNTO 5	04-jun-18	0,5	9	5,7	22,5	3'53"	4,36	9
PUNTO 6	04-jun-18	0,8	7	5,8	23	1'40"	2,33	7
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	06-jun-18	0,3	5	6,3	22,6	2'0'38"	3,60	10
PUNTO 2	06-jun-18	0,4	6	5,7	22,4	3'05"	4,74	11
PUNTO 3	06-jun-18	1,6	7	6,3	22,6	3'42"	4,3	10
PUNTO 4	06-jun-18	0,4	9	6,5	22,3	3'55"	4,62	11
PUNTO 5	06-jun-18	0,6	6	5,9	22,3	3'19"	4,36	10
PUNTO 6	06-jun-18	1,1	9	6	22,1	2'10"	2,33	12
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	11-jun-18	0,3	6	6	22,2	2'5'08"	3,60	11
PUNTO 2	11-jun-18	0,3	7	6,3	22,9	2'59"	4,74	10
PUNTO 3	11-jun-18	1,5	6	5,7	22,3	3'11"	4,3	9
PUNTO 4	11-jun-18	0,3	5	6,3	22,9	3'37"	4,62	12
PUNTO 5	11-jun-18	0,6	5	5,7	22,8	3'29"	4,36	12
PUNTO 6	11-jun-18	0,9	6	5,3	22,5	2'09"	2,33	10
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	13-jun-18	0,4	5	6,5	22,3	2'3'18"	3,60	10
PUNTO 2	13-jun-18	0,3	6	5,3	22,2	2'27"	4,74	12
PUNTO 3	13-jun-18	1,6	7	5,6	22,3	3'30"	4,3	12
PUNTO 4	13-jun-18	0,7	7	5,7	22,1	3'37"	4,62	11
PUNTO 5	13-jun-18	0,6	8	5,1	22,1	3'30"	4,36	9
PUNTO 6	13-jun-18	1,2	6	5,3	22,2	2'29"	2,33	9
	FECHA	velocidad (m/s)	PPM	PH	TEMPERATURA (°C)	INFILTRACION (1000 ml en minutos)	ANCHO DEL CAÑO (m)	CONDUCTIVIDAD( microsiemens)
PUNTO 1	18-jun-18	0,5	6		22,3	2'3'22"	3,60	9
PUNTO 2	18-jun-18	0,3		5,3	22,5	2'47"	4,74	9
PUNTO 3	18-jun-18	1,4		5,3	22,6	3'49"	4,3	7
PUNTO 4	18-jun-18	0,6		5,5	22	3'25"	4,62	8
PUNTO 5	18-jun-18	0,6		5,9	23	3'30"	4,36	10
PUNTO 6	18-jun-18	1,3		5,7	22,9	2'19"	2,33	12



6.3. Punto 3.

Fecha	hacho [m]	profundidad 1	profundidad 2	profundidad 3	profundidad 4	profundidad 5	profundidad 6	profundidad 7	profundidad 8	profundidad 9	profundidad 10	profundidad 11	profundidad 12	profundidad 13	profundidad 14	profundidad 15	profundidad 16	profundidad 17	profundidad 18	profundidad 19	profundidad 20		
12-feb-18	5,4	1	3	1	1	4,5	1	16	15,5	15,5	12,5	16,5	17	20	1	1	1	1	1	1	1	5,3	
14-feb-18	5,4	1	2	5,5	18,5	11	2	19,2	19	20	16	15,5	20	17,5	1	3	1	1	1	1	1	5,3	
20-feb-18	5,4	1	7	1	3	5	1	18,5	18,5	18	3	2	18,0	15,5	18,3	11	1	1	1	1	1	5,3	
22-feb-18	5,4	1	1	7,3	3,5	7,2	1	18,5	11	18,2	3	3,5	17,7	18,6	18	15	1	1	1	1	1	5,3	
24-feb-18	5,4	1	7	7,8	18,5	7,8	1	11	15,2	18,5	8,2	3	18	19	18	15	1	1	1	1	1	5,4	
07-mar-18	5,4	1	8,5	12	19,8	3,3	2,2	16,5	15,5	15,5	5,5	4	17,5	19,3	3,3	19,8	1	1	1	1	1	5,3	
14-mar-18	5,4	1	7,3	8,5	3	3	1	17	14	8,5	4	5,7	16,5	17,8	8,7	7,8	1	1	1	1	1	5,3	
19-mar-18	5,4	1	6,5	18,3	15,4	3,3	1	14,3	11,5	3,4	3,5	7,4	16,3	18,7	16,1	14,3	1	1	1	1	1	5,5	
21-mar-18	5,4	1	7,1	3,5	12,5	3,2	1	19,3	18,7	15,4	7,8	18,2	16,2	18,3	18,3	15,7	1	1	1	1	1	5,7	
25-mar-18	5,4	1	1	7	18,8	3,5	2	14,4	11,3	15	1	3	3	17	3	1	1	1	1	1	1	5,5	
28-mar-18	5,4	1	1	15	11,3	7,2	1	19	1	4	5	5	4,5	15,3	11,5	3	1	1	1	1	1	5,1	
02-abr-18	4,8	1	1,5	3,5	14	18	19	12,3	18	14	14,3	1	1	3,3	16	19	19,5	11	3	1	1	5,2	
04-abr-18	4,8	1	2,5	12,5	14	19	19	4	20	19	12	11,5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	5,3	
05-abr-18	4,8	1	1,3	19	14,1	19,1	14	1	21	19	11,5	6,5	5,3	5,2	1,3	20	18,3	12,5	11	2	1	8,3	
11-abr-18	4,8	1	2,8	15	14,8	19,2	14,5	1,5	21,5	19,3	12	6,8	5,7	18	20	18,5	12,5	15,5	12	1,5	1	1,4	
16-abr-18	4,8	1	2,1	19	15,2	14,3	14	16,2	1	22	16,5	11,3	4,2	5,3	5,3	17,4	20	17,3	12,7	3	1	5,1	
18-abr-18	4,8	1	2,2	19,5	14,2	19,5	14,2	17,2	21,2	19	12,6	4,5	16,8	5,5	17,8	20	18,3	15,3	15,2	2,2	1	5,8	
23-abr-18	4,8	1	2,5	19,8	14,5	12,5	14,2	1	22	19	19	7,8	16	15,5	18,5	17,2	20	18,0	15,3	11,3	2,1	1	1
25-abr-18	4,8	1	2,1	14,1	15,5	14,3	15,3	3,8	17,8	18,8	12,3	5,1	5,3	8,3	19,8	20,5	17,3	14,8	12,5	1,5	1	5,1	
31-abr-18	4,8	1	1,8	14,5	16,8	14,8	15,3	8,5	18,8	19,3	12,5	5,1	7,3	7,7	19,3	21,3	17,8	14,4	12,8	1,3	1	5,3	
02-may-18	4,8	1	2,6	14,3	15,4	15,2	18,8	8,1	19,2	19,7	12,8	5,8	8,4	7,1	19,5	22,1	17,8	14,8	19,8	1,1	1	8,3	
07-may-18	4,8	1	3,3	19,7	15,7	15,7	19,8	7,7	18,4	20,2	19,8	5,8	5,4	19,3	22,8	17,7	19,5	19,2	8,8	1	1	5,1	
08-may-18	4,8	1	4	14,6	17,1	16,2	20,1	7,3	18,7	20,4	19,2	5,3	7,5	5,8	14,2	23,5	17,4	19,2	19,4	1,6	1	5,2	
14-may-18	4,8	1	5,8	15,3	17,5	15,5	21,1	6,8	18,3	21,1	19,4	5,3	4,2	5,1	14,5	24,2	17,5	19,8	19,5	2,4	1	5,1	
15-may-18	4,8	1	5,5	14,5	17,8	17,1	22,2	19,5	19,1	21,5	19,5	5,8	5,6	4,5	14,8	24,3	17,5	19,4	19,8	1,2	1	8,3	
23-may-18	4,8	1	5,7	17,3	18,2	17,2	23,2	18	19,4	23,8	19,8	5,7	5,6	5,8	15,1	25,7	17,4	19,8	14,8	2,3	1	5,7	
23-may-18	5,4	1	5,3	17,2	18,5	18,8	24,3	15,5	19,5	25,4	14,8	5,7	5	3,2	15,4	26,4	1	1	1	1	1	5,8	
28-may-18	5,4	1	5,1	17,5	19,8	18,5	25,3	19,2	19,8	25,3	14,2	5,6	5,7	18,2	15,7	27,1	1	1	1	1	1	5,5	
31-may-18	5,4	1	5,5	18,3	17,3	18,3	25,3	12,8	20,1	25,3	14,4	5,6	18,5	16,1	14,5	16,1	1	1	1	1	1	5,1	
01-jun-18	5,4	1	5,3	18,2	17,7	17,4	27,4	15,4	20,3	28,8	14,5	5,5	5	18,3	15,4	28,5	1	1	1	1	1	1	
11-jun-18	5,4	1	5,3	12,5	20,1	16,8	19,4	3,3	20,5	25,2	14,8	5,5	5,3	19,5	15,7	29,3	1	1	1	1	1	5,5	
11-jun-18	5,4	1	5,7	11,2	20,5	16,3	17,5	3,5	20,8	28,7	14,3	5,4	4,2	18,3	12,5	22,5	1	1	1	1	1	5,5	
13-jun-18	5,4	1	4,2	19,5	15,8	16,8	14,5	3,1	19,8	17,1	19	5,4	7	4,5	11,3	28,8	1	1	1	1	1	5,5	
18-jun-18	5,4	1	3,8	11,3	11,2	15,2	14,5	2,7	15,2	15,4	12,5	5,3	5	3,2	18,3	19,2	1	1	1	1	1	1,4	

6.4. Punto 4.

Fecha	hacho [m]	profundidad 1	profundidad 2	profundidad 3	profundidad 4	profundidad 5	profundidad 6	profundidad 7	profundidad 8	profundidad 9	profundidad 10	profundidad 11	profundidad 12	profundidad 13	profundidad 14	profundidad 15
12-feb-18	4,63	0	3,3	5,8	15,6	15	13,3	0,6	3,4	3,3	4,5	6	11,5	15	12	1
14-feb-18	4,63	0	3,2	11	15,3	13,8	11	7	12	8	10	6	3,2	4	9	16
20-feb-18	4,63	0	2	15,5	3,6	10	10,5	3,8	13,5	10,5	11,8	15,2	15,5	11	10,5	0
22-feb-18	4,63	0	2	12,2	10	12	15	10,5	12,7	3,3	8,2	18,3	12,5	15	9	17,5
28-feb-18	4,63	0	5	9	11,1	12,3	10,9	3,5	14,75	10,2	11,3	21,4	12,3	15,2	8,3	17
07-mar-18	4,63	0	3	12,3	10	12,5	11	9	12,3	11	13,1	24,5	11,9	14	7,5	20,35
14-mar-18	4,63	0	5,5	11,9	12,3	15	11	7,8	12,5	16	14,4	18,5	11	16,3	6,8	23,7
19-mar-18	4,63	0	7	12,6	11	15,6	12,7	10	11	22,5	15,7	17,9	12	17,7	9,0	16,5
21-mar-18	4,63	0	6,2	12,5	10	15,2	12,2	10,2	11,2	22,3	17	17,3	12,5	18,5	5,3	22,3
26-mar-18	4,63	0	4	12	10,7	15	12	10,5	11,1	25	18,3	16,7	12,2	15,2	5,5	5,2
28-mar-18	4,63	0	4,7	13	12	15,3	12	10,6	10,2	23	19,6	24,5	12,4	14	4,8	5,6
02-abr-18	4,63	0	4,2	13,2	12,3	15,1	13,6	10,3	10,3	24	20,9	23	12,7	14,6	4	7,6
04-abr-18	4,63	0	4,5	12,3	12,2	15	14	11	12,5	22	22,2	21,5	13	17	9	12
09-abr-18	4,63	0	4,9	15,5	10,5	15,6	12,6	10,9	13,2	23	23,5	20	13,9	19,2	9,3	12,3
11-abr-18	4,63	0	3,6	13,6	10	13	17	11,5	10,2	23	24,8	22	13,5	19	6,5	13,8
16-abr-18	4,63	0	2,2	14	10	5	22	11,2	10,3	22,6	26	22,9	12,3	20,2	4,5	13,2
18-abr-18	4,63	0	4,1	14	9	6	22,3	11,5	10,7	23,5	27,3	22,3	13,4	20,6	4,3	13,2
23-abr-18	4,63	0	4,3	14,7	8,2	7,2	25	11,7	10,5	22,1	28,6	21,5	13,5	20,9	8,6	16,3
25-abr-18	4,63	0	6	13,9	12	6	22,5	10,2	10,4	25,6	23,9	14,5	13,7	20,9	8,7	13,3
30-abr-18	4,63	0	8	13	12,3	8	21,9	3,3	10,2	25,7	31,2	14,9	13,8	20,5	7,9	13,4
02-may-18	4,63	0	8,2	12	13	9	24,2	5	10,1	26	32,5	15,3	14	19,9	7,9	13,5
07-may-18	4,63	0	7,3	15,5	13,2	8,5	23,5	5,2	3,9	29	33,8	15,6	11,1	19,8	8,9	15,5
09-may-18	4,63	0	6,9	16	10	6	23,1	15	3,8	22	35,1	22	14,2	17	3,4	13,6
14-may-18	4,63	0	5,2	17	9,8	6,3	23,3	0,5	3,6	22,3	36,4	22,9	14,4	15,2	3,9	13,6
16-may-18	4,63	0	8,3	19,5	10	7,3	22,3	10	8,7	22,8	23,5	23,8	14,3	20,2	10,4	13,7
21-may-18	4,63	0	8	15,6	10,2	7,5	22,9	10,4	8,7	22,5	24,8	24,7	14,6	15,3	10,3	13,8
23-may-18	4,63	0	9,2	15,8	10,5	7,2	21	10,2	3,2	22,3	26	25,6	14,6	16,4	11,4	13,8
28-may-18	4,63	0	3	15	11,6	8	25	11	3	22,8	27,3	17,8	14,9	17,2	11,9	13,9
30-may-18	4,63	0	5	16	13	8,9	25,2	12,6	8,9	23	42,8	18,2	15	11,2	12,4	14
04-jun-18	4,63	0	5,3	16,2	13,2	9	22	15,3	8,7	23,2	44,1	18,6	15,2	12,5	12,3	14,4
06-jun-18	4,63	0	5,2	10,2	12,6	5	21	15,2	8,5	22,3	45,39	18,9	15,3	12,5	13,3	14,3
11-jun-18	4,63	0	3	3,8	13,5	2,2	13,2	11	6,4	26	22,3	13,3	15,5	23,8	13,9	14,3
13-jun-18	4,63	0	3,3	10,2	3	3,5	12,8	11,7	8,2	22	22,8	13,7	12,3	12,3	14,4	14,6
18-jun-18	4,63	0	3	9	3,2	3,6	18,9	12	8,1	21	22,5	20	12,7	15	14,9	14,7

profundidad 13	profundidad 14	rofandad	rofandad 1	rofandad 1	rofandad 1	rofandad 1	rofandad 2	rofandad	rofandad 2	rofandad 2	rofandad 2	Velocidad
15	12	1	18,5	15	14,6	12,5	15	1,2	13	0	0,5	
4	9	16	13	4	17	18,5	17	14,9	12	0	0,5	
11	10,5	0	16,7	7,2	15,6	15,3	16,3	14	11	0	0,5	
15	9	17,5	14,3	5,4	12	14,5	18,2	22,8	26,8	0	0,4	
15,2	8,3	17	13,4	5,5	11	13,9	11	10,7	10,5	0	0,5	
14	7,5	20,35	17,3	15	8,8	14,9	14,5	14,7	14,8	0	0,4	
16,3	6,8	23,7	17,1	18	18,3	18,9	19,6	20,2	20,8	0	0,4	
17,7	9,0	16,5	12,9	12	11,7	11,1	10,6	10	9,4	0	0,4	
18,5	5,3	22,3	16	16,3	16,5	13,7	17,1	17,4	17,6	0	0,5	
15,2	5,5	5,2	2,1	14,92	3,9	13,2	9,8	12,8	15,8	0	0,4	
14	4,8	5,6	5	15	10,5	12,8	19,6	24,1	28,7	0	0,4	
14,6	4	7,6	6,3	15	7,4	12,4	15,3	19,2	23,2	0	0,4	
17	9	12	7,9	5	3	6,7	20,3	3,9	26,2	0	0,5	
19,2	9,3	12,3	9	6,9	4,9	6,9	23	1,1	23,1	0	0,5	
19	6,5	13,8	12,4	5,6	3,3	7,2	25,8	3,8	26,1	0	0,6	
20,2	4,5	13,2	12,2	3,7	1	7,4	28,5	7,2	9,9	0	0,6	
20,6	4,3	13,2	12	3,9	1,1	7,7	31,2	7	9,8	0	0,6	
20,9	8,6	16,3	11,6	10,0	8,5	6,9	5,4	3,9	2,3	0	0,4	
20,9	8,7	13,3	12	11,3	10,6	9,8	9,1	8,4	7,6	0	0,4	
20,5	7,3	13,4	11,1	10,2	9,2	8,3	7,4	6,4	5,5	0	0,3	
19,9	7,9	13,5	11,2	10	9,3	8,3	7,4	6,4	5,4	0	0,3	
19,8	8,9	15,5	13,5	13,2	13	12,7	12,5	12,2	12	0	0,4	
17	9,4	13,6	9	6,6	4,4	2,2	12	2,1	4,3	0	0,3	
15,2	9,9	13,6	12,7	39,5	40,2	45	42,8	44,3	45,4	0	0,4	
20,2	10,4	13,7	12,2	38,9	45,6	45,3	41	42,6	45,3	0	0,4	
15,3	10,9	19,8	11,6	30	33,2	27,6	30,3	46,4	47,9	0	0,5	
16,4	11,4	13,8	11,1	31,9	34,6	28,7	31,9	35,1	38,3	0	0,3	
17,2	11,9	13,9	10,5	32,8	34,4	29,4	31,8	34,2	36,6	0	0,3	
11,2	12,4	14	10	30,7	34,7	28,1	32,3	36,5	40,7	0	0,3	
12,5	12,9	14,4	9,4	26,7	33,9	30,8	30,7	30,6	30,5	0	0,3	
15,3	13,4	14,6	8,8	35	35,1	31,5	32,3	33,1	33,9	0	0,4	
23,8	13,9	14,3	8,3	36,5	40,3	31,8	31,7	31,6	31,5	0	0,3	
12,3	14,4	14,6	7,7	27,4	33,6	32,5	31,7	30,9	30	0	0,7	
15	14,9	14,7	7,2	20,4	25,8	33,2	31,7	30,1	28,6	0	0,6	

6.5. Punto 5

fecha	ancho (m)	profundidad	profundidad 2	rofandad	profundidad 4	profundidad 5	rofandad	profundidad 14							
12-feb-18	4,33	0	2,8	9,0	9,8	5,5	0,0	5,0	0,0	8,0	23,5	25,5	24,0	22,5	23,0
14-feb-18	4,33	0	3,1	11,0	11,0	6,0	0,0	5,2	0,0	9,4	25,8	22,3	24,0	22,5	28,5
20-feb-18	4,33	0	8,0	11,5	5,6	5,5	0,0	0,5	0,0	18,5	24,0	24,8	22,5	23,6	21,5
22-feb-18	4,33	0	7,9	10,9	6,0	6,5	0,0	1,2	0,0	10,5	25,5	25,3	23,3	23,5	29,0
28-feb-18	4,33	0	7,5	10,0	5,0	7,0	0,0	0,0	0,0	20,5	25,5	26,0	22,0	25,0	24,0
07-mar-18	4,33	0	6,0	11,0	5,2	8,0	0,0	2,5	0,0	19,6	23,6	27,0	22,6	26,0	24,1
14-mar-18	4,33	0	6,3	11,0	5,3	8,1	0,0	1,3	0,0	20,9	22,1	27,5	22,5	25,3	24,3
19-mar-18	4,33	0	5,2	11,0	5,9	8,5	0,0	3,2	0,0	19,6	22,6	27,2	23,0	26,4	23,5
21-mar-18	4,33	0	7,2	9,9	5,3	9,3	0,0	2,7	0,0	19,3	22,3	27,6	23,6	27,3	22,1
26-mar-18	4,33	0	6,4	10,1	5,2	9,4	0,0	10,5	0,0	19,5	20,9	26,9	22,5	26,6	23,5
28-mar-18	4,33	0	6,4	10,6	5,1	10,0	0,0	2,6	0,0	20,5	23,7	26,5	22,4	14,5	26,4
02-abr-18	4,33	0	6,0	10,5	5,2	10,4	0,0	2,9	0,0	20,2	23,2	27,3	23,9	15,2	27,2
04-abr-18	4,33	0	5,9	10,3	5,3	10,9	0,0	1,9	0,0	21,6	23,5	27,3	25,0	19,2	25,6
09-abr-18	4,33	0	4,5	10,6	5,1	10,5	0,0	1,5	0,0	21,3	23,7	27,9	27,0	13,2	24,3
11-abr-18	4,33	0	4,8	10,3	5,4	11,0	0,0	2,0	0,0	22,5	26,0	27,6	25,6	13,5	22,1
16-abr-18	4,33	0	5,2	11,0	5,6	10,9	0,0	2,0	0,0	25,0	26,3	26,5	27,9	14,0	20,3
18-abr-18	4,33	0	6,2	11,2	5,2	10,5	0,0	2,6	0,0	25,6	25,4	26,0	27,6	14,6	25,6
23-abr-18	4,33	0	5,9	10,5	5,3	11,2	0,0	2,5	0,0	25,9	25,7	26,2	26,3	19,2	20,7
25-abr-18	4,33	0	4,7	10,9	5,4	11,3	0,0	2,0	0,0	26,0	25,9	25,8	25,3	18,3	20,3
30-abr-18	4,33	0	4,7	9,9	5,7	11,6	0,0	2,5	0,0	26,3	25,3	26,4	28,0	20,5	20,9
02-may-18	4,33	0	4,3	12,3	6,2	11,2	0,0	3,0	0,0	26,4	26,4	26,2	28,6	26,2	21,5
07-may-18	4,33	0	5,1	11,5	6,7	11,3	0,0	3,5	0,0	26,5	26,3	27,0	36,0	27,3	21,7
09-may-18	4,33	0	5,5	11,2	7,0	9,5	0,0	4,0	0,0	26,3	26,9	27,7	37,5	23,6	27,5
14-may-18	4,33	0	5,6	11,6	9,0	9,2	0,0	4,7	0,0	26,9	27,0	26,3	36,5	20,3	27,6
16-may-18	4,33	0	5,5	12,0	9,2	9,3	0,0	5,0	0,0	26,9	28,0	27,3	36,9	27,3	27,3
21-may-18	4,33	0	6,1	12,0	9,5	12,0	0,0	5,6	0,0	26,9	29,2	27,5	37,5	27,6	27,5
23-may-18	4,33	0	6,7	12,6	9,2	12,3	0,0	5,2	0,0	25,3	30,6	25,6	30,6	27,9	29,0
28-may-18	4,33	0	6,9	11,5	9,3	12,3	0,0	5,9	0,0	22,6	30,6	28,0	30,3	27,8	30,2
30-may-18	4,33	0	6,5	10,6	9,5	12,5	3,0	5,8	0,0	22,3	29,6	29,3	27,6	26,9	22,6
04-jun-18	4,33	0	7,0	10,3	4,2	11,9	0,2	5,6	0,0	21,9	24,2	25,3	26,5	27,3	19,0
06-jun-18	4,33	0	6,9	10,2	5,6	11,7	1,0	6,0	0,0	20,0	24,6	25,9	23,6	26,5	16,6
11-jun-18	4,33	0	7,0	11,7	10,5	13,6	0,5	7,2	0,0	20,3	23,0	25,8	24,5	25,3	20,5
13-jun-18	4,33	0	6,3	11,3	10,7	13,5	2,0	6,0	0,0	20,6	25,6	25,6	25,6	22,3	11,2
18-jun-18	4,33	0	5,9	11,1	5,3	14,0	1,5	5,9	0,0	20,5	23,5	25,0	22,3	20,9	13,6



Anexo 7. Datos obtenidos del IDEAM

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)														SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL	
EN 24 HORAS															
FECHA DE PROCESO : 2018/05/18				TIPO EST SP				DEPTO META				ESTACION : 35035020 APTO VANGUARDIA			
LATITUD 0409 N				ENTIDAD 01 IDEAM				MUNICIPIO VILLAVICENCIO				FECHA-INSTALACION 1924-OC			
LONGITUD 7337 W				REGIONAL 03 META-GUAVIAR				CORRIENTE GUATIQUIA				FECHA-SUSPENSION			
ELEVACION 0423 m. s. n. m															
A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1924	2	01										99.2			99.2
1929	2	01					34.6								34.6
1930	2	01			107.9	88.9	101.7	222.2	117.2	102.5	148.7	90.3	37.6		222.2
1931	2	01	19.3	62.1	56.6	113.0	101.3	158.2	106.7	55.2	69.8	96.1	115.2	91.4	158.2
1932	2	01	31.9	59.9	49.7	95.6	142.5	110.7	86.2	103.9	138.7	92.9	159.6	59.8	159.6
1933	2	01	40.6	2.5	65.5	140.5	125.6	118.0	65.0	44.5	65.5	143.0	98.7	84.1	143.0
1934	4	08	47.0		12.2	122.5	90.0	94.6	79.4	58.7	65.5	63.3	58.0	33.6	122.5
1935	3	08	29.2	34.0	113.2	59.0	140.2	100.0	103.6	95.7					140.2
1941	2	01	.0	.0	.0	.0	29.0	55.0	35.0	43.0	42.0	5.0	29.0	5.8	55.0
1943	2	01					149.6	54.8	33.1	27.0	49.0	55.6	16.0	7.5	149.6
1944	2	01	3.0	1.6	40.1	29.2	75.0	11.6	60.4	28.0	77.4	50.2	110.4	33.0	110.4
1945	2	01	.0	.0	7.7	70.0	90.0	52.2	55.0	54.6	36.9	70.3	47.6	7.7	90.0
1946	1	01	11.4	31.6	187.0	75.0	97.5	43.3	121.5	93.8	18.9	40.5	59.5	47.8	187.0
1947	1	01	3.0	5.0	40.0	64.8	67.7	113.1	90.0	69.6	71.1	133.5	34.4	5.4	133.5
1948	1	01	68.5	98.0	98.0	118.5	55.0	85.0	69.0	112.6	74.7	54.0	62.0	6.0	118.5
1949	2	01	.0	4.5	51.0	67.0	81.9	60.0	56.1	158.0	44.8	85.0	42.0	30.0	158.0
1950	1	01	21.5	22.5	30.0	65.1	104.0	61.0	99.0	86.0	115.0	36.0	48.0	60.0	115.0
1951	2	01	35.0	117.2	29.2	97.5	80.7			73.4	85.2	98.0	91.2	73.4	117.2
1952	2	01	9.3	2.0	30.1	84.0	52.5	77.8	65.2	66.2	72.5				84.0
1953	2	01	32.5	88.0	32.8	80.0	144.5	74.3	71.2	24.8	53.0	52.2	87.0	52.0	144.5
1954	2	01	46.6	60.6	58.7	105.1	98.0	90.0	49.0	84.0	53.0	63.0	80.0		105.1
1955	2	01		79.5	53.5	62.0	55.0	64.0							79.5
1956	2	01					26.0	40.0	88.0	40.0	48.0	38.0	43.2		88.0
1957	2	01	.6	23.0	55.5	39.0	130.2	138.0	40.0	50.0	60.0	40.0	80.0	35.0	138.0
1958	2	01	20.0	85.0	59.0	50.0	94.0	88.0	100.0	100.0	40.0	50.0	45.0	40.0	100.0
1959	2	01	.0	35.0	25.0	50.0	50.0	44.0	75.0	75.0	47.0	41.0	37.0	32.0	75.0
1960	2	01	17.0	45.0	40.0	42.0	100.0	76.0	58.0	71.0	52.8	82.4	146.0	26.0	146.0
1961	2	01	9.0	17.0	53.0	80.0	94.0	79.0	60.0	55.0	115.0	115.0	42.0	69.0	115.0
1962	4	08	.0	19.0	82.0	208.0	122.0	45.0	25.0	17.2	55.0	21.0	26.0	.5	208.0
1964	4	08	.0	79.0	15.0	65.0	80.0	96.0	28.0	51.0	66.0	50.0	90.0	25.0	96.0
1965	4	08	40.0	16.0	60.0	50.0	75.0	70.0	49.0	78.0	70.0	85.0	72.0	*	85.0
1966	4	08	55.0	20.0	56.0	72.0	62.0	65.0	45.0	141.0	64.0	97.0	59.0	61.0	141.0
1967	4	08				145.0	116.0	81.0	72.0	52.0	37.0	58.0	60.0	25.0	145.0
1968	4	08	20.0	35.0	16.0	130.0	65.0	101.0	65.0	55.0	103.0	90.0	200.0	11.0	200.0
1969	2	01	58.0	52.0	73.0	95.0	90.0	70.0	120.0	70.0	47.0	104.0	55.0	2.0	120.0
1970	2	01	38.0	40.0	48.0	77.0	50.0	97.0	63.0	82.0	47.0	21.0		48.0	97.0
1971	2	01	23.0	60.0	52.0	81.0	54.0	61.0	53.0	56.0	43.0	55.0	54.0	12.0	81.0
1972	2	01	37.0	50.0	80.0	95.0	100.0	90.1	61.0	281.0	84.0	74.6	58.0	40.0	281.0
1973	2	01	.0	.0	35.0	171.0	230.0	90.5	68.0	140.0	78.0	118.0	63.0	50.0	230.0
1974	2	01	15.0	57.0	34.0	99.7	56.0	87.0		53.3	62.0	50.0	26.0	14.5	99.7
1975	2	01	16.0	45.0	130.0	50.0	142.0	88.0	79.0	38.5	70.3	57.6	79.4	32.2	142.0
1976	2	01	2.2	25.8	39.5	97.7	56.9	81.0	92.5	97.8	64.6	130.9	158.4	77.4	158.4
1977	2	01	.0	24.1	131.3	32.1	77.3	104.3	57.1	83.1	129.8	77.5	81.3	18.0	131.3
1978	2	01	20.4	62.2	90.5	103.9	112.0	51.2	95.5	100.6	118.3	86.8	87.4	97.9	118.3
1979	2	01	23.5	2.4	77.6	108.5	64.3	154.5	38.2	54.1	39.3	80.0		59.3	154.5

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)  
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2018/05/18      ESTACION : 35035020 APTO VANGUARDIA

LATITUD 0409 N      TIPO EST SP      DEPTO META      FECHA-INSTALACION 1924-OC

LONGITUD 7337 W      ENTIDAD 01 IDEAM      MUNICIPIO VILLAVICENCIO      FECHA-SUSPENSION

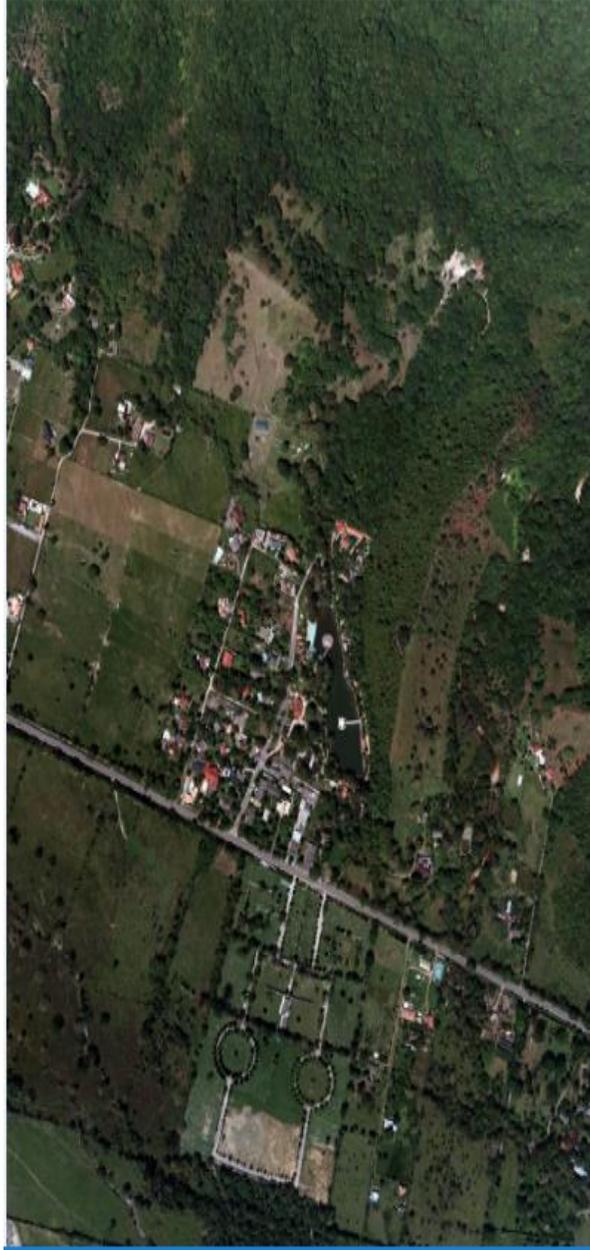
ELEVACION 0423 m. s. n. m      REGIONAL 03 META-GUAVIAR      CORRIENTE GUATIQUEJA

\*\*\*\*\*

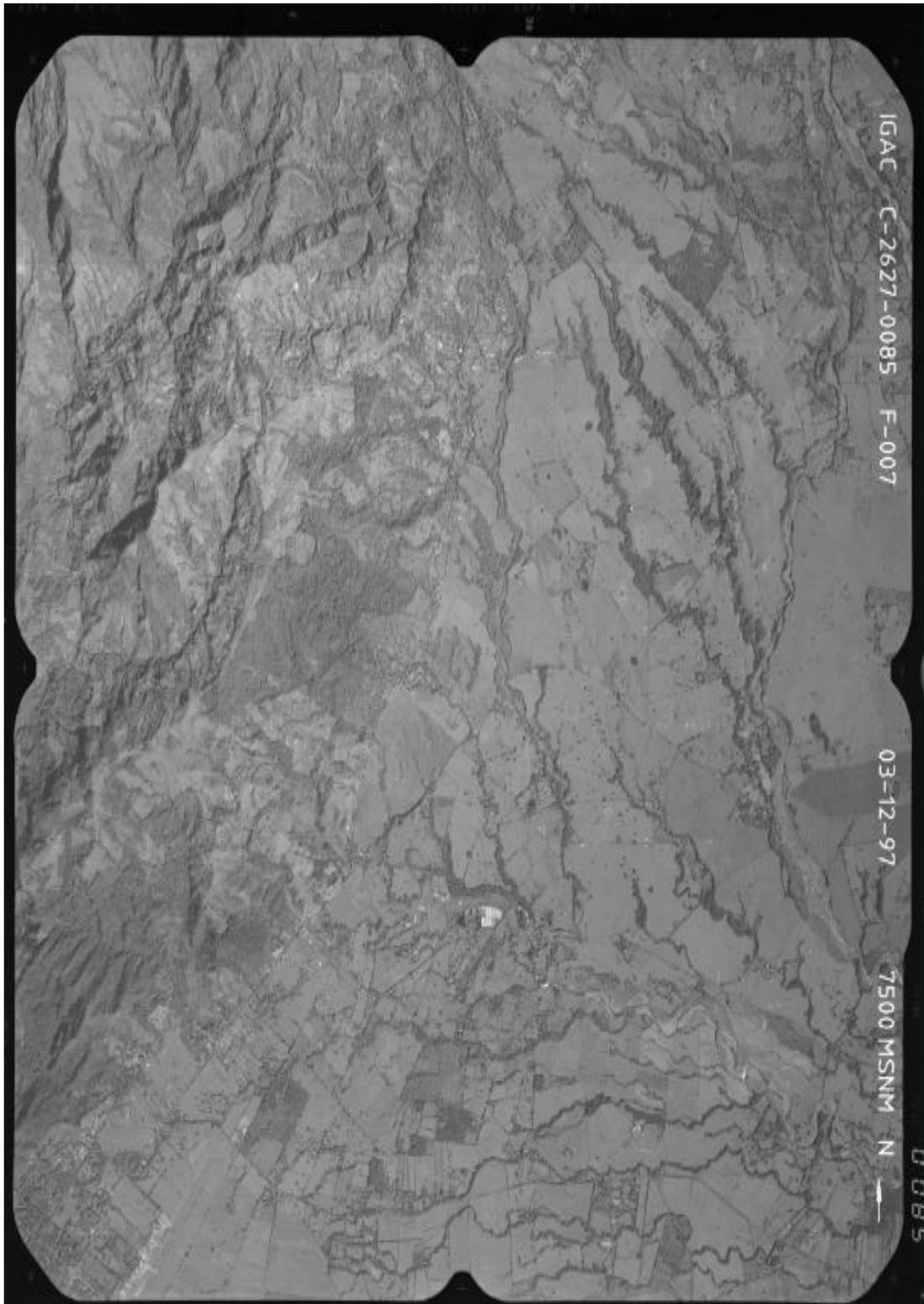
AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1980	2	01	85.0	38.0	72.6	105.4	101.5	160.0	63.9	64.0	122.0	113.7	64.5	110.8	160.0
1981	2	01	25.3	81.1	40.1	78.3	100.4	115.2	94.0	69.2	98.3	113.3	152.1	53.0	152.1
1982	2	01	9.2	20.6	92.2	100.4	86.5	74.4	70.3	64.0	80.0	82.3	42.9	70.6	100.4
1983	2	01	40.5	86.2	79.7	130.6	116.1	99.3	47.8	60.3	75.2	90.8	55.2	86.2	130.6
1984	2	01	52.2	119.7	53.9	75.9	78.1	66.3	60.8	86.3	112.1	90.8	43.1	29.1	119.7
1985	2	01	1.0	9.6	50.4	88.7	115.3	148.3	49.2	62.6	108.2	73.3	63.2	23.0	148.3
1986	2	01	15.0	54.7	59.1	82.3	158.1	48.0	65.8	42.9	81.1	98.0	98.9	28.7	158.1
1987	2	01	68.4	26.2	75.3	90.7	76.3	47.5	64.5	48.3	46.3	120.7	120.1	39.0	120.7
1988	1	01	1.0	7.2	60.2	97.5	70.4	89.2	44.6	81.7	55.7	89.7	103.5	51.2	103.5
1989	2	01	27.9	86.0	31.8	59.1	51.4	75.7	45.2	61.1	79.6	157.9	115.6	64.8	157.9
1990	1	01	23.1	206.8	50.6	101.7	64.4	72.9	73.2	71.6	111.4	56.8	67.1	86.5	206.8
1991	1	01	18.8	72.9	175.5	85.2	158.6	69.7	48.0	93.1	64.4	73.4	78.1	27.1	175.5
1992	1	01	49.2	17.6	66.3	96.5	84.2	110.3	75.7	55.2	86.8	85.2	60.4	69.1	110.3
1993	1	01	35.8	39.0	76.6	95.0	57.8	60.5	131.2	103.6	83.4	81.7	73.9	77.1	131.2
1994	1	01	52.3	47.7	99.5	116.7	125.4	53.2	80.6	58.8	114.4	92.3	94.8	23.6	125.4
1995	2	01	33.8	9.6	43.1	115.8	82.4	74.1	63.0	115.7	144.3	125.3	120.3	55.1	144.3
1996	2	01	8.2	42.7	56.0	78.1	199.2	71.9	63.9	96.4	122.6	66.1	138.4	93.6	199.2
1997	2	01	77.9	42.7	65.3	73.6	162.9	90.6	134.2	50.8	99.9	46.9	56.7	6.1	162.9
1998	1	01	19.2	79.6	144.2	122.8	122.4	126.3	73.1	108.6	52.8	87.0	111.2	45.8	144.2
1999	1	01	15.3	54.3	65.1	107.6	92.6	92.2	111.5	44.4	86.0	69.3	111.8	39.6	111.8
2000	1	01	21.3	32.7	52.4	43.2	128.6	46.0	49.5	77.8	51.6	63.7	91.4	59.6	128.6
2001	1	01	10.4	22.5	35.9	81.7	99.4	73.7	138.8	67.8	58.9	143.8	69.4	65.2	143.8
2002	1	01	3.4	2.7	63.8	80.4	85.9	134.3	92.2	53.8	136.0	147.6	34.5	151.8	151.8
2003	1	01	.4	16.8	44.0	102.9	57.9	108.4	48.3	102.5	120.1	81.4	82.8	53.3	120.1
2004	1	01	40.7	106.1	39.4	77.4	110.0	118.2	68.9	59.5	114.6	76.2	69.2	86.2	118.2
2005	1	01	43.9	119.4	99.5	72.5	124.4	56.0	84.1	53.3	76.6	89.7	122.8	105.4	124.4
2006	1	01	46.2	22.1	55.8	117.6	72.1	84.4	40.8	87.0	70.3	93.2	160.2	94.4	160.2
2007	1	01	7.6	5.9	132.7	68.8	121.5	65.3	61.4	108.4	69.4	56.5	72.8	66.9	132.7
2008	1	01	32.7	4.7	8.4	184.6	86.6	88.5	82.1	89.6	73.1	92.8	63.8	72.4	184.6
2009	1	01	36.3	25.9	55.5	119.6	116.7	82.2	66.0	133.8	63.4	106.2	58.6	19.8	133.8
2010	1	01	.1	33.6	84.7	77.2	112.3	147.8	98.8	132.7	46.8	80.7	45.0	66.8	147.8
2011	1	01	35.7	79.7	37.7	61.3	91.8	126.9	48.2	84.4	90.2	74.6	147.0	83.6	147.0
2012	1	01	18.7	30.8	66.8	55.4	80.7	52.2	65.7	74.1	108.7	106.4	53.8	130.2	130.2
2013	1	01	.3	43.6	39.7	115.2	111.2	63.6	87.4	35.0	62.3	52.1	88.3	50.1	115.2
2014	1	01	13.2	87.5	73.7	79.2	114.5	123.8	57.3	42.9	45.2	49.4	137.7	90.8	137.7
2015	1	01	62.6	12.4	100.7	54.2	66.8	76.2	45.5	60.7	45.8	95.2	106.2	59.8	106.2
2016	1	01	1.0	15.1	89.0	160.8	87.8	41.0	94.3	131.8	92.8	67.8	114.0	201.5	201.5
2017	1	01	14.5	21.2	83.0	60.9	205.2	61.1	66.7	54.0	72.1	72.6	118.5	205.2	205.2

**Anexo 8.** Imágenes obtenidas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

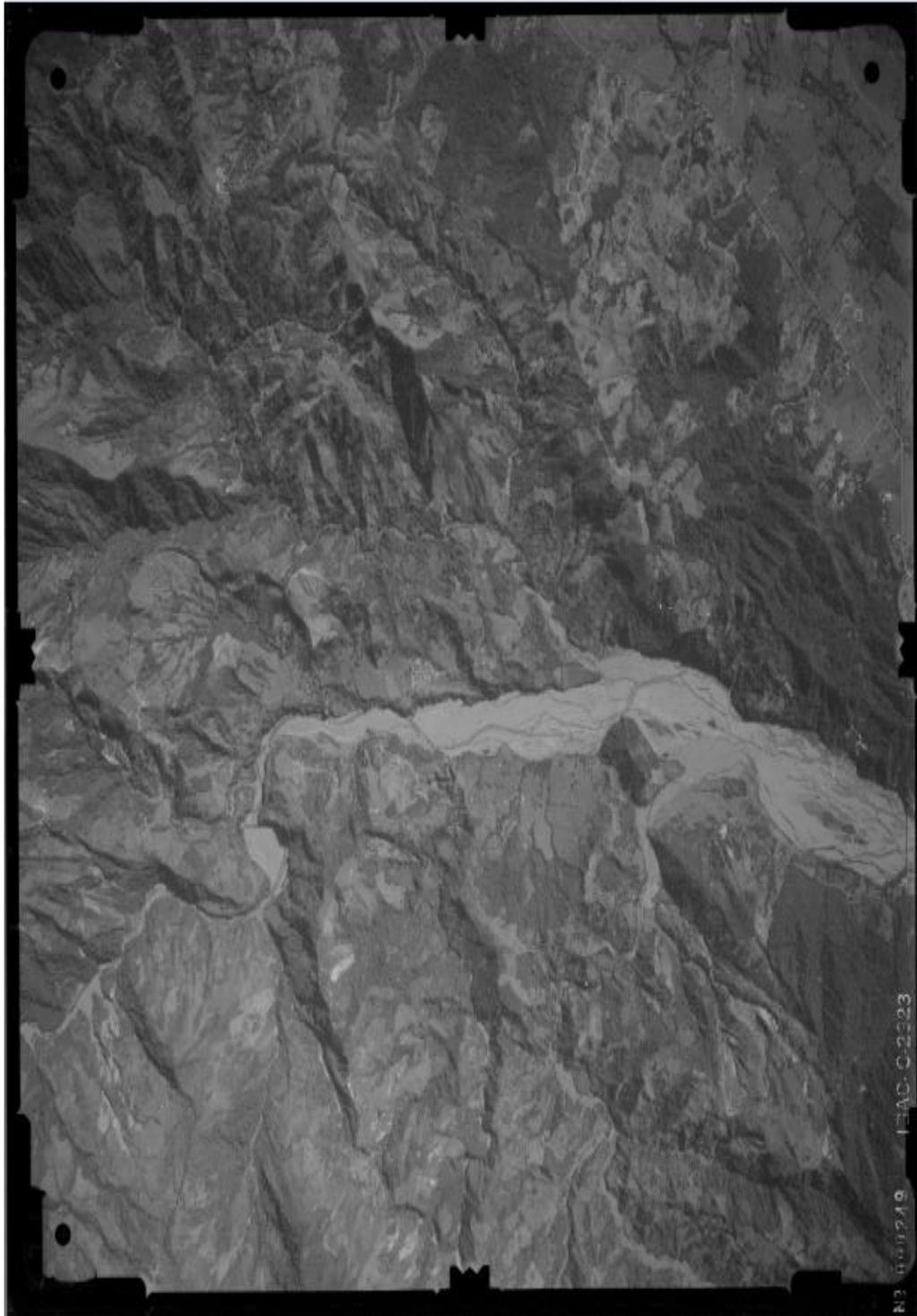
**8.1** Zona de estudio 2008



8.2 Zona de estudio 1997



8.3 Zona de estudio 1987



**Anexo 9.** Áreas calculadas en cada punto tomado en el tramo de estudio.

Áreas en m <sup>2</sup>						
fecha	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5	punto 6
12-feb-18	1,068	0,624	0,291	0,4242	0,5748	0,4004
14-feb-18	1,1174	0,5748	0,3284	0,45184	0,5596	0,415067
20-feb-18	1,1432	0,502	0,2872	0,483	0,608	0,596533
22-feb-18	1,0266	0,4854	0,2908	0,556313	0,587	0,4046
28-feb-18	1,0744	0,5716	0,2872	0,489845	0,6042	0,46352
07-mar-18	1,1126	0,5878	0,3106	0,544969	0,6008	0,37664
14-mar-18	1,0996	0,5698	0,2686	0,63052	0,624107	0,430833
19-mar-18	1,1038	0,5796	0,3024	0,5384	0,62569	0,379699
21-mar-18	1,0748	0,5678	0,315	0,61448	0,62721	0,434242
26-mar-18	1,1572	0,531	0,2434	0,491792	0,623608	0,404363
28-mar-18	0,9936	0,4438	0,2318	0,593372	0,621443	0,4456
02-abr-18	1,1554	0,6348	0,3684	0,569389	0,62742	0,387282
04-abr-18	1,1172	0,6242	0,425	0,542957	0,63727	0,435648
09-abr-18	1,1784	0,5558	0,3902	0,558531	0,627253	0,4323
11-abr-18	1,2004	0,6476	0,4626	0,571032	0,632056	0,45188
16-abr-18	1,1952	0,607	0,4348	0,533789	0,627473	0,28732
18-abr-18	1,1852	0,6536	0,4854	0,549916	0,623055	0,32296
23-abr-18	1,1474	0,6462	0,4952	0,523559	0,613553	0,4268
25-abr-18	1,1676	0,614	0,44206	0,553001	0,626244	0,46794
30-abr-18	1,1652	0,6152	0,448709	0,53528	0,623789	0,46398
02-may-18	1,2046	0,61	0,456359	0,537399	0,64024	0,44396
07-may-18	1,22668	1,2426	0,461009	0,613032	0,66646	0,42676
09-may-18	1,1946	1,2462	0,468658	0,520651	0,654295	0,44878
14-may-18	1,1942	1,2448	0,473508	0,952616	0,700017	0,46523
16-may-18	1,1718	1,2342	0,492557	0,959267	0,722198	0,450503
21-may-18	1,1886	1,1274	0,500757	0,885742	0,736664	0,467162
23-may-18	1,2298	1,1848	0,413385	0,85074	0,727845	0,442902
28-may-18	1,2076	1,4488	0,457627	0,848358	0,741759	0,461541
30-may-18	1,2306	1,448	0,466563	0,878242	0,718893	0,449381
04-jun-18	1,2176	1,4374	0,475899	0,846265	0,676104	0,448433
06-jun-18	1,2392	1,4068	0,428834	0,8654	0,667829	0,442991
11-jun-18	1,2346	1,1712	0,366644	0,827792	0,698462	0,469583
13-jun-18	1,2228	0,7142	0,326317	0,741221	0,683165	0,453074
18-jun-18	1,1148	0,62376	0,287882	0,722992	0,662333	0,469966

**Anexo 10.** Caudales tomados en cada punto del tramo de estudio.

Fecha	Caudales m3/s					
	punto1	punto2	punto3	punto4	punto5	punto6
12-feb-18	0,070488	0,123552	0,249678	0,139986	0,189684	0,132132
14-feb-18	0,0737484	0,1138104	0,1950696	0,1491072	0,2216016	0,136972
20-feb-18	0,0754512	0,132528	0,1326864	0,15939	0,160512	0,1574848
22-feb-18	0,0677556	0,0961092	0,1151568	0,14686672	0,19371	0,1068144
28-feb-18	0,0709104	0,0754512	0,0758208	0,16164893	0,199386	0,09177696
07-mar-18	0,0734316	0,0775896	0,1639968	0,14387189	0,198264	0,14914944
14-mar-18	0,0725736	0,0752136	0,1063656	0,16645728	0,2059552	0,17061
19-mar-18	0,0728508	0,0765072	0,1197504	0,1421376	0,20647754	0,10024055
21-mar-18	0,0709368	0,1124244	0,14553	0,2027784	0,20697946	0,11464001
26-mar-18	0,0763752	0,070092	0,0963864	0,12983309	0,24694862	0,13343995
28-mar-18	0,0655776	0,0585816	0,1682868	0,15665018	0,20507614	0,17645773
02-abr-18	0,1525128	0,1256904	0,2917728	0,15031864	0,08281941	0,15336363
04-abr-18	0,0737352	0,1235916	0,36465	0,17917585	0,16823917	0,23002194
09-abr-18	0,0777744	0,1467312	0,2317788	0,18431511	0,08279736	0,0855954
11-abr-18	0,0792264	0,1709664	0,4274424	0,22612869	0,2085786	0,2982408
16-abr-18	0,0788832	0,160248	0,3156648	0,21138025	0,2484792	0,17066808
18-abr-18	0,2346696	0,2588256	0,5766552	0,2177669	0,28785146	0,19183824
23-abr-18	0,1514568	0,1705968	0,326832	0,1382197	0,24296688	0,1971816
25-abr-18	0,2311848	0,162096	0,32093532	0,14599231	0,20666044	0,21618828
30-abr-18	0,2307096	0,1624128	0,38499258	0,10598545	0,16468042	0,21435876
02-may-18	0,1590072	0,16104	0,27107721	0,10640498	0,21127919	0,20510952
07-may-18	0,16192176	0,3280464	0,33469223	0,16184046	0,26391827	0,22532928
09-may-18	0,2365308	0,411246	0,37117731	0,10308886	0,21591726	0,2961948
14-may-18	0,3152688	0,410784	0,3437667	0,25149066	0,23100569	0,3070518
16-may-18	0,2320164	0,2443716	0,29257915	0,25324644	0,19066027	0,2675987
21-may-18	0,2353428	0,2976336	0,56184951	0,29229496	0,29171888	0,33915989
23-may-18	0,3246672	0,3127872	0,49110179	0,16844656	0,33626419	0,29231526
28-may-18	0,2391048	0,2868624	0,45305097	0,16797493	0,29373638	0,27415561
30-may-18	0,2436588	0,382272	0,3387247	0,17389191	0,28468175	0,26693229
04-jun-18	0,3214464	0,3794736	0,31409311	0,16756057	0,22311432	0,2367728
06-jun-18	0,2453616	0,3713952	0,45284909	0,22846571	0,2644604	0,32161174
11-jun-18	0,24	0,23	0,36	0,16	0,28	0,28
13-jun-18	0,32	0,14	0,34	0,34	0,27	0,36
18-jun-18	0,37	0,12	0,27	0,29	0,26	0,40