

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	Código <b>F-AC-DBL-007</b>	Fecha <b>10-04-2012</b>	Revisión <b>A</b>
Dependencia <b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	Aprobado <b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		Pág. <b>i(127)</b>	

<b>AUTORES</b>	<b>CRISTIAN SAID SANCHEZ RANGEL</b>
<b>FACULTAD</b>	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERÍA AMBIENTAL</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>JUAN CARLOS RODRIGUEZ OSORIO</b>
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>ESTUDIO PARA LA ZONIFICACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACION EN EL VALLE DE ABREGO NORTE DE SANTANDER</b>

**RESUMEN**  
(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO CORRESPONDE AL ESTUDIO PARA LA ZONIFICACION DEL RIESGO POR INUNDACION EN EL VALLE DE ABREGO, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG Y EL SOFTWARE DE MODELAMIENTO HIDROLOGICO HECRAS, PARA LA ZONIFICACION DE AREAS DE AMENAZA POR INUNDACION, Y ASÍ MISMO CON LA INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO, SE EVALUO LA VULNERABILIDAD SOCIOECONOMICA, ESTIMANDO EL RIESGO DE LA POBLACION ASENTADA EN LOS MARGENES DE LOS RIOS FRIO, OROQUE Y ALGODONAL EN LAS VEREDAS EL HOYO, SANTA RITA, SOLTADERO Y LLANO ALTO.

**CARACTERÍSTICAS**

<b>PÁGINAS: 127</b>	<b>PLANOS:0</b>	<b>ILUSTRACIONES: 39</b>	<b>CD-ROM: 1</b>
---------------------	-----------------	--------------------------	------------------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

ESTUDIO PARA LA ZONIFICACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL VALLE  
DE ÁBREGO NORTE DE SANTANDER

AUTOR:

CRISTIAN SAID SANCHEZ RANGEL

COD.: 161286

*Trabajo de grado presentado bajo la modalidad de pasantías como requisito para optar el título  
de Ingeniero Ambiental*

DIRECTOR:

JUAN CARLOS RODRIGUEZ OSORIO

INGENIERO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

OCAÑA, COLOMBIA

JUNIO, 2019

## Índice

<b>Índice.....</b>	<b>v</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xii</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Capítulo 1. Estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego Norte de Santander.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la Corporación Autónoma regional de la frontera Nororiental Corponor..1	
1.1.1 Misión. ....	2
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3. Objetivos de la empresa.....	2
<i>1.1.3.1 Objetivo general de la corporación.....</i>	<i>2</i>
1.1.4 Política de Gestión Integral HSEQ.....	3
1.1.5. Las funciones generales de la Corporación.....	5
1.1.6 Descripción de la estructura organizacional.....	6
1.1.7. Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.....	7
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado.....	8
1.2.1. Planteamiento del problema.....	9
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo general. Realizar el estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego norte de Santander.....	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar.....	12
<b>Capítulo 2. Marco Referencial.....</b>	<b>13</b>
2.1. Marco conceptual.....	13
2.2. Marco Legal.....	21
<b>Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo.....</b>	<b>25</b>
3.1. Presentación de resultados.....	25

3.1.1. Realizar la zonificación de amenaza por inundación mediante el procesamiento de la información hidrológica y aplicación del modelo Hec-Ras.....	25
3.1.1.1 <i>Recolección de información secundaria, la cual debe provenir de las bases de datos de la alcaldía municipal, CORPONOR y bases de datos nacionales (esta información incluirá; estudios anteriores a este en la zona de estudio, cartografía base, bases de datos, planos, etc.).....</i>	25
3.1.1.2. <i>Desarrollar una caracterización biofísica de la zona de estudio a partir de la siguiente información temática previamente construida y analizada. (Topografía, geología, geomorfología, hidrología, red hídrica, temperatura, cobertura vegetal, Precipitación del municipio de Abrego).....</i>	27
3.1.1.3. <i>Aplicar el modelo hidrológico e hidráulico hecras para el tramo de los ríos los cuales son objeto de estudio.....</i>	42
3.1.2. Determinar la vulnerabilidad de la población que se encuentra ubicada dentro de las zonas de inundación identificadas en el tramo de estudio.....	59
3.1.2.1. <i>Caracterización socioeconómica de la población asentada en estas zonas de amenaza por inundación mediante el uso de censos oficiales (si existen), encuestas, base de datos y entrevistas directas formulada a los líderes comunales que accedan a la misma....</i>	59
3.1.3. Estimación del riesgo por medio de la evaluación de los mapas de vulnerabilidad y riesgo.....	74
3.1.3.1. <i>Generación del mapa de riesgo para el análisis y estimación de riesgo por inundación del valle de Abrego. ....</i>	75
<b>Capítulo 4. Diagnostico Final.....</b>	<b>80</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>81</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>84</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>85</b>
<b>Apéndices.....</b>	<b>88</b>

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz DOFA .....	8
<b>Tabla 2.</b> Descripción de las actividades a desarrollar .....	12
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas de la zona de estudio .....	41
<b>Tabla 4.</b> Estaciones hidrológicas ubicadas en el área de influencia, para la zona de estudio. ....	45
<b>Tabla 5.</b> Proceso para la obtención de caudales, para cada periodo de retorno .....	48
<b>Tabla 6.</b> Resultados de caudales máximos para la simulación.....	49
<b>Tabla 7.</b> Valoración y categorización de la amenaza .....	57
<b>Tabla 8.</b> Calificación de la vulnerabilidad.....	62
<b>Tabla 9.</b> Condición de vivienda por vereda.....	70
<b>Tabla 10.</b> Matriz de Riesgo .....	76
<b>Tabla 11.</b> Riesgo Alto.....	77
<b>Tabla 12.</b> Riesgo Medio .....	78
<b>Tabla 13.</b> Riesgo Bajo .....	78

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Política de gestión integral CORPONOR .....	3
<b>Figura 2.</b> Organigrama del SINA. ....	4
<b>Figura 3.</b> Componentes del SINA .....	5
<b>Figura 4.</b> Estructura organizacional de Corponor .....	7
<b>Figura 5.</b> Localización general del municipio. ....	28
<b>Figura 6.</b> Geoprocesamiento de la información geográfica oficial. ....	30
<b>Figura 7.</b> Mapa de unidades de paisaje del municipio. ....	31
<b>Figura 8.</b> Diagrama de torta (Distribución de las unidades de paisaje).....	32
<b>Figura 9.</b> Unidades de suelo. ....	33
<b>Figura 10.</b> Red hídrica del municipio de Abrego .....	35
<b>Figura 11.</b> Ubicación de la estación ABREGO CENTRO ADMO 16055040 .....	38
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de las precipitaciones en el municipio en un espacio temporal de cuarenta y siete años.....	39
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de la temperatura en el municipio de Ábrego, en un espacio temporal de cuarenta años.....	40
<b>Figura 14.</b> Localización zona de estudio.....	41
<b>Figura 15.</b> Área de estudio .....	42
<b>Figura 16.</b> Etapas para la Modelación hidráulica.....	43
<b>Figura 17.</b> Visor de descarga de Alaska Satellite Facility, para la descarga de DEM del satélite ALOS. ....	44
<b>Figura 18.</b> Vista del modelo digital del terreno descargado.....	44

<b>Figura 19.</b> Localización de las estaciones .....	46
<b>Figura 20.</b> Tiempos de retorno .....	48
<b>Figura 21.</b> Caudales Máximos $M^3/S$ .....	49
<b>Figura 22.</b> Secciones transversales modelo HEC-RAS, utilizadas en el estudio hidráulico de la zona. ....	52
<b>Figura 23.</b> Tramo de estudio rio algodonal .....	52
<b>Figura 24.</b> Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 10 años. ....	53
<b>Figura 25.</b> Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 25 años. ....	53
<b>Figura 26.</b> Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 50 años. ....	53
<b>Figura 27.</b> Mancha de inundación de los tramos de estudio .....	54
<b>Figura 28.</b> Resultado de la modelación para la generación de manchas de inundación de los ríos en estudio.....	55
<b>Figura 29.</b> Evaluador de riesgo .....	57
<b>Figura 30.</b> Mapa de amenazas por inundación en la zona de estudio .....	58
<b>Figura 31.</b> Mapa de ronda hídrica .....	66
<b>Figura 32.</b> Materiales de construcción .....	68
<b>Figura 33.</b> Materiales de construcción según la vereda .....	68
<b>Figura 34.</b> Condición de la vivienda .....	69
<b>Figura 35.</b> Estrato Socioeconómico .....	72
<b>Figura 36.</b> Vulnerabilidad Total.....	73
<b>Figura 37.</b> Valoración de la vulnerabilidad.....	73
<b>Figura 38.</b> Mapa de la Vulnerabilidad.....	74
<b>Figura 39.</b> Valoración de la vulnerabilidad.....	76

## Lista de Imágenes

<b>Imagen 1.</b> Visita a los ríos en la zona de estudio .....	50
<b>Imagen 2.</b> Vivienda en bahareque vereda Santa Rita .....	63
<b>Imagen 3.</b> Vivienda en tapia pisada, vereda el Hoyo .....	63
<b>Imagen 4.</b> Vivienda en ladrillo, vereda el soltadero .....	64
<b>Imagen 5.</b> Vivienda en mal estado, vereda el rincón.....	65
<b>Imagen 6.</b> Vivienda en zona de protección del río, vereda el hoyo.....	67

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A.</b> Información suministrada por la alcaldía .....	89
<b>Apéndice B.</b> Valores Mensuales de precipitación .....	92
<b>Apéndice C.</b> Caudales por estación .....	94
<b>Apéndice D.</b> Tablas Método Gumbel .....	95
<b>Apéndice E.</b> Coeficiente de Manning.....	96
<b>Apéndice F.</b> Formato de encuesta .....	101
<b>Apéndice G.</b> Realización de encuestas.....	103
<b>Apéndice H.</b> Evidencia fotográfica .....	106

## Resumen

El presente trabajo bajo la modalidad de pasantías se llevó a cabo con el objetivo de realizar un estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego, enmarcado dentro del plan municipal de gestión del riesgo, como zonas afectadas por las inundaciones de los ríos frío, Oroque y algodónal, donde la mayor zona inundable se presenta en las veredas de santa Rita, el rincón, el soltadero, el hoyo y llano alto, por estar ubicadas con pendientes de 0-7%, reconocidos según su tipo de relieve como planos de inundación activos de río meandrónico y terrazas agradacionales en el municipio de Abrego, ocasionando factores de riesgo, que convierten esta población en áreas vulnerables a procesos de inundación poniendo en riesgo la vida y bienes de estos pobladores.

Debido a esto se realizó la zonificación de amenazas mediante la aplicación del software ArcGIS, junto con la aplicación HecRAS y su extensión HecGeoRAS, mediante el cual se realizó la simulación de manchas de inundación para diferentes periodos de retorno y así obtener la magnitud y frecuencia en que se puede presentar un evento, clasificándolo y valorando en varias categorías alta, media y baja.

Con respecto a la vulnerabilidad fue realizado teniendo en cuenta las variables e indicadores propuestos en la metodología del ministerio, en la cual se deben obtener información con visitas a campo, entrevistas, para reconocer las características socioeconómicas de la población en estudio, y así obtener el grado de riesgo mediante la interrelación de la información de los mapas de amenaza y vulnerabilidad, en que se encuentra la zona de valle estudiada.

## Introducción

La ocurrencia de fenómenos naturales como las inundaciones, se categorizan como desastres naturales y son una amenaza constante en casi cualquier lugar donde llueve, aunque claro, la lluvia no es el único catalizador de este fenómeno, sino también las actividades antrópicas, en combinación son principalmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente, estas inundaciones se producen por lluvias constante y programadas produciendo un aumento acelerado del caudal de un cauce, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cauces, normalmente no sumergidas.

El análisis del riesgo es un elemento que se trabaja dentro de los proyectos de manejo y ordenamiento de las cuencas hidrográficas, que permiten el análisis de los diferentes fenómenos que se presentan y que afectan a los habitantes presentes en los territorios y sectores vulnerables a riesgos y amenazas naturales en la zona de estudio.

Por tal motivo esta pasantía tiene por objetivo determinar las zonas inundables por medio de la aplicación de herramientas sig, como lo son hecras y argis, y su extensión HecGeoras, los cuales son herramientas indispensables para la modelación de cauces, que a través de software y hardware, facilitan y mejoran el acceso a la información. Estos sistemas y el análisis hidráulico de la sección del cauce generan un mapa de amenaza por inundación, el cual facilitara la ubicación de las diferentes elementos en amenaza en la zona de estudio, y así mismo con la información recolectada en las visitas en campo, podemos identificar las vulnerabilidades de la

población, determinando que estos procesos sirven para la toma de decisiones a la hora de mitigar los riesgos producto de la amenaza y la vulnerabilidad en la zona de estudio.

## **Capítulo 1. Estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego Norte de Santander**

### **1.1. Descripción de la Corporación Autónoma regional de la frontera Nororiental**

#### **Corponor**

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), fue creada mediante decreto 3450 del 17 de Diciembre del año 1983, durante el gobierno de Belisario Betancourt, como corporación de desarrollo cuyo objetivo principal era encausar, fomentar, coordinar, ejecutar y consolidar el desarrollo económico y social de la región comprendida dentro de su jurisdicción y con algunas funciones de administración de los recursos naturales y del Medio Ambiente.

Diez (10) años después, con la expedición de la Ley 99 de 1993, la Corporación transforma sus funciones, pasando a ser una Corporación Autónoma Regional, teniendo como jurisdicción el Departamento Norte de Santander y cuya función principal es la de ejercer como máxima autoridad ambiental del Departamento, de acuerdo con las normas y directrices trazadas por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La jurisdicción de CORPONOR es el Departamento Norte de Santander que comprende una extensión de 21.658 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.9% del total del País. Su área de trabajo abarca cuarenta (40) municipios en donde desarrollan sus actividades cerca de 1'140.000 Habitantes,

distribuidos en tres (3) cuencas hidrográficas: La Cuenca del río Catatumbo, la Cuenca del río Arauca y la Cuenca del río Magdalena.

La Corporación para la administración de su territorio está dividida en cuatro regiones: Cúcuta, sede principal; Ocaña, Pamplona y Tibú, denominadas Direcciones Territoriales, dentro de la estructura orgánica de la Corporación.

**1.1.1 Misión.** Ejercer la autoridad ambiental propendiendo por el desarrollo humano sostenible, promoviendo la gestión ambiental colectiva y participativa en el Departamento Norte de Santander.

**1.1.2 Visión.** Ser en 2019 una entidad reconocida, respetada y de referencia obligatoria para la toma de decisiones que orienten el desarrollo humano sostenible en el Departamento Norte de Santander.

### **1.1.3. Objetivos de la empresa.**

**1.1.3.1 Objetivo general de la corporación.** Tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente (Corponor, 2009)

### 1.1.4 Política de Gestión Integral HSEQ.



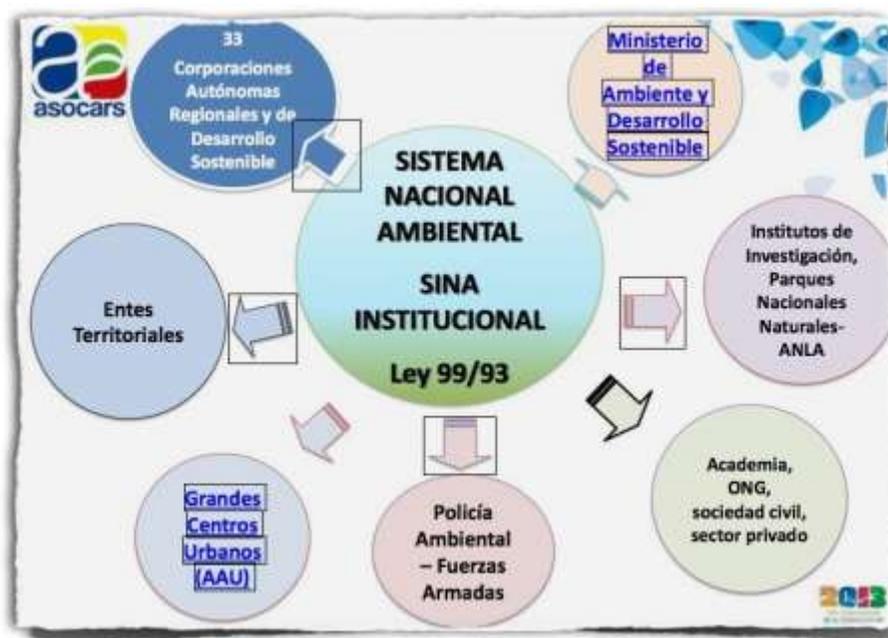
**Figura 1.** Política de gestión integral CORPONOR

**Fuente:** (Corponor, 2013)

En la corporación autónoma regional de la frontera nororiental- CORPONOR-, promovemos la gestión ambiental colectiva y participativa, contando con un equipo humano competente y comprometido a:

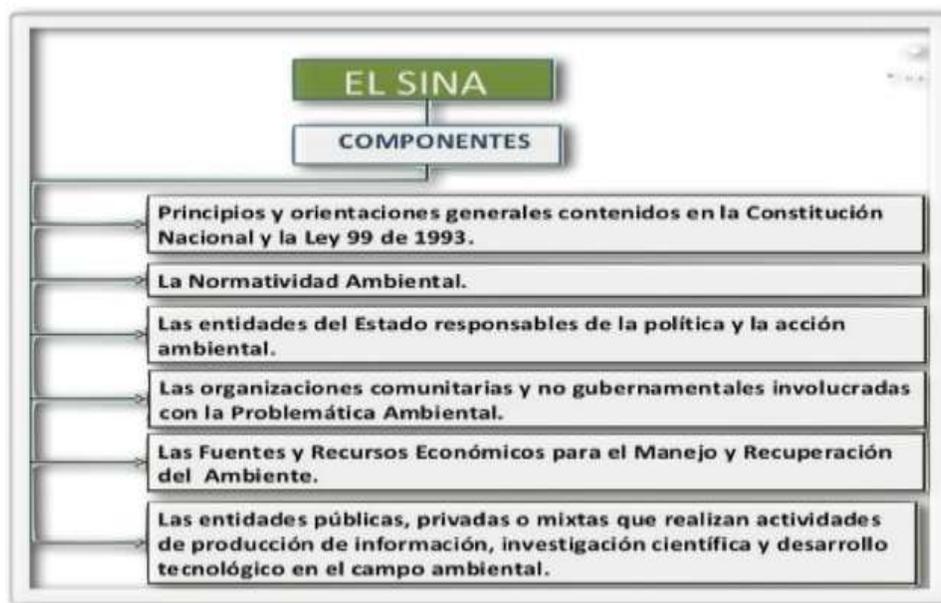
- Ejercer la Autoridad Ambiental, con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de las partes interesadas, enmarcado en la eficiencia, eficacia y efectividad.
- Prevenir y mitigar el impacto ambiental negativo generado en el desarrollo de nuestras actividades.

- Implementar actividades de promoción y prevención en salud dirigidas a nuestros funcionarios y de Seguridad para nuestros colaboradores y visitantes.
- Prestar servicios de caracterización de aguas, con resultados confiables, oportunos, imparciales e independientes.
- Cumplir con la legislación aplicable y los acuerdos suscritos por la Entidad.
- Mejorar continuamente el Sistema de Gestión Integral HSEQ, siguiendo los parámetros y documentación establecida (Corponor, 2009)



**Figura 2.** Organigrama del SINA.

**Fuente:** (MINAMBIENTE, 2013)



**Figura 3.** Componentes del SINA

**Fuente.** (MINAMBIENTE, 2013)

### **1.1.5. Las funciones generales de la Corporación.** Ley 99 de 1993, Artículo 31,

Funciones: Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones: ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción; Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente; Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables; Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medioambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los Departamentos, Distritos y

Municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales.

Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten; Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de ejecutar de mejor manera alguna o algunas de sus funciones, cuando no correspondan al ejercicio de funciones administrativas; Promover y realizar conjuntamente con los organismos nacionales adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, y con las entidades de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental (SINA), estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables.

**1.1.6 Descripción de la estructura organizacional.** El Organigrama funcional de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental está conformado por la Asamblea Corporativa, como primer órgano de Dirección de la Corporación, seguida de un Consejo Directivo como órgano de administración, La Dirección General articulada con una Secretaría General, cuatro Subdirecciones de Apoyo, cuatro Oficinas y tres Direcciones Territoriales con sedes en Ocaña, Pamplona y Tibú.



**Figura 4.** Estructura organizacional de Corponor

**Fuente:** (Corponor, 2017)

**1.1.7. Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.** Este plan de trabajo de pasantía se llevara a cabo en la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR Territorial Ocaña, en la cual fui asignado en la Dependencia de gestión del riesgo, adscrita a la Dirección Territorial Ocaña, bajo la coordinación del ingeniero JUAN CARLOS RODRIGUEZ quien lidera procesos de acompañamiento en actividades necesarias para el conocimiento del riesgo y reducción del riesgo, en la cual desarrollare el objetivo principal de la pasantía la cual es la de realizar el ESTUDIO PARA LA ZONIFICACION DEL RIESGO POR INUNDACION EN EL VALLE DE ABREGO NORTE DE SANTANDER , dentro el Proceso Operativo Misional que lidera la Subdirección de Desarrollo Sectorial Sostenible en donde se lleva a cabo los procedimientos relacionados con el Recurso Hídrico como son:

Legalización del Uso del Recurso Hídrico a través de Visitas Técnicas para otorgar o negar Concesiones de Agua, Visitas de Seguimiento a Concesiones de Agua, Solución y Concertación de Conflictos por el Recurso, evaluación y seguimiento a los Programas para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua de los Municipios de la Provincia de Ocaña, Norte de Santander. Todo esto se lleva a cabo con sus evidencias respectivas y siguiendo los lineamientos y formatos establecidos en la Corporación, según Sistemas de Gestión denominado SIGESCOR.

Mediante la pasantía, se pretende llevar a cabo el estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego Norte de Santander

## 1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado

En la tabla 1 se presenta el diagnóstico de la dependencia donde se desarrolló la pasantía planteada en el plan de trabajo este análisis fue realizado mediante el método DOFA

**Tabla 1.**

*Matriz DOFA*

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
Pocos equipos de campo (GPS), para la toma de datos e informaciones de suma importancia. Y software específicos de análisis (SIG, geoestudio 8.1; etc.)	Buena disposición para adquirir conocimientos. Aprendizaje y práctica permanente.
Faltan equipos (computadores), con la capacidad de RAM y procesadores para la elaboración de este tipo de estudios.	Crecimiento personal, para la toma de decisiones en nuestro rol profesional. Buena información e investigación sobre el riesgo por inundación en cada uno de los sectores que componen los tres ríos de estudio.
Limitaciones para el acceso a la información.	Acercamiento y aceptación para gestionar con las comunidades.

*Continuación Tabla 1. Matriz DOFA*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
Apoyo de las dependencias de la CORPORACION para el desarrollo del trabajo	Alteración del Orden Público.
Dependencia que promueve la gestión ambiental colectiva y participativa en nuestro Municipio y Departamento.	Difícil acceso a la zona por razones de seguridad
Organización para las entregas de informes técnicos según formatos establecidos por el sistema de gestión de calidad de la Entidad.	Falta de apoyo por las comunidades en las posibles soluciones para la gestión del riesgo.
Experiencia y conocimiento sobre la Gestión del riesgo	Situaciones climáticas indeseables (ocurrencia de lluvias)
Capacidad de entrega permanente en las diferentes actividades a desarrollar.	
Mejoras continuas en los procesos que se llevan a cabo.	

**Fuente.** Autor de las pasantías

**1.2.1. Planteamiento del problema.** Los mayores porcentajes de pérdidas de vidas humanas y viviendas en el período 1970-2011 están asociados a los fenómenos de inundación y deslizamientos. Para este período, en los registros definidos en la base de datos de Desinventar (Corporación OSSO y Universidad EAFIT) se estima que las inundaciones han ocasionado el 43% de viviendas destruidas y el 10% de pérdida de vidas. Al realizar el análisis de los datos para estos parámetros en el lapso 2000 - 2010, se concluye que en las entidades territoriales de menor tamaño (10 mil y 50 mil habitantes) se acumula en mayor medida la cantidad de pérdidas. Esta condición se incrementa en poblaciones rurales con índice de NBI mayor al 50%. Para fenómenos extremos como el de La Niña 2010 - 2011, que causo para el sector agropecuario, presentando un 15% del registro de eventos representaron pérdidas en cultivos, pastos y bosques, de los cuales la mitad tiene que ver con impactos por inundaciones. El número de hectáreas afectadas fue de aproximadamente de 3'250.000, para un promedio de 79.500 Ha/año (período 1970 – 2010); sin embargo, es posible que estas cifras estén subvaloradas, lo que indica que el

número real de hectáreas afectadas puede ser por lo menos unas cuatro o cinco veces la cifra señalada (Campos Ana, 2012)

El tema de gestión del riesgo principalmente enfatizado en inundaciones, ha tomado vital importancia en los últimos años, debido principalmente porque la población humana se ha visto afectada por fenómenos naturales y antrópicos como inundaciones, incendios, deslizamientos, terremotos, entre otros, principalmente por los efectos del cambio climático, como es el fenómeno de la niña, este fenómeno fue una señal de peligro para aquellas zonas del valle de Abrego por donde cursan los ríos Oroque, frío y parte del algodonal, ya que causó desbordamiento sobre diferentes extensiones de tierra de vocación agrícola, donde representa grave peligro para numerosas familias localizadas en esta zona, esta ola invernal que se presentó durante esta época hizo que los caudales de diferentes ríos y quebradas aumentaran, lo cual generaría un desbordamiento de estos ríos, su desbordamiento afectó la calidad de vida de las personas que viven en las áreas ribereñas y bajas de las cuencas hidrográficas.

Por ende, se hace necesario que el municipio de Abrego cuente con una actualización del plan municipal de la gestión del riesgo por inundaciones con el fin de que el consejo municipal de gestión del riesgo tome las decisiones necesarias para aminorar la ocurrencia de fenómenos naturales, como lo son los deslizamientos de tierra y escombros que afectan a los pobladores por donde cursan el río Oroque, frío y algodonal.

El objetivo fundamental de esta pasantía es realizar la zonificación de áreas de amenaza por desbordamiento de los ríos en estudio, en el valle de Abrego, mediante la gestión de la información temporal y espacial frente a las entidades pertinentes, que se valide mediante

visitas a campo que permitirá llevar a cabo el estudio y modelación de las manchas de inundación que se puedan presentar en la zona de valle de Abrego, por medio del software hechas 4.1 calculadas a 3 periodos de retorno (5, 25, 50) años los cuales son preestablecidos por el Instituto de Estudios ambientales y Meteorológicos (IDEAM.).

### **1.3. Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Realizar el estudio para la zonificación del riesgo por inundación en el valle de Abrego norte de Santander

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Realizar la zonificación de amenazas por inundación en el área de estudio mediante el procesamiento de la información hidrológica y aplicación del modelo Hec Ras.
- Determinar la vulnerabilidad de la población que se encuentra ubicada dentro de las zonas de inundación identificadas en el tramo de estudio.
- Estimación del riesgo por medio de la evaluación de los mapas de amenaza y vulnerabilidad.

## 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

**Tabla 2.**

*Descripción de las actividades a desarrollar*

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJ. ESPECIFICOS
<p>ESTUDIO PARA LA ZONIFICACION DEL RIESGO POR INUNDACION EN EL VALLE DE ABREGO NORTE DE SANTANDER</p>	<p>Realizar la zonificación de amenazas por inundación en el área de estudio mediante el procesamiento de la información hidrológica y aplicación del modelo Hec Ras.</p>	<p>1. Recolección de información secundaria, la cual debe provenir de las bases de datos de la alcaldía municipal, CORPONOR y bases de datos nacionales (esta información incluirá; estudios anteriores a este en la zona de estudio o en otra zona, cartografía base, bases de datos, planos, etc.).</p> <p>2. Desarrollar una caracterización biofísica de la zona de estudio a partir de la siguiente información temática previamente construida y analizada. (Topografía, geología, geomorfología, hidrología, morfometría de la cuenca, cobertura vegetal, Precipitación del municipio de Abrego,).</p>
	<p>Determinar la vulnerabilidad de la población que se encuentra ubicada dentro de las zonas de inundación identificadas en el tramo de estudio.</p>	<p>Aplicar el modelo hidrológico e Hidráulico hecras para el tramo de los ríos los cuales son objeto de estudio.</p> <p>Generación del mapa de amenazas por inundación para el análisis de la distribución espacial de esta cartografía. Caracterización socioeconómica de la población asentada en estas zonas de amenaza por inundación mediante el uso de censos oficiales (si existen), encuestas, base de datos y entrevistas directas formulada a los líderes comunales que accedan a las misma.</p>
	<p>Estimación del riesgo por medio de la evaluación de los mapas de amenaza y vulnerabilidad.</p>	<p>Generación del mapa de vulnerabilidad de la población asentada en los tramos de estudio.</p> <p>Generación del mapa de riesgo para el análisis y actualización de zonas de riesgo por inundación del valle de Abrego.</p>

Fuente: Autor de la pasantía

## Capítulo 2. Marco Referencial

### 2.1. Marco conceptual

**El riesgo.** Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo puede ser de origen natural (geológico, hidrológico o atmosférico) o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre. Para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza como una población o bienes o servicios vulnerables a sus impactos. (Gestion del Riesgo Manizalez Colombia , 2019)

Según Ley 1523 de 2012 se define como los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. (Valle del Cauca, 2017)

**Análisis y evaluación del riesgo.** Según la ley 1523 de 2012 se define como la que implica la consideración de las causas, las fuentes del riesgo, sus consecuencias y probabilidades de ocurrencia. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y

ambientales para poder estimar el valor de los daños y las pérdidas potenciales, así mismo se compara con criterios establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención el alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación. (Valle del Cauca, 2017)

**Gestión del riesgo.** Es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza y/o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes. La gestión del riesgo tiene como objetivo particular plantear, analizar y establecer los diferentes tipos de intervención, dándole un papel principal a la prevención y mitigación sin abandonar la preparación para la respuesta en caso de desastre, la cual se vincula al desarrollo de las políticas preventivas que en el largo plazo conduzcan a disminuir de manera significativa las necesidades de intervenir sobre los desastres ya ocurridos. Una política de gestión de riesgos no sólo se refiere a la acción de las entidades del Estado, sino, por su propósito, a la articulación de las diversas fuerzas sociales, políticas, institucionales, públicas y privadas. Esto significa la participación democrática y la suma de esfuerzos y responsabilidades de acuerdo con el ámbito de competencia de cada cual. (Gestion del Riesgo, s.f.)

**Amenaza.** Es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. La amenaza surge cuando de la posibilidad teórica se pasa a la probabilidad más o menos concreta de que un fenómeno de origen natural o humano se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontarlo sin traumatismos. (Unisdr, 2009)

Según (Unisdr, 2009), existen diferentes tipos de amenazas:

- **Amenaza biológica:** un proceso o fenómeno de origen orgánico o que se transporta mediante vectores biológicos, lo que incluye la exposición a microorganismos patógenos, toxinas y sustancias bioactivas que pueden ocasionar la muerte, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. (Unisdr, 2009)
- **Amenaza geológica:** un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- **Amenaza hidrometeoro lógica:** un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u Oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y Económicos, o daños ambientales. (Unisdr, 2009)
- **Amenaza natural:** un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- **Amenaza socio-natural:** el fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas Amenazas geofísicas e hidrometeoro lógicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los Recursos ambientales explotados en exceso o degradados. (Unisdr, 2009)
- **Amenaza tecnológica:** una amenaza que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o Industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o Actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte,

lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales. (Unisdr, 2009)

- **Amenaza por inundación** se entiende como la probabilidad de ocurrencia de desbordamientos de ríos como resultado de lluvias fuertes o continuas que aumentan el nivel de las aguas, a tal punto que el río se sale del cauce natural en un período determinado que puede causar impactos negativos en una población, en el sector agropecuario y la infraestructura. (Campos Ana, 2012)

**Caracterización de la Amenaza.** Un fenómeno natural puede caracterizarse como amenaza en relación con tres variables que permiten identificarlo como peligroso:

- **Ubicación:** La ubicación se puede caracterizar mediante información y registro geológico, arqueológico e histórico con características del ambiente físico-naturales, tales como terrenos, topografía, drenajes, huellas de fenómenos anteriores y cercanía de fuentes de amenaza. (Plan para la mitigación de riesgos en cali , s.f. )
- **Severidad:** La severidad puede ser evaluada mediante registros naturales y documentales, por extensión y tipo de efectos observables o por comparación con regiones similares.
- **Recurrencia:** está sujeta a múltiples limitaciones; muchos de los fenómenos ocurren en lapsos de tiempo promedio que pueden abarcar desde varias generaciones hasta miles de años (Plan para la mitigación de riesgos en cali , s.f. )
- **Vulnerabilidad.** La (ley 1523 del 2012) la define como la predisposición, susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se

presente y a los mecanismos de adaptación frente al cambio climático. (LEY 1523 DE 2012, s.f.)

La vulnerabilidad está determinada por diferentes factores los cuales se definen así:

- **Factores ambientales:** Aquellos que se relacionan con la manera como una comunidad explota los elementos de su entorno.
- **Factores físicos:** Ubicación física de los asentamientos, calidades y condiciones técnicas-materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos
- **Factores económicos:** Se refieren tanto a la ausencia de recursos económicos de los miembros de una comunidad, como a la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo
- **Factores sociales:** Conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y maneras de actuar de las personas y las comunidades que las coloca en condiciones de mayor o menor exposición. (Mauricio Chaparro, 2013)

**Cuenca hidrográfica.** Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que vierte sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas. En el futuro, las cuencas hidrográficas se perfilan como una de las unidades de división funcionales con mucha más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua. También recibe los nombres de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca imbrífera. (Ceccon, s.f.)

**Inundaciones.** Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan las llanuras de inundación y, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. (codechoco.gov.co, s.f. )

**Inundaciones por precipitaciones in situ (en el lugar).** Son las que se producen por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que ese fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de precipitaciones intensas o persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo. Lógicamente, es el primero de estos casos el que conlleva el mayor peligro para la población y sus bienes y el que plantea los principales inconvenientes a los servicios de coordinación e intervención para prevenir y controlar sus daños. Las precipitaciones torrenciales, que se acumulan peligrosamente en un lapso muy breve de tiempo, hacen que el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia sea más reducido. (Educacion Riesgos Naturales , s.f.)

**Inundaciones por desbordamientos de los ríos.** Son causadas por los desbordamientos de los ríos y los arroyos, lo cual se atribuye, en primera instancia, a un excedente de agua, al igual que la sequía se atribuye al efecto contrario, es decir, la carencia de recursos hídricos. El aumento brusco del volumen de agua que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse produce lo que se denomina como avenida o riada, un mayor aumento del volumen es la causa de la inundación. (Educacion Riesgos Naturales , s.f.)

**Precipitación.** Se define como la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

(biblioteca.udep.edu.pe, s.f.)

**Sistemas de Información Geográfica (SIG).** Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG). El término Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene tres acepciones:

- El SIG como disciplina.
- El SIG como proyecto, cada una de las realizaciones prácticas, de las implementaciones existentes
- El SIG como software, es decir los programas y aplicaciones de un proyecto SIG.
- La acepción principal es la de SIG como proyecto, Sistema de Información que gestiona Información Geográfica, es decir información georreferenciada. (Sistemas de Informacion Geografica, 2011)

**Modelo Digital de Elevación.** Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

Estos valores están contenidos en un archivo de tipo raster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados. (Cruz, s.f.)

**Período de retorno.** Se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este período se considera como el inverso de la probabilidad del mésimo evento de los n registros. (Montalar, 2012)

**Estudio hidrológico.** Tener un conocimiento puntual del comportamiento del agua en la zona de estudio es de gran importancia para el desarrollo de esta investigación para poder establecer áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos. (envirosoil, 2018)

**HEC RAS.** Hec-Ras es un software desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, el cual permite simular el tránsito de caudales a lo largo de canales naturales y artificiales, considerando condiciones de flujo uniforme con movimiento unidimensional (flujo Newtoniano), de tal manera que en cada una de las secciones transversales se obtienen las condiciones de flujo, como son la profundidad, área, perímetro, velocidad y tipo de flujo. (GRUPO TYC GIS, 2018)

**Coefficiente de Manning.** La fórmula de Manning es una evolución de la fórmula de Chézy para el cálculo de la velocidad del agua en canales abiertos, cauces naturales y tuberías, propuesta por el ingeniero irlandés Robert Manning, en 1889 (Campos Aranda, 1998) lo establece como:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

**v:** la velocidad media en m/s

**R:** el radio hidráulico en m (superficie mojada / perímetro mojado)

**n:** coeficiente de Manning

El valor de n es muy variable y depende de una cantidad de factores. Al seleccionar un valor adecuado de n para diferentes condiciones de diseño, un conocimiento básico de estos factores debe ser considerado de gran utilidad. (Chambilla, s.f.)

**Extensión Hec-Georas.** El Hec-GeoRAS es una extensión desarrollada conjuntamente por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Army Corps of Engineers y el Environmental System Research Institute (ESRI). Básicamente es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades especialmente diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten bajo el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitar y complementar el trabajo con HEC-RAS. (GRUPO TYC GIS, 2018)

## 2.2. Marco Legal

Actualmente en Colombia rige una ley creada para la gestión del riesgo, dicha ley es la Ley 1523 del 2012 la cual define a la gestión del riesgo como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento, estrategias, programas, medidas y acciones permanentes

para el conocimiento y la reducción del riesgo, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, bienestar y calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible. (Ley 1523 de 2012).

**En el artículo 2°** se menciona que la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano, en donde todas las entidades públicas y privadas ejecutarán y desarrollarán los procesos de gestión del riesgo en donde se involucra el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.

**En el artículo 5°** de la presente ley, se presenta el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres como un conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias que se aplica de manera organizada para garantizar la aplicación de la gestión del riesgo en el país.

La ley presenta además que el presidente es el encargado de decretar la situación de desastre según sea la magnitud y los efectos (de carácter nacional, regional, departamental o municipal), además los gobernadores y alcaldes podrán declarar calamidad pública en su respectiva jurisdicción, con previo concepto favorable del concejo departamental o municipal de gestión del riesgo. Por último, cuando una situación se termina el presidente decretará que la situación ha retornado a la normalidad.

**Ley N° 46 de 1988.** Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 919 de 1989.** "Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.

**Ley 388 de 1997.** Lo relacionado con gestión del riesgo:

- *Acción Urbanística:* determinar las zonas no urbanizables que presenten riesgos para localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales, o que de otra forma presenten condiciones insalubres para la vivienda.
- *Determinantes de los POT:* relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales.
- *Contenido del POT:* la determinación y ubicación en planos de las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad.

**Decreto 1640 de 2012.** Este decreto tiene como objeto reglamentar:

- El artículo 316 del Decreto-ley 2811 de 1974 en relación con los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos del país, de conformidad con la estructura definida en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- El parágrafo 3° de la Ley 99 de 1993 y artículo 212 de la Ley 1450 de 2011 sobre comisiones conjuntas de cuencas hidrográficas comunes y procedimientos de concertación para el adecuado y armónico manejo de áreas de confluencia de jurisdicciones entre las Corporaciones Autónomas Regionales y el Sistema de Parques Nacionales o Reservas.

**Decreto 1809 del 2014.**

**Artículo 1.** Objeto y ámbito de aplicación. Las disposiciones contenidas en el presente decreto establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan.

**Artículo 2.** Cuando el presente decreto se refiera a los planes de ordenamiento territorial se entenderá que comprende todos los tipos de planes previstos en el artículo 9 de la Ley 388 de 1997.

**Artículo 3.** Estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial. Teniendo en cuenta el principio de gradualidad de que trata la Ley 1523 de 2012, se deben realizar los estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes y en su ejecución se deben realizar los estudios detallados.

**Constitución política de Colombia 1991. Art. 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. El deber de Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

## Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

### 3.1. Presentación de resultados

En las páginas siguientes, se expondrá detalladamente cada una de las actividades y sus respectivos resultados Obtenidos, en el desarrollo del trabajo de grado modalidad pasantía, llevado a cabo en la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), Ocaña, la presentación de los resultados, evolucionará abarcando cada uno de los tres objetivos específicos mostrados a continuación:

#### **3.1.1. Realizar la zonificación de amenaza por inundación mediante el procesamiento de la información hidrológica y aplicación del modelo Hec-Ras.**

*3.1.1.1 Recolección de información secundaria, la cual debe provenir de las bases de datos de la alcaldía municipal, CORPONOR y bases de datos nacionales (esta información incluirá; estudios anteriores a este en la zona de estudio, cartografía base, bases de datos, planos, etc.).*

*Recolección y procesamiento de la información.* Para el presente estudio fue necesario utilizar información en formato digital de la zona, obtenida a partir de bases de datos pertenecientes a CORPONOR, el Sistema de Información para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT), el Geo portal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), alcaldía municipal, información que fue complementada con visitas de campo para verificación de resultados obtenidos.

Adicionalmente, se emplearon datos históricos de caudales de estaciones limnigráfica del IDEAM, en el área de influencia de los ríos para la elaboración del estudio hidráulico; para la evaluación de la vulnerabilidad, fue desarrollada a partir de información de fuentes secundarias como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), aplicación de encuestas, entrevistas y el Plan municipal de gestión del riesgo del Municipio de Abrego, (PMGR) entre otros, con el fin de integrar información de tipo socioeconómica, que permitiera determinar la vulnerabilidad de la población asentada en los márgenes de los ríos en estudio y su susceptibilidad ante eventos amenazantes.

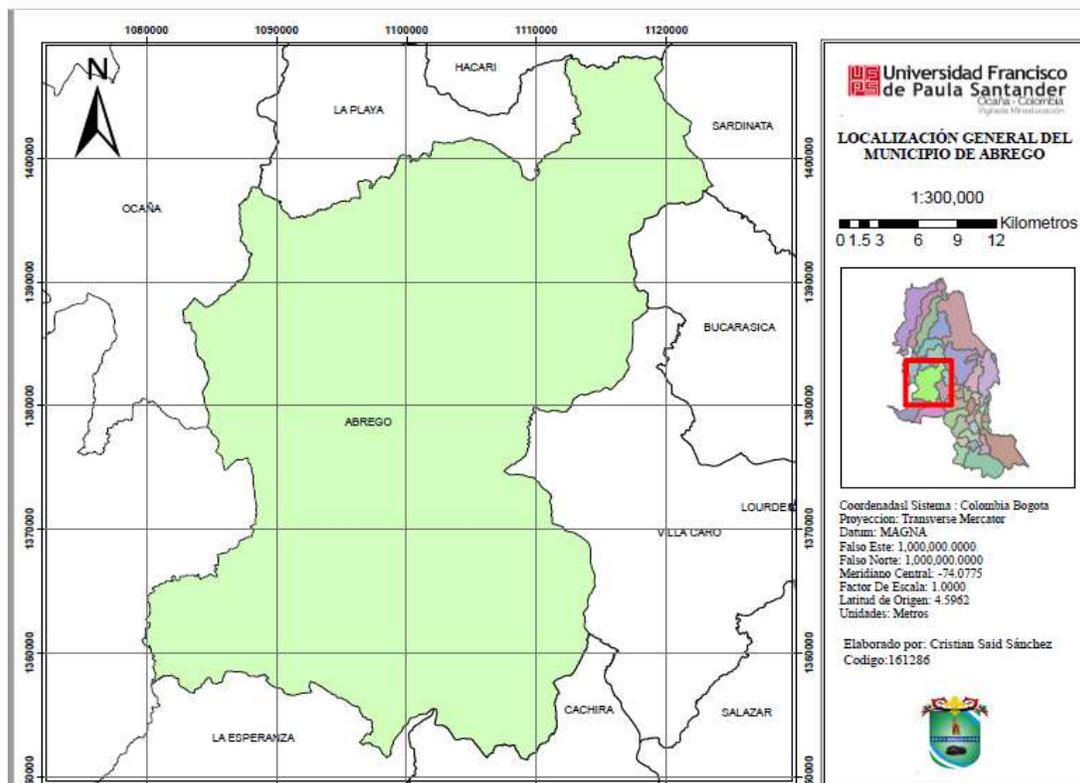
Para el desarrollo de este proyecto se consultaron los siguientes planos:

- Archivos en formato shape de cartografía base (curvas de nivel, red hídrica, drenajes, límite de cuencas Hidrográficas, límite municipal, viviendas, malla vial, etc.), los cuales fueron extraídos o consultados en la alcaldía municipal, Ver Apéndice A, e igualmente facilitados por el autor.
- DEM del satélite Alos Palsar (tamaño de celda de 12,5). La obtención Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio para su posterior implementación dentro del modelo hecras 4.1, fue extraído de imágenes del satélite Alos Palsar y procesado en el software ArcGis 10.1.
- Información meteorológica de la base de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).
- Tabla de valores de referencia (coeficientes de Manning, y Caudales máximos.)

***3.1.1.2. Desarrollar una caracterización biofísica de la zona de estudio a partir de la siguiente información temática previamente construida y analizada. (Topografía, geología, geomorfología, hidrología, red hídrica, temperatura, cobertura vegetal, Precipitación del municipio de Abrego).***

*Localización general y límites del municipio.* El municipio de Abrego Norte de Santander, se encuentra localizado en lo que se conoce como la región Noroccidental del departamento Norte de Santander; su cabecera municipal está bajo las coordenadas geográficas (Latitud-Longitud) [-73°13'26" 8°04'59"], los límites oficiales del municipio que se encuentran descritos en el Esquema de Ordenamiento Territorial, son los siguientes:

- Norte: Municipios de Ocaña y La Playa de Belén.
- Sur: Municipios de Cáchira y Villa Caro.
- Oriente: Municipios de Hacarí, Sardinata y Bucarasica.
- Occidente: Municipio de la Esperanza y Departamento del Cesar.



**Figura 5.** Localización general del municipio.

**Fuente.** Elaboración propia; 2018

El área total del territorio según el (PBOT), plan básico de ordenamiento territorial es de 920km<sup>2</sup>, para un área urbana total de 3 km<sup>2</sup> y el restante del área pertenece a su zona rural.

*Organización Territorial.* Desde el punto de vista administrativo y de la función pública el municipio de Abrego se encuentra dividido de la siguiente forma según el pbot :

- Sector urbano o también conocida como la cabecera del municipio (suelo urbano y de expansión urbana).
- Zona rural está comprendida por 126 veredas.

**Componente físico.** A continuación se realiza la descripción de los parámetros con mayor importancia para la caracterización de los elementos básicos que identifican al municipio en su componente abiótico como: paisaje, geología, geomorfología, suelos, hidrología, etc.

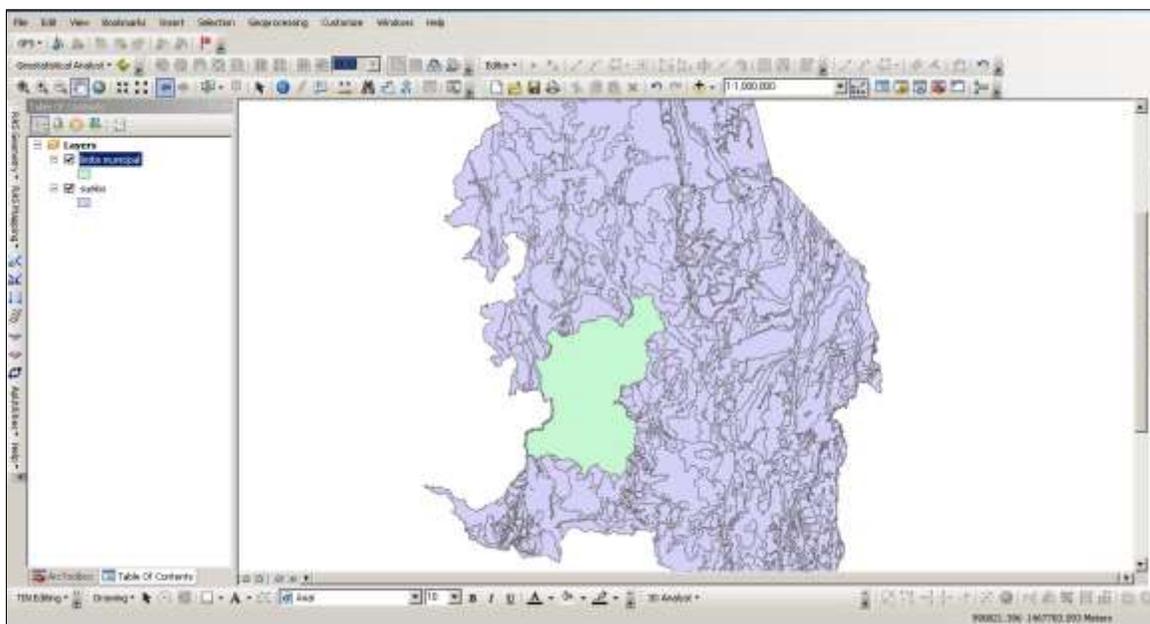
*Unidades de paisaje.* Según el estudio de suelos y zonificación de tierras de norte de Santander el cual fue elaborado en el año 2006 a una escala de 1:100.000 para todo el departamento y el cual se encuentra en la territorial de COPONOR Ocaña como documento de consulta interna.

A partir del procesamiento de esta información la cual se encuentra en un documento Word y un Shapefile se geoprocesó este último en el sistema de información geográfica ARCGIS versión o licencia académica de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.

El geoproceso consistió en realizar un (clip) o corte de la capa base para la extracción de la información técnica que contiene en SHP, generando una nueva capa la cual contuviera únicamente la información de suelos del municipio de Abrego.

El resultado del geoproceso anteriormente descrito es el shp de suelos del municipio para después proceder a su categorización por unidades de paisaje y el cálculo de las áreas para cada unidad de paisaje tal y como lo muestra la figura 6 “unidades de paisajes”.

Como resultado no solo se obtuvo el mapa de unidades de paisaje, también se pudo realizar el análisis de cada unidad, con sus características geológicas y agrologicas más importantes para este estudio.



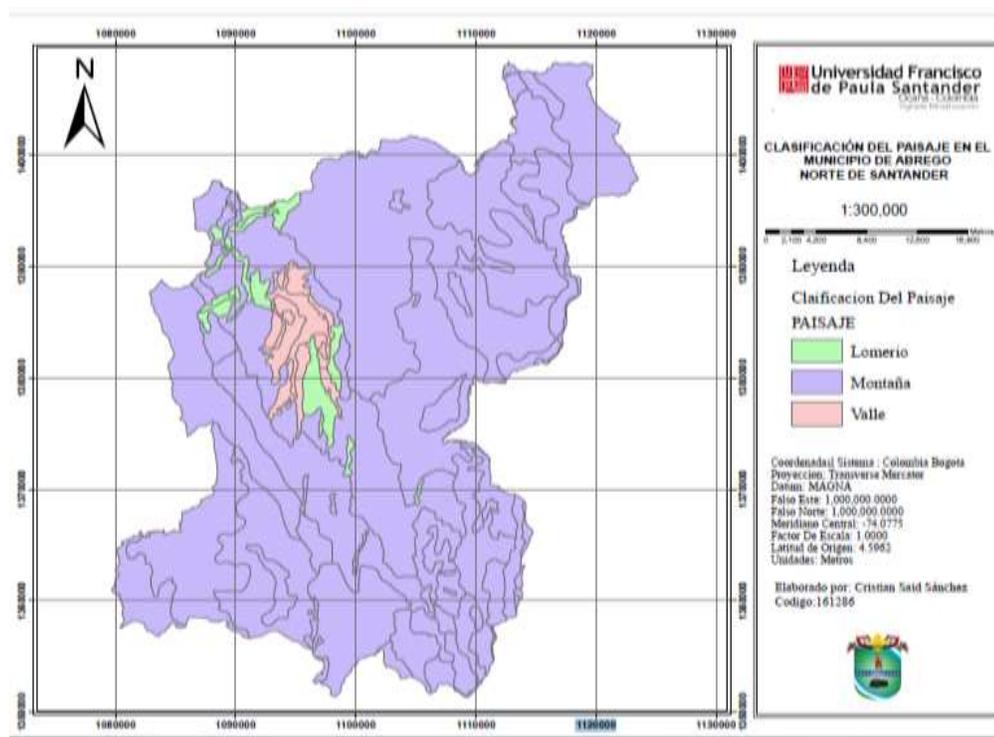
**Figura 6.** Geoprocesamiento de la información geográfica oficial.

**Fuente.** Autor de la pasantía

**Nota.** En la figura se aprecia el Shapefile base “estudio de suelos” escala 1:100.000 y sobre este el polígono oficial del límite municipal de Abrego usado en el geoproceso CLIP para la sustracción de la información de la tabla de atributos del Shapefile base.

El shp de suelos del municipio (el cual es el resultado del geoproceso anterior) se generara con el sistema de referencia del Shapefile base que para este caso es Magna sirgas Colombia Bogotá Zone, como lo indica la figura, si hizo necesario la reproyección del archivo a la zona Magna Sirgas correspondiente al municipio (MAGNA SIRGAS COLOMBIA BOGOTA).

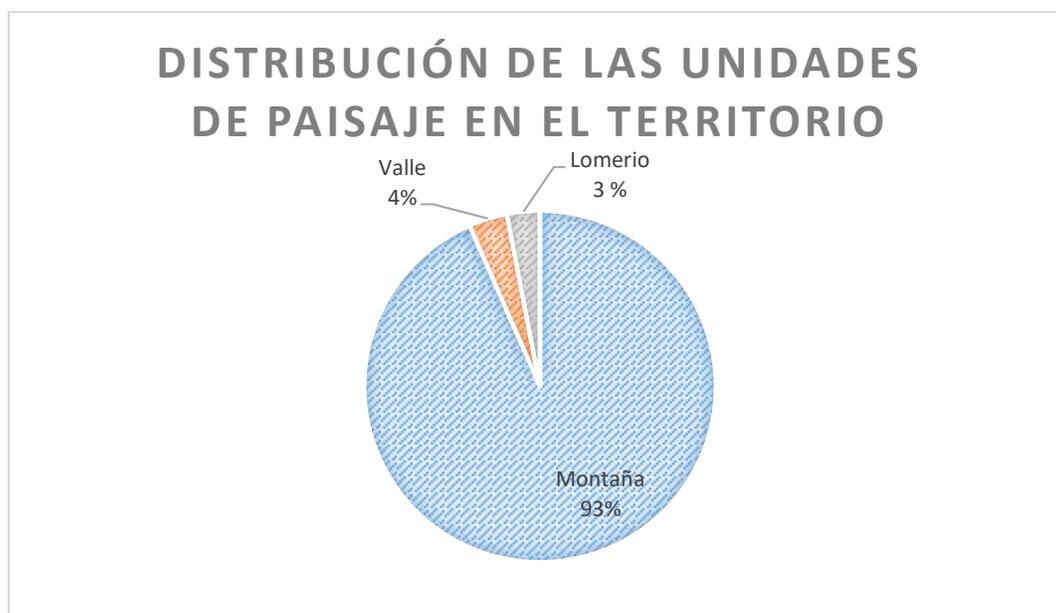
Lo anterior con el fin de cumplir el requisito técnico establecido por el IGAC para la producción de cartográfica temática dentro del territorio Colombiano y poder realizar los cálculos de áreas y/o longitudes de forma adecuada.



**Figura 7.** Mapa de unidades de paisaje del municipio.

**Fuente.** Archivo interno de coronpor, modificado por el autor de la pasantía.

El cuadro de áreas con las unidades de paisaje que se encuentra en el mapa de la figura deja ver que la unidad de paisaje que mayor espacio ocupa en el territorio es el de montaña con un 93.5% y el de menor área la unidad lomerío con el 3% (ver mapa y diagrama de torta), la zona de estudio delimitada para este estudio se encuentra ubicada en la unidad de paisaje (Valle) con 3.5%.



**Figura 8.** Diagrama de torta (Distribución de las unidades de paisaje).  
**Fuente.** Autor de la pasantía

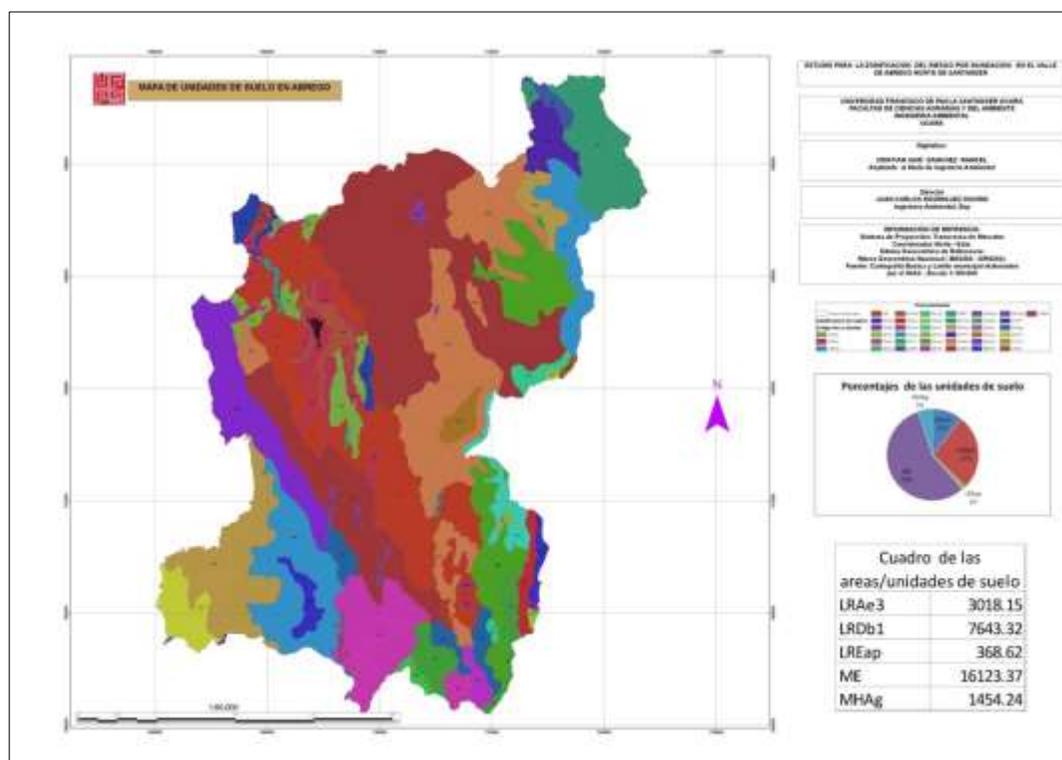
La zona de estudio está formada por el paisaje de valle, atravesado por el río Algodonal, rodeado principalmente por los paisajes de montaña y de lomerío, se presenta en forma de superficies planas alargadas, generalmente amplias y atravesadas longitudinalmente por el cauce del río; en altitudes de 1500 metros y 100 metros dentro de climas medio, seco, correspondientes a las zonas de vida ecológica de bosque seco Pre montano (bs-PM).

Los tipos de relieve dominante en este paisaje corresponden a planos de inundación y a terrazas agradacionales de primer nivel. También hay en algunas de ellos procesos erosivos hídricos en grado ligero, y en superficie, dentro del perfil hay abundantes fragmentos de roca, debido a influencia de aportes laterales provenientes principalmente de relieves de montaña.

(Alcaldía pbot 2001-2009)

*Unidades de suelo.* En cuanto a la distribución de las unidades de suelos presentes en el municipio se digitalizo el mapa de unidades de suelos a partir del Shapefile de estudio de suelos y zonificación de tierras de Norte de Santander, siguiendo el procedimiento descrito en la figura No. 6, La clasificación de esta temática permitió obtener las unidades de suelo que se presentan en la figura 9.

El conocimiento de estas unidades de suelo las cuales se representan por su símbolo cartográfico es de vital importancia para la descripción de las características fundamentales de los mismos, y a su vez para La determinación de las clases agrologicas a las que pertenecen.



**Figura 9.** Unidades de suelo.

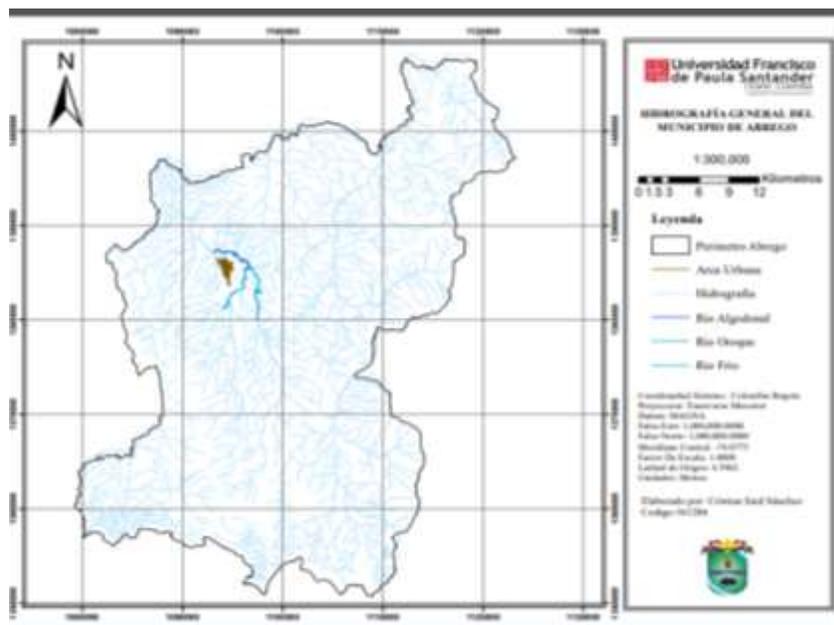
**Fuente.** Autor de la pasantía

En el paisaje de valle se encuentran (2) unidades cartográficas identificadas en el mapa de suelos con los símbolos: VRA (Aquí Ustifluvents) y VRB, (Ustic Dystropepts,) la primera

unidad VRA se encuentra localizada a 1100 m.s.n.m, con una pendiente 0-3 %, dentro de un clima medio seco; caracterizado por una temperatura media anual de 20°C y una precipitación de lluvias de 600 mm, topografía plana, lo cual según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Premontano (bs-PM), Los suelos Aquic Ustifluvents son profundos, limitados por fluctuaciones de nivel freático, son moderadamente bien drenados, tienen textura franca con altos contenidos de limo, y su La fertilidad natural es alta, son suelos donde se presentan periódicamente inundaciones, área de 1464 ha, Los cultivos que se practican son de hortalizas con riego, es lo indicado para el mejor aprovechamiento de los suelos, Cartográficamente se identifican los suelos con el símbolo VRAa.

Los suelos VRBb1, cuenta con un tipo de relieve dominante que corresponde a una terraza agradacional primer nivel, originada de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixto aluvial, transportados por el río Algodonal, fertilidad baja, suelo arcillo-arenoso, clima medio seco, La topografía es ligeramente inclinada con pendientes 3-7%, con un área de 4864 ha, y donde se encuentran pastos, cultivos de maíz, frijol, cebolla, y plátano. (alcaldía municipal, 2000).

*Red hídrica del municipio.*



**Figura 10.** Red hídrica del municipio de Abrego  
**Fuente.** Autor de la pasantía.

Como lo indica la actualización del pomca del río algodonal la Cuenca del Río Algodonal posee un importante capital natural que es necesario proteger, para garantizar a futuro la provisión de agua en la cuenca y los centros poblados que se encuentran dentro de ella. Entre sus características socioeconómicas se destaca que la zona de Algodonal donde se ubican los municipios de Abrego, Ocaña, La Playa, González y Río de Oro, son los que tienen una mayor población y asimismo hay una alta contaminación del agua por vertimientos de aguas domésticas. (Corponor , 2014)

Los tres ríos de mayor importancia para el municipio y los cuales delimitan esta investigación son los ríos: frio, Oroque y algodonal.

### ***Descripción de los ríos para el presente estudio.***

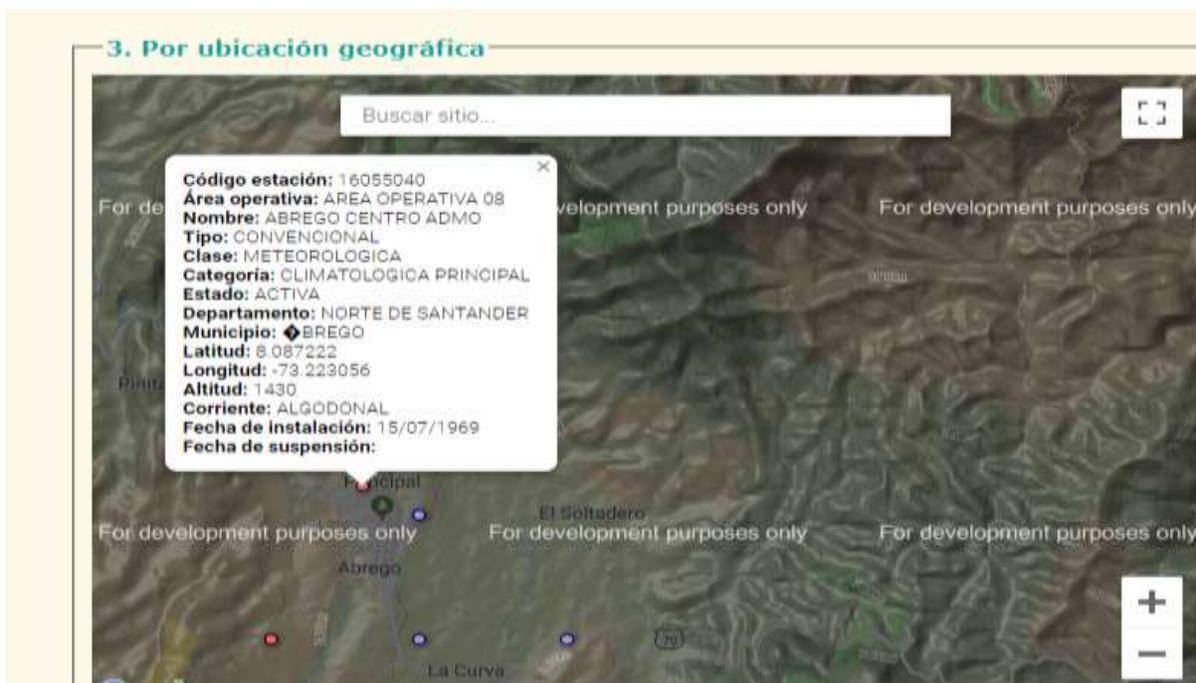
*Cuenca Parcial del Río Algodonal.* La cuenca del río algodonal recorre una longitud de 22 km desde la confluencia en el río frío en la vereda llano alto, hasta la vereda de chapinero que es límite con Ocaña, con un área de 17.868 hectáreas, aproximado 180 km<sup>2</sup>, actualmente tiene un porcentaje de degradación del 35 % que indica una baja regulación de caudales y degradación de suelos, está compuesta por 28 afluentes destacando entre ellos: el Tabaco, el Sacudero, Paloquemao, Capitán Largo y Potreritos, En el área de esta cuenca parcial se encuentra el casco urbano del municipio de Ábrego, el Distrito de Riego del Inat y las actividades agropecuarias económicamente más relevantes. (Corponor , 2014)

Esta sección de la cuenca es asimétrica, con mayor área en la vertiente izquierda y en general una textura gruesa en el patrón de drenaje. La orientación es suroriente – noroccidente, cubriendo prácticamente la esquina noroccidental del municipio, cabe aclarar que para el presente estudio se tomó 2.44 km del cauce.

*Subcuenca del Río Oroque.* Cuenta con un área de 12.772 hectáreas, en su corriente principal, recorre una longitud de 33 km desde su nacimiento en el páramo de jurisdicciones, hasta su confluencia en la vereda el hoyo, con el río frío formando el río algodonal, con una pendiente de 3 a 7 % pertenece al sistema hidrográfico del río algodonal, formado por 45 afluentes entre las más importantes la quebrada el Tigre, el Silencio, la Esperanza y los Cucos. La forma de la subcuencas es alargada, con patrón de drenaje de textura media a gruesa relativamente simétrica<sup>5</sup> y orientada en dirección sur –norte. El estudio realizado abarco una longitud de 1.5 km en la zona de valle del municipio.

*Subcuenca del Río Frío.* La Subcuenca del río frío dentro del municipio, tiene un área de 11.059 hectáreas (Aproximado 110 Km<sup>2</sup>), esta corriente recorre una longitud de 29 km, desde su nacimiento en brisas del páramo hasta su punto de confluencia en la vereda el hoyo con el río algodonal, Presenta pendiente promedio del 6,3% y al igual que el río Oroque, también pertenece al sistema hidrográfico del río Algodonal. Formado por diecinueve (19) afluentes entre los más importantes, las quebradas Santa Bárbara, la Enea, Río Caliente y Mata de Fique. Dentro de su morfología es una Subcuenca asimétrica, la mayoría de los afluentes se encuentran en la vertiente occidental (izquierda), con un patrón de drenaje de textura media y orientación sur – norte, tiene una forma ovalada y algunas áreas con grave deterioro ambiental. (Alcaldía de Abrego, pbot 2001-2009).

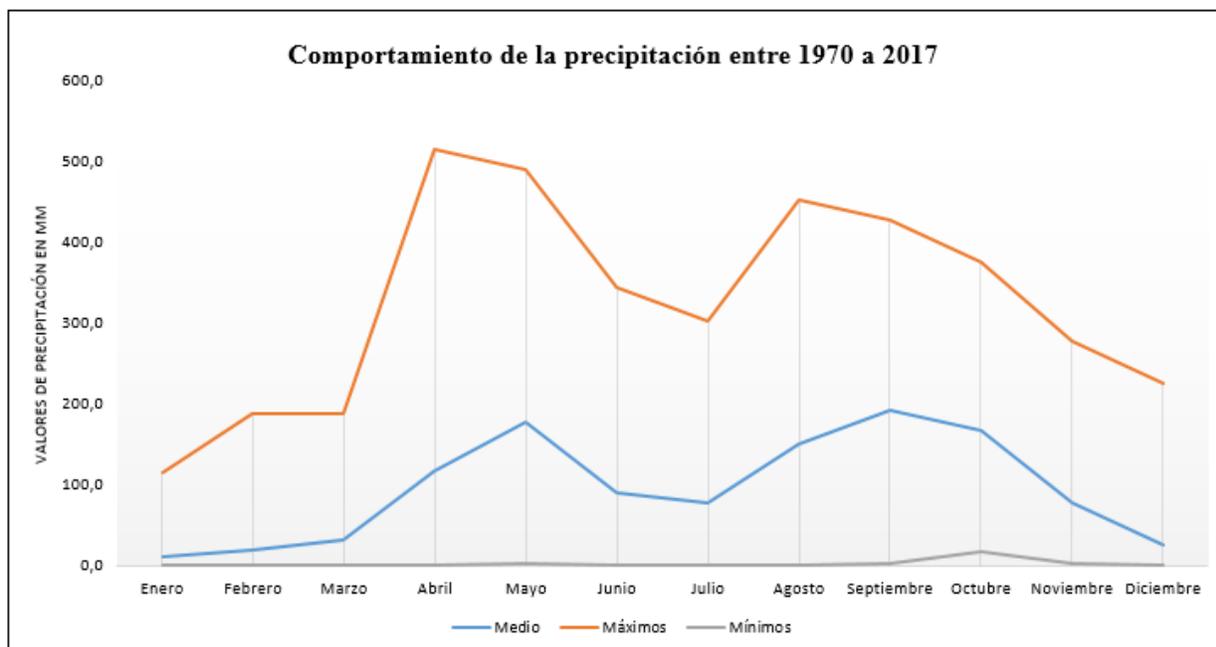
***Climatología.*** Para obtener los datos de estudio fue necesario reconocer las estaciones del IDEAM (2018) que están cercanas a los principales ríos de estudio o en la zona de influencia, se recurrió a la estación pluviométrica ABREGO CENTRO ADMO 1605504, tomando registros de 40 años sobre temperatura y precipitación, estación importante debido a que cuenta con los datos suficientes para realizar el presente análisis, adicional a esto se localiza en el área de estudio por tener condiciones climáticas que abracan la zona de valle, Cabe resaltar que para la realización de las gráficas, los datos fueron proporcionados por el IDEAM y adicionalmente se tuvo en cuenta los periodos comprendidos entre 1970 – 2017 se sacaron los promedios mensuales anuales.



**Figura 11.** Ubicación de la estación ABREGO CENTRO ADMO 16055040

**Fuente:** Autor de la pasantía

**Precipitación.** Con respecto a la precipitación en Abrego, el municipio cuenta con un promedio anual de 1135mm, un Máximo de 384,8 mm y un mínimo de 27,4mm. En este sentido, presenta un régimen bimodal con picos en mayo y septiembre, dónde en el primer trimestre (Enero, febrero y marzo) es la época de menor precipitación, junto con noviembre y diciembre. En contraste, en años de abundantes precipitaciones, los picos del régimen bimodal se presentan en abril y agosto, con un incremento abrupto entre marzo y abril. No obstante, el pico del primer semestre del año tiende a disminuir gradualmente hasta el mes de julio, siendo este el punto de inflexión; es una característica similar tanto para años promedio, como para año de abundantes precipitaciones, se verificó que las estaciones seleccionadas se encontraran en estado activo y con un registro de información mayor o igual a 25 años, tomando en consideración la recomendación de la UNESCO de que “para calcular balances hídricos medios son necesarias series extensas de precipitación (alrededor de 25 - 50 años)” (Sokolov y Chapman, p.27, 1981). Ver Apéndice B.



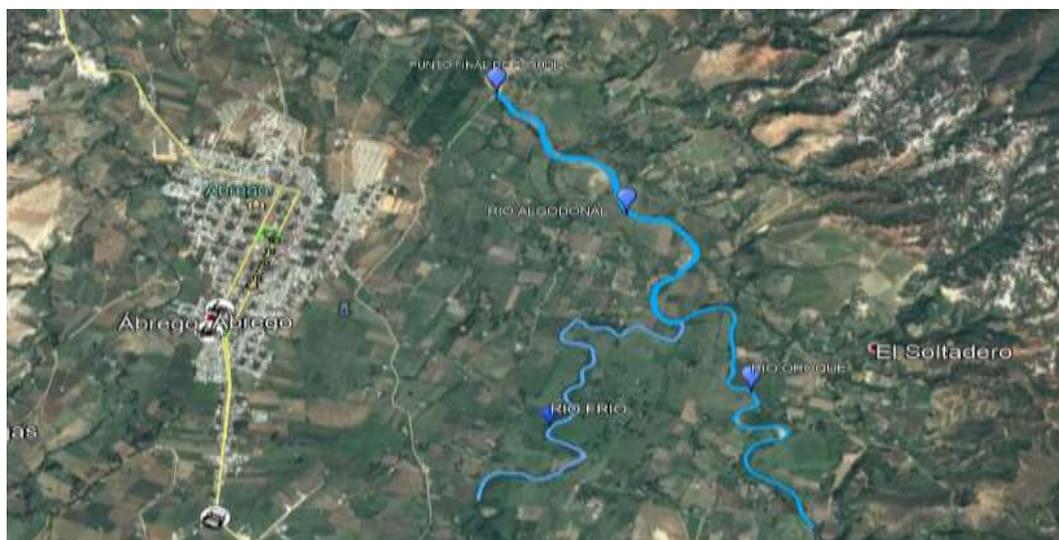
**Figura 12.** Comportamiento de las precipitaciones en el municipio en un espacio temporal de cuarenta y siete años.  
**Fuente.** Autor de la pasantía

**Temperatura.** La temperatura del municipio de Ábrego según datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018), muestra una temperatura promedio de 21°C, con un máximo de 28,9°C y un mínimo de 8,6°C. En este sentido, el comportamiento de la media es una tendencia positiva, con su punto máximo en el mes de septiembre, Llegado a este punto, la tendencia es negativa (disminuyendo) desde julio hasta diciembre.



**Figura 13.** Comportamiento de la temperatura en el municipio de Ábrego, en un espacio temporal de cuarenta años.  
**Fuente:** Autor de la pasantía.

**Área de estudio.** El estudio para la estimación del riesgo por inundación se llevó a cabo en las veredas: el soltadero, el hoyo, santa Rita y llano alto, en la zona rural del municipio de Abrego, comprendida por los siguientes tramos: 2,44 km de río algodonal, 1,5 km de río Oroque y 1,35 km de río frío, basándome en el plan municipal de gestión de riesgo que reporta periódicamente como zonas de afectación por inundaciones en el valle de Abrego, en la figura No. 15, se muestra el mapa del área de estudio.



**Figura 14. Localización zona de estudio**

**Fuente:** google earth.

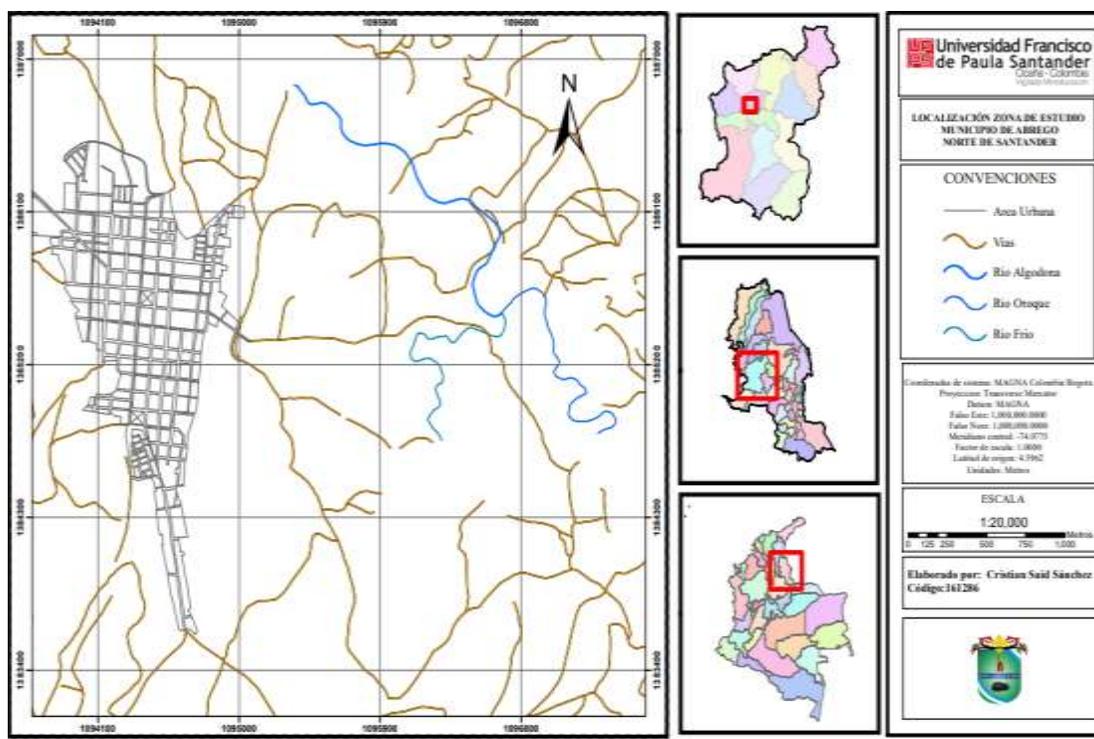
*Localización geográfica de la zona de estudio.* Las coordenadas geográficas para su localización se entregan a continuación en la tabla N° 4, estas coordenadas fueron extraídas de los archivos oficiales de información cartográfica la cual fue facilitada por la Corporación. En la figura No. 14 se puede ver la localización respectiva.

**Tabla 3.**

*Coordenadas de la zona de estudio*

Coordenadas de la zona de estudio	
latitud	Longitud
8° 5' 21.28"	73° 12' 20.71"
8° 4' 18.73"	73° 12' 11.14"
8° 4' 14.66 "	73° 11' 30.65"

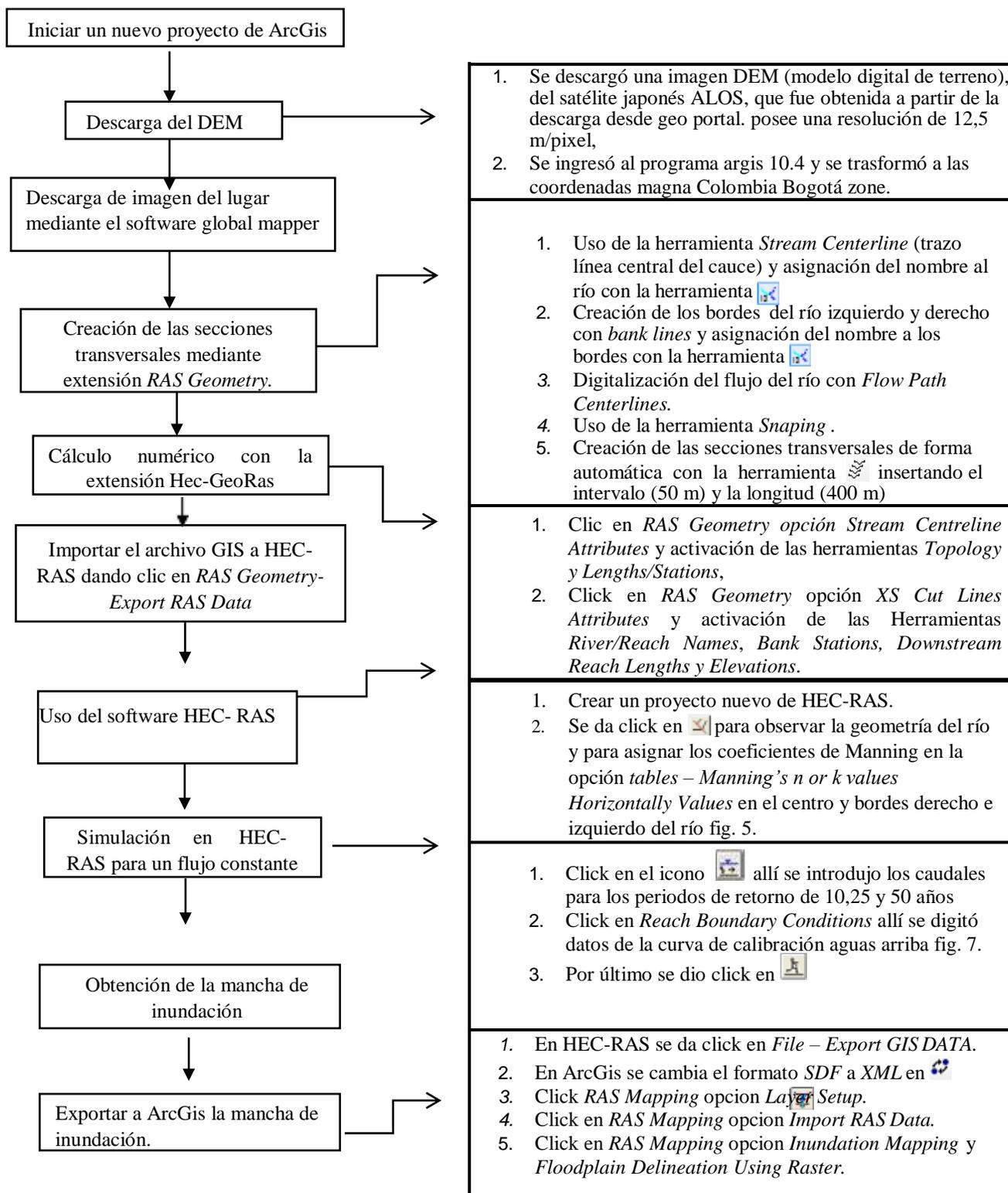
Fuente: Autor de la pasantía.



**Figura 15.** Área de estudio  
**Fuente:** Autor de la pasantía

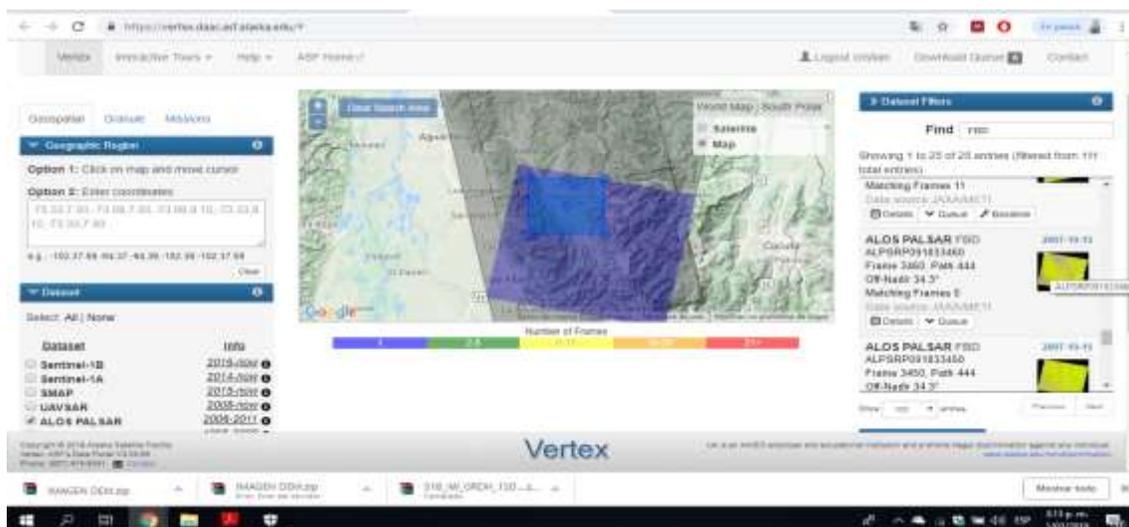
**3.1.1.3. Aplicar el modelo hidrológico e hidráulico hecras para el tramo de los ríos los cuales son objeto de estudio.** En términos generales, la modelación hidráulica consiste en un procedimiento técnico que busca reproducir un fenómeno natural (mundo real) que, para el caso de interés, se enfoca en determinar el movimiento o dinámica del agua, utilizando modelos (simplificación) físicos y/o matemáticos. (Ideam, 2018).

En la figura No.16 se mostrara el proceso para realizar la modelación hidráulica de los tramos de estudio.



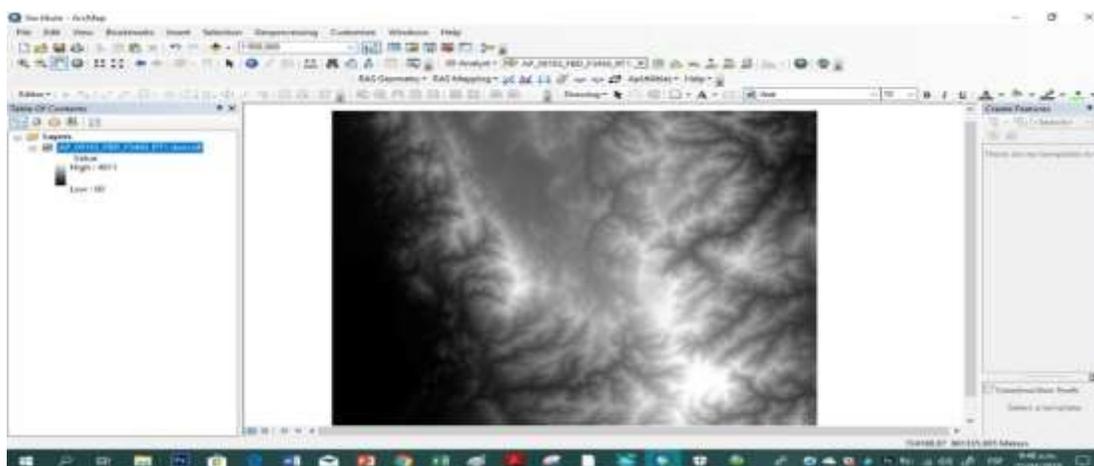
**Figura 16.** Etapas para la Modelación hidráulica  
**Fuente:** Autor de la pasantía.

**Recolección e implementación de información.** Se gestionó una imagen DEM (modelo digital de terreno), del satélite japonés ALOS PALSAR, que fue obtenida a partir de la descarga desde geoportal (Ver figura 17).



**Figura 17.** Visor de descarga de Alaska Satellite Facility, para la descarga de DEM del satélite ALOS.  
**Fuente:** Autor de la pasantía.

Este dem fue procesado en argis 10.4 para obtener el siguiente resultado, que se puede observar en la figura No. 18.



**Figura 18.** Vista del modelo digital del terreno descargado.  
**Fuente:** Autor de la pasantía.

**Solicitud de información de caudales.** Para el presente estudio, se llevó a cabo la consulta a través de la página del IDEAM, en donde proporciona de estudio, con el objetivo de identificar cuáles de estas estaciones generan influencia en la zona de estudio. (IDEAM, 2014)

Se solicitó información de estaciones que registran caudales en las zonas altas de los ríos frío y Oroque; en la tabla 4, se presenta las estaciones de las cuales se solicitó información de su ubicación geográfica y en la Figura No.19 se presenta la imagen de las estaciones y su localización en el municipio de Abrego.

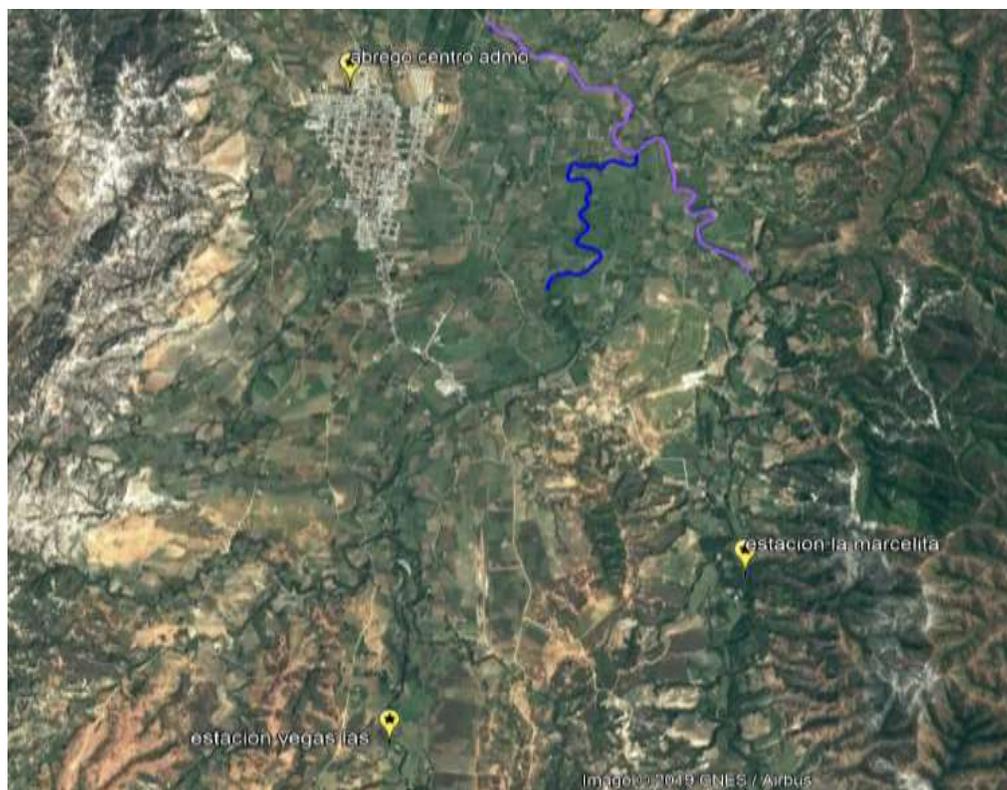
**Tabla 4.**

*Estaciones hidrológicas ubicadas en el área de influencia, para la zona de estudio.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>AÑOS DE REGISTRO</b>
16057020	MARCELITA	8.044167	-73.191944	38 AÑOS
16057010	VEGAS LAS	8.0305	-73.218139	49 AÑOS
1605504	ABREGO CENTRO ADMO	8.087222	-73.223056	49 AÑOS

Fuente. Autor de la pasantía

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, se descartaron las estaciones con informaciones incompletas, en pocas palabras que no tienen un proceso activo debido a que no se encuentran funcionando por déficit de información, quedando así de esta manera, las estaciones seleccionadas para la estimación de los caudales para los diferentes periodos de retorno.



**Figura 19.** Localización de las estaciones

**Fuente:** Google Earth

*Estimación de caudales máximos.* Según el ideam en su metodología para la elaboración de mapas de amenaza por inundación afirma que para la elaboración de un mapa de amenaza se requiere la determinación del caudal de creciente para el período de retorno deseado, para lo cual se puede hacer uso distintos análisis hidrológicos en función de la calidad y cantidad de información existente para el sitio de interés, es por eso que si existen registros de caudal en el sitio de interés, puede llevarse a cabo un análisis de frecuencia de caudales máximos. (Ideam, 2018)

Para poder realizar la estimación de caudales máximos, se tuvo en cuenta la información que arrojaron las estaciones anteriormente mencionadas, ubicadas en el municipio de Abrego, en donde, para hallar dicha estimación se utilizó la fórmula de gumbel que se define de la siguiente

manera: el “valor máximo” que se quiere determinar para un determinado período de retorno se determina por medio de la expresión:  $x = x_m + D x = x_m + k \cdot s_{n-1}$ .

En donde:

$x$ : valor máximo (caudal o precipitación) para un período de retorno  $T$ .

$x_m$ : media de la serie dada de valores máximos

$D x$ : desviación respecto a la media, que se estima mediante el producto de:  $k \cdot s$

$n-1$

$k$ : factor de frecuencia, que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

$s_{n-1}$ : desviación estándar, desviación típica de los valores extremos.

El valor de la variable “ $k$ ” se estima a partir del conocimiento del período de retorno en años y del número de años disponibles en la serie.

Así:  $k = (y_T - y_n) / S_n$

$y_T$ : variable de Gumbel para el período de retorno  $T$ . Se determina a partir del valor del período de retorno. El valor se puede obtener de la tabla adjunta.  $y_T = -\ln(-\ln(T/T-1))$ .

$y_n$ : valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas.

$S_n$ : valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas. Ver Apéndice C.

A continuación, se realizará el proceso para la obtención de caudales, para los valores de  $y_t$ , se recurrieron a unas tablas, las cuales arrojan un valor con referencia al número de datos que se obtienen de caudales máximos anuales, en este caso se toman 45 datos de la estación vegas y 39

datos de la estación la marcelita. El valor de  $y_n = 0.54630$  y  $s_n = 1.15184$  para las vegas y la marcelita  $y_n = 0.54302$  y  $s_n = 1.13896$ .

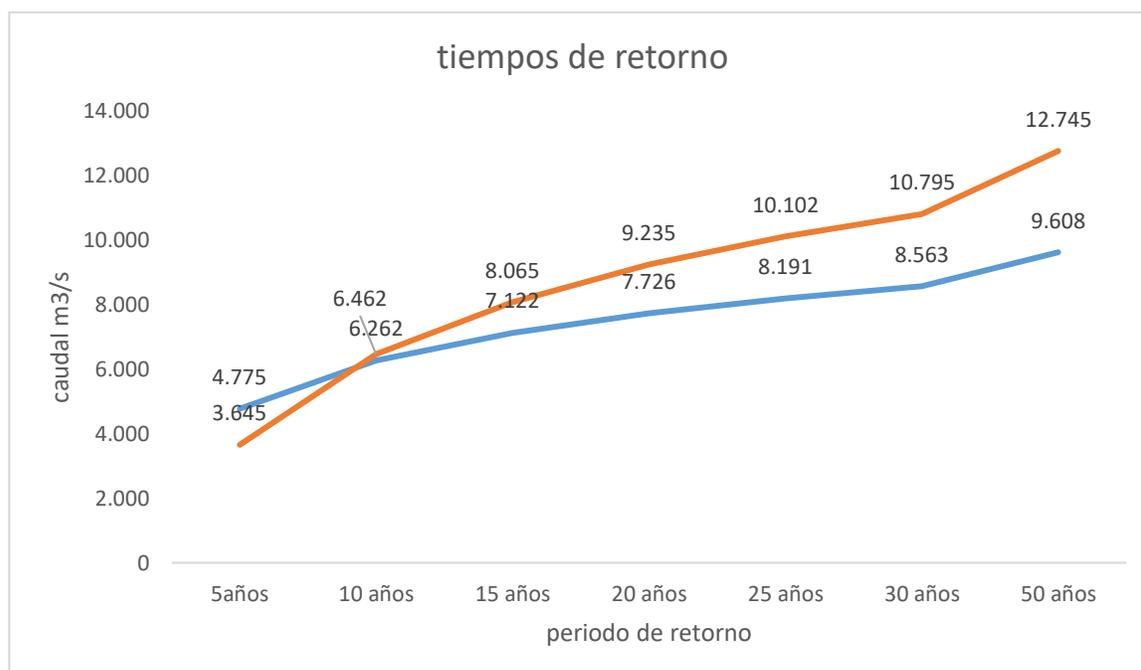
Para Analizar la frecuencia se procede a estimar los caudales máximos a partir del análisis regional de frecuencias considerado adecuado para la estimación de los mismos, en los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50-100 años de la estación vegas las y marcelita, cuyos resultados se presentan en la Tabla No.5 y en la figura No.20.

**Tabla 5.**

*Proceso para la obtención de caudales, para cada periodo de retorno*

Periodo de retorno	k	Yt	Estación la marcelita las Q m <sup>3</sup> /s	Estación vegas las Q m <sup>3</sup> /s
5	0.84	0.366651	3.645	4.775
10	1,49	2.25037	6.462	6.262
25	2,33	3.19853	10,101	8.191
30	2,49	3.38429	10,795	8.563
50	2,94	3.90194	12,745	9.608

Fuente: Autor de la pasantía



**Figura 20.** Tiempos de retorno

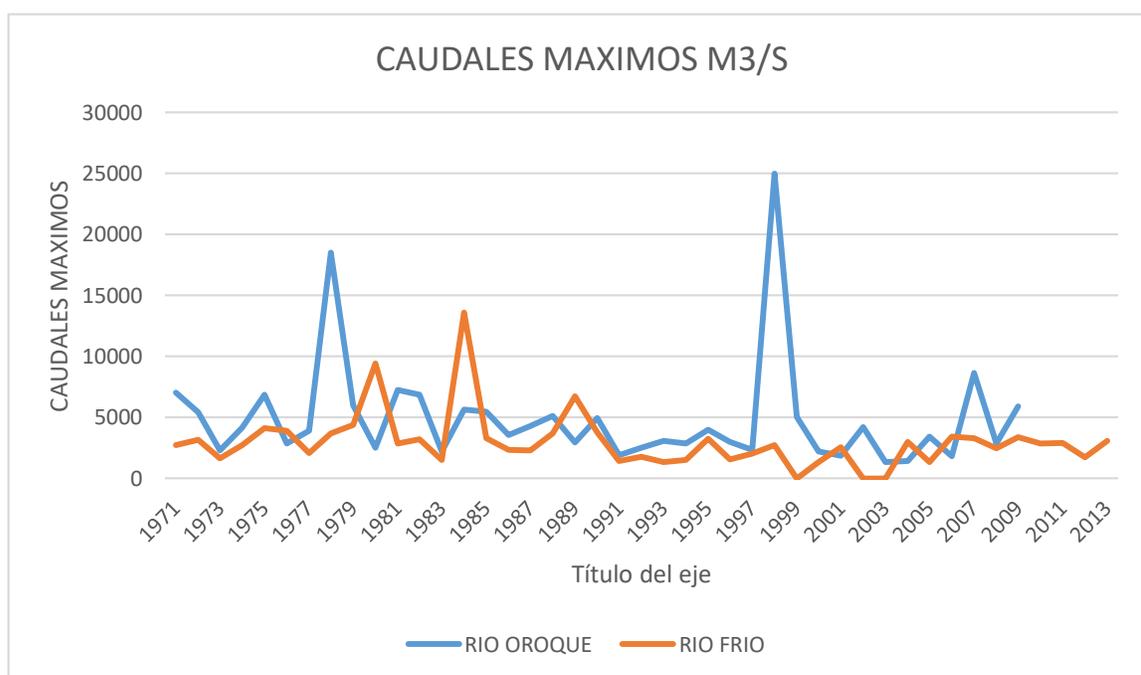
Fuente: Autor de la pasantía

**Caudales de diseño.** De acuerdo al estudio hidrológico realizado, se tiene que los caudales de diseño fueron obtenidos realizando el respectivo análisis de frecuencia, donde las series fueron ajustadas usando la distribución de probabilidad Gumbel. En la Tabla No. 6. Se resumen los resultados obtenidos para hacer la modelación hidráulica y en la figura No.21 se muestran los caudales máximos obtenidos en los diferentes periodos.

**Tabla 6.**  
*Resultados de caudales máximos para la simulación*

TR AÑOS	RIO FRIO QMAX M3/S	RIO OROQUE Q MAX (M3/S)
5	4.775	3.645
10	6.262	6.462
15	7.122	8.065
20	7.726	9.235
25	8.191	10.102
30	8.563	10.795
50	9.608	12.745

Fuente: Autor de la pasantía.



**Figura 21.** Caudales Máximos M<sup>3</sup>/S

Fuente: Autor de la pasantía

Luego de obtener la información de los caudales nos vamos al proceso del modelamiento hidráulico que contempla un análisis pre-post procesamiento en hecras el cual se obtendrá como resultado un área de inundación modelada, donde se determinan las categorías de amenaza, alta media y baja.

Luego se definió un valor del coeficiente de Manning para el Cauce de 0.035, estos valores son analizados en tablas referenciadas por otros autores, de las cuales se toma para las banquetas de 0.040, (cuyo valor es necesario para la Modelación hidráulica), teniendo en cuenta las características de los ríos en estudio, ya que cuentan con características similares. (Ver Apéndice D.)



**Imagen 1.** Visita a los ríos en la zona de estudio  
Fuente: Autor de la pasantía

Como se puede observar en la figura se encuentran en los ríos las mismas características

Luego, se procede a estimar la pendiente del cauce como Sigue:

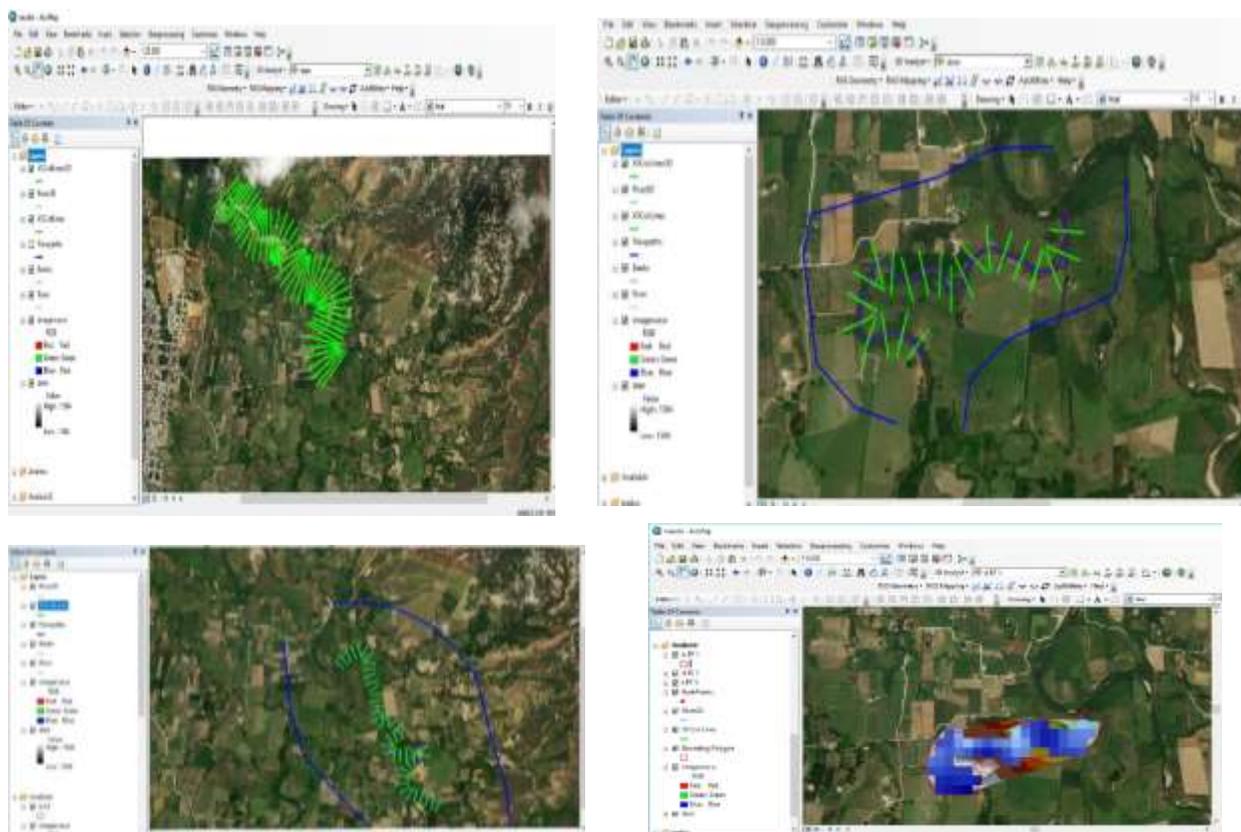
$$s = \frac{CSR - CIR}{L}$$

- $CSR$  = Elevación superior a lo largo del cauce ( $m$ )
- $CIR$  = Elevación inferior a lo largo del cauce ( $m$ )
- $L$  = Longitud de la zona analizada ( $m$ )

Esta fórmula me definirá las pendientes para cada tramo del río estudiado, muy importante para determinar la velocidad del flujo el cauce, en este caso la pendiente en los tramos es muy mínima debido a que las características del terreno son poco inclinadas.

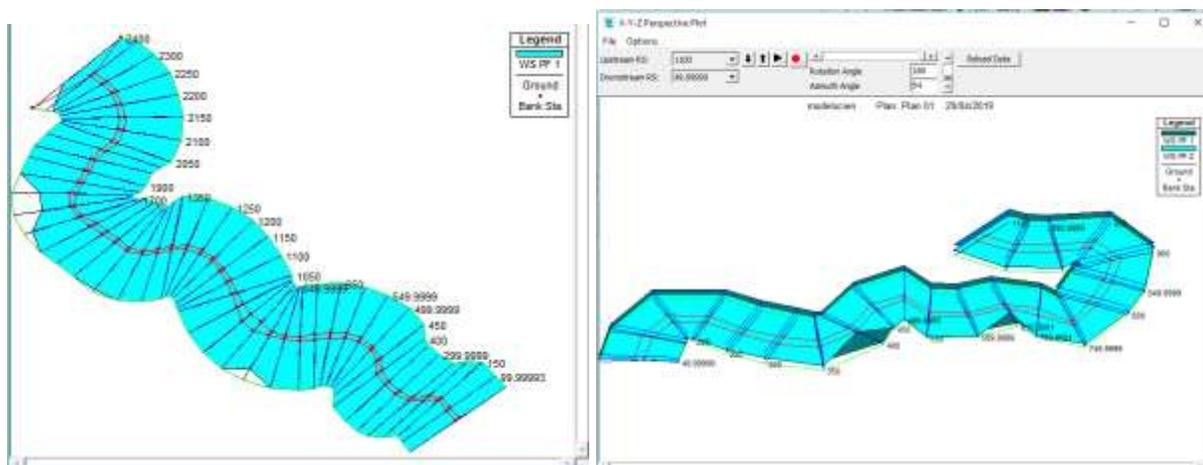
**Modelación hidráulica.** En búsqueda de un mejor y más detallado análisis del comportamiento hidráulico del cuerpo de agua de los ríos en estudio para el valle de Abrego, se desarrolló la modelación pertinente a los tramos de estudio que corresponde a 1500 metros del río algodonal, 2440 mts de río Oroque y 1350 mts de río frío, con una pendiente del río de 0.007, obteniendo el siguiente procedimiento.

**Geometría del modelo:** Luego de definir la pendiente y el coeficiente de Manning, se realizan las secciones transversales, para ello se descarga una imagen de software global mapper, en el cual se digitaliza el alineamiento y las secciones transversales de los ríos, las cuales cuentan con una separación de unos 50 m, y un ancho de 400m aproximadamente para un total de 48 secciones para el río algodonal, 43 secciones para el río Oroque y 22 secciones para el río frío.



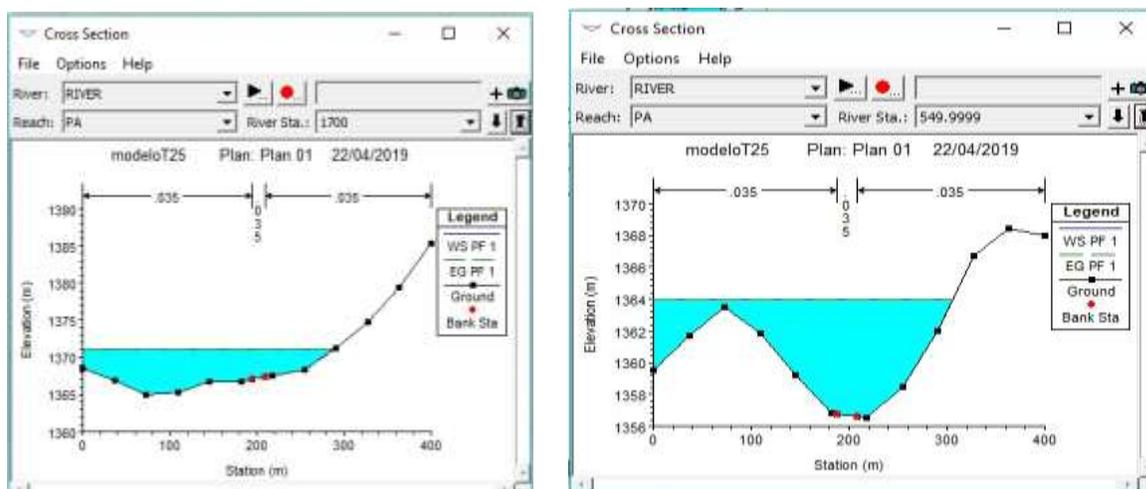
**Figura 22.** Secciones transversales modelo HEC-RAS, utilizadas en el estudio hidráulico de la zona.  
**Fuente:** Autor de la pasantía

Con los parámetros ya definidos y los caudales estimados mediante la modelación Hidrológica, se ejecutó el modelo obteniendo los resultados representados en el Perfil longitudinal de la zona de estudio como se representa en la figura No.23.



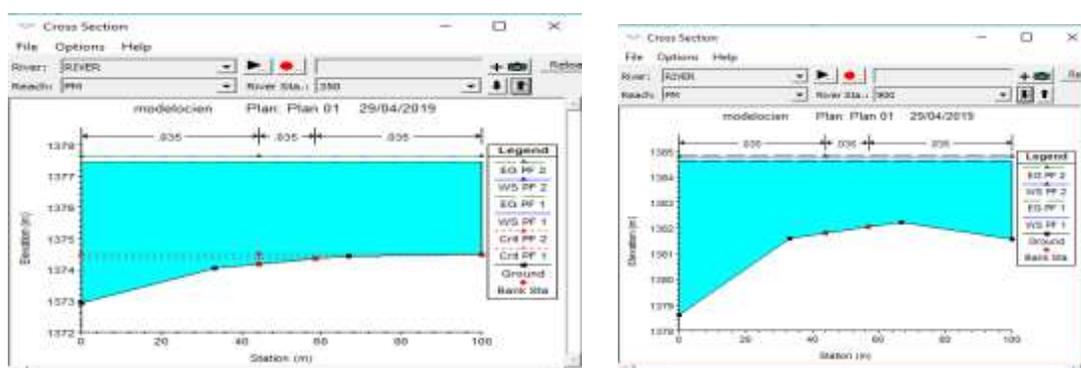
**Figura 23.** Tramo de estudio río algodonál  
**Fuente:** Autor de la pasantía

Al obtener los perfiles longitudinales de cada uno de los tramos de estudio, se procedió a analizar los diferentes llenados por cada uno de los periodos de retorno, como se evidencia en las figuras No. 24, 25 y 26.



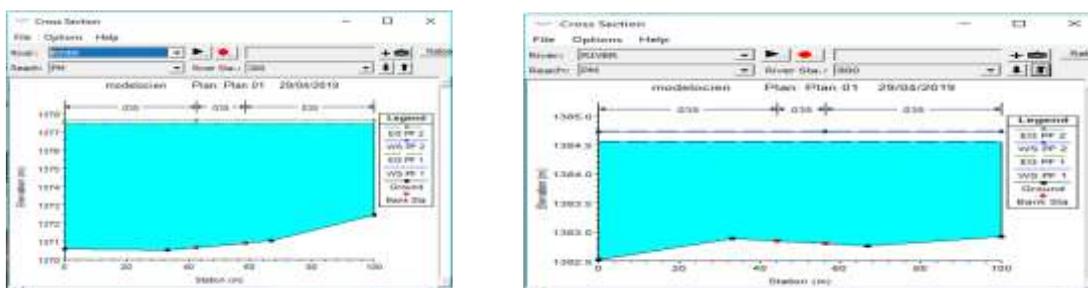
**Figura 24.** Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 10 años.

**Fuente:** Autor de la pasantía



**Figura 25.** Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 25 años.

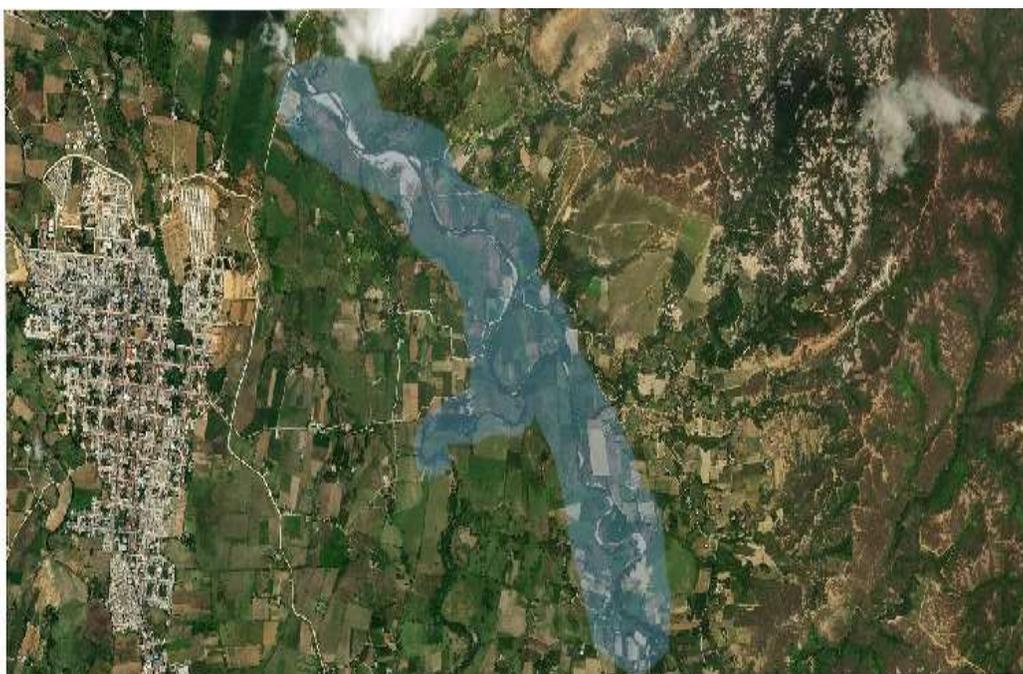
**Fuente:** Autor de la pasantía



**Figura 26.** Perfiles de llenado para un periodo de retorno de 50-100 años.

**Fuente:** Autor de la pasantía

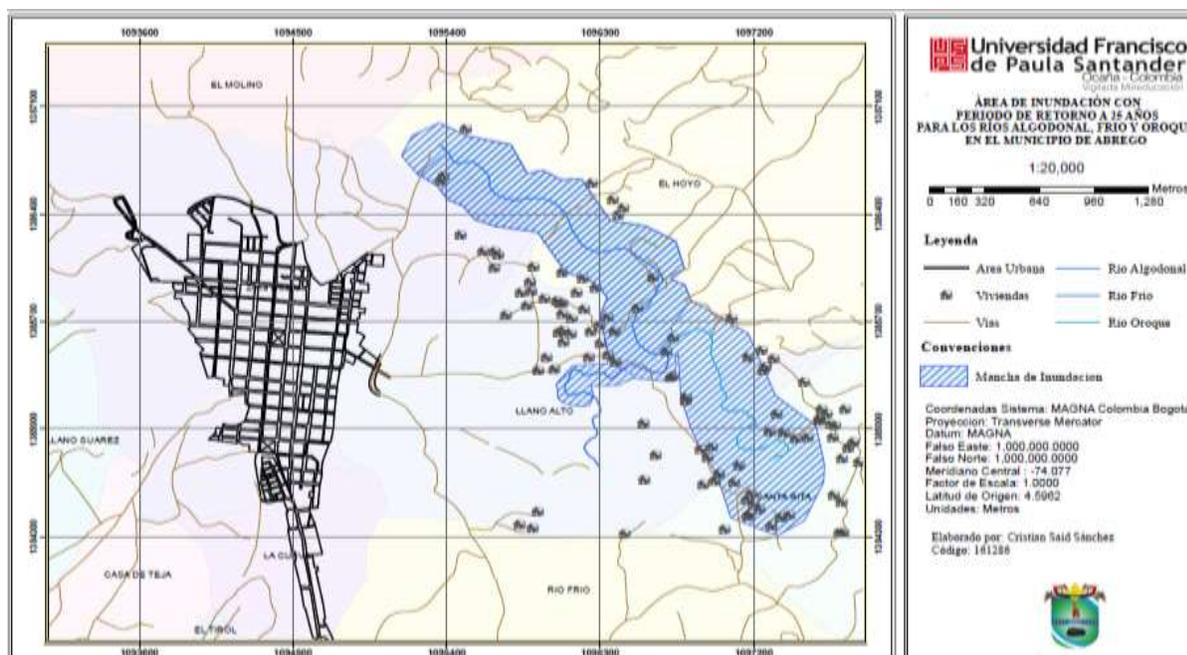
Luego de realizar todo el proceso en hecras como las secciones transversales, perfiles de llenado, coeficiente de Manning, pendiente, caudales, se procede a realizar el análisis pos Hec-ras con sig., donde se exportan los datos a sig. Y con la ayuda del HecGeoras, se realiza todo el trabajo cartográfico de generación de manchas de inundación para la situación actual y de diseño para cada periodo de retorno, obteniendo la elevación del agua y el ancho de la superficie libre de la lámina de agua en cada sección, como se observa en la figura No. 27.



**Figura 27.** Mancha de inundación de los tramos de estudio  
**Fuente:** Google Earth

En la siguiente figura Se aprecian las manchas de inundación en la totalidad de los tramos en estudio, los cuales se ha magnificado la visualización de la inundación modelada, el área superficial de inundación a este periodo de retorno se calcula en 336 hectáreas, para todo el tramo de estudio la altura de la lámina de agua llegaría a alcanzar un total de 2.4 mts a un periodo de retorno de 50 años, 1.7 mts a periodo de 25 años y 0.80 mts a 10 años.

A continuación, se muestran las manchas de inundación a través de la salida cartográfica:



**Figura 28.** Resultado de la modelación para la generación de manchas de inundación de los ríos en estudio  
**Fuente:** Autor de la pasantía

### *Resultados de la modelación hidráulica*

*Recorridos de campo:* Para llevar a cabo una identificación de las áreas de amenaza en los tramos de estudio, se llevó a cabo mediante recorridos de campo para la recolección de datos importantes para determinar la frecuencia o la magnitud del evento amenazante en este caso las inundaciones, realizando charlas, preguntas, entrevistas a las personas de las diferentes veredas que han sido afectadas por las inundaciones, con el objetivo de definir y reconocer los factores que influyen para que se produzca el evento, tomando como evidencia los relatos de las inundaciones ocurridas en el lugar.

*Categorización de la amenaza:* Según la guía propuesta por el ideam, afirma que para obtener una evaluación de amenazas se realiza a través de inventarios de fenómenos, realizados de forma participativa con las entidades territoriales, los líderes comunales y la población localizada en la cuenca; a través de observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de

información técnico - científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc.) entre otros, con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específicos, obteniendo como resultado la elaboración de un mapa de amenazas. (MADS, 2014)

Para la determinación de las amenazas fue importante realizar una categorización dependiendo del resultado que nos arrojó la modelación hidráulica (Tr 10,25,50 ) como se observa en el mapa, para ello fue tenido en cuenta la metodología de la guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas implementado por el ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, la cual se adapta al presente trabajo de pasantías en donde se plantean dos parámetros o variables para la categorización de la amenaza, a continuación se mostrara los parámetros de evaluación:

- **Frecuencia de los eventos:** hace referencia a los diferentes periodos de retorno de la amenaza sobre un espacio determinado.
- **Intensidad de los eventos:** en la cual mide la afectación del evento sobre los elementos expuestos (personas, viviendas, cultivos).

Para la definición de cada parámetro se realiza una evaluación de los niveles de cada parámetro o variable, los cuales se clasifican en alta, media o baja.

Los valores asignados a cada rango definido para cada variable son:

- Valor1: representa los sucesos de menor frecuencia y magnitud con una calificación de amenaza baja.
- Valor 2: representa los sucesos de una magnitud intermedia para los dos rangos y su calificación será 2, amenaza media.
- Valor 3: representa las zonas que presentaron mayor recurrencia en magnitud y frecuencia de los eventos de inundación su calificación es 3, amenaza alta.

**Tabla 7.***Valoración y categorización de la amenaza*

Variable	Rango	Valor	Categoría
Frecuencia del evento	Entre 5 o más veces	3	Alta
	Entre 2 y 4 veces	2	Media
	Menos de 1 vez	1	Baja
Magnitud del evento	Afectación de viviendas, vidas y cultivo	3	Alta
	Afectación de vivienda, cultivos	2	Media
	Sin afectación	1	Baja

Fuente: Autor de la pasantía

Los valores y categorías se evalúan teniendo en cuenta la siguiente figura:

	FRECUENCIA		
MAGNITUD	ALTA	MEDIA	BAJA
ALTA	alta	alta	media
MEDIA	alta	media	media
BAJA	media	baja	baja

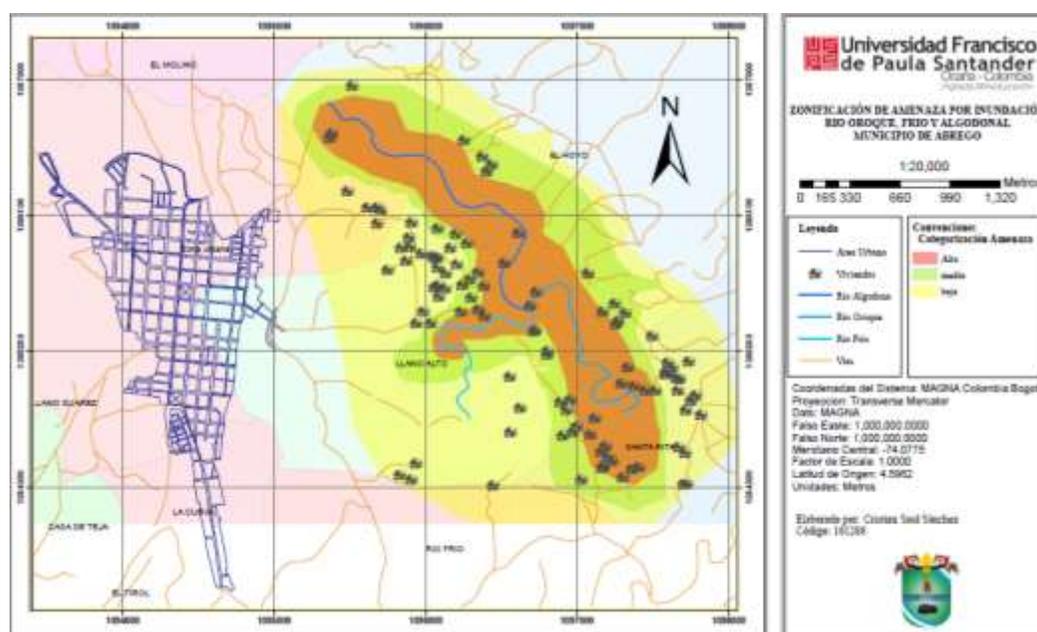
**Figura 29.** Evaluador de amenaza.

Fuente: Autor de la pasantía

Las categorías de la amenaza tendrán tres valores: alta, media y baja.

Para la zonificación de la amenaza, se realizó teniendo en cuenta el área de modelamiento con hecras, ya que esta me define las áreas que serían afectadas por la amenaza si el nivel de aguas incrementa, realizando una interpolación de datos reportados por las comunidades mediante argis, con el fin de determinar cada categoría, a continuación, se presentara el mapa de amenazas para realizar el análisis.

*Mapa de amenazas por inundación:*



**Figura 30.** Mapa de amenazas por inundación en la zona de estudio  
**Fuente:** Autor de la pasantía

El mapa de amenazas nos muestra una descripción del fenómeno amenazante en este caso la inundación en el lugar de estudio, donde podemos observar la magnitud de la afectación sobre las veredas, personas o cultivos, que se encuentran en la zona de estudio, abarcando una extensión de 636 ha, clasificadas en 163 ha amenaza alta, 136 ha amenaza media y 337 ha de amenaza baja, afectando a las veredas del hoyo, el soltadero, el rincón y llano alto, sumándole a

esto la posible incomunicación de los habitantes por el posible daños en vías y puentes según los datos reportados por las comunidades.

**3.1.2. Determinar la vulnerabilidad de la población que se encuentra ubicada dentro de las zonas de inundación identificadas en el tramo de estudio.**

*3.1.2.1. Caracterización socioeconómica de la población asentada en estas zonas de amenaza por inundación mediante el uso de censos oficiales (si existen), encuestas, base de datos y entrevistas directas formulada a los líderes comunales que accedan a la misma.*

Al realizar un análisis de las diferentes metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad de la población expuesta a eventos amenazantes en este caso inundación, la mayoría de estas se basan en procesar la información con el uso de indicadores de vulnerabilidad, la selección de estos indicadores varían según la calidad de información que se tiene y las características propias de cada lugar; por esta razón, puede concluirse que las metodologías para determinar la vulnerabilidad constituyen herramientas flexibles, que pueden y deben ser adaptadas de acuerdo a los requerimientos y posibilidades de cada estudio en particular.

La metodología escogida fue establecida bajo una adaptación del ministerio del medio ambiente para la incorporación de la gestión del riesgo en los pomcas, y desarrollada por (Romo, 2015), la cual se compone de la aplicación de un formulario, el cual se basó en observaciones técnicas, y en la elaboración de una encuesta que se aplicaba directamente a la población. En estos formularios se recolectó información amplia y específica en la que se respondía a las preguntas planteadas para el presente análisis, retomando unas variables que se

convierten en indicadores, las cuales se realizaron para llevar a cabo la recolección de estos datos, donde se aplicó una encuesta por vivienda, obteniendo como resultado las variables que se evalúan para obtener las vulnerabilidad, además de ello, se obtuvo conocimiento de los datos de cada presidente de junta de las veredas, ya que ellos tienen el conocimiento más detallado respecto a las personas que habían sido afectadas por las inundaciones.

Los indicadores y variables para las establecidas dimensiones, inicialmente se valoran y luego se ponderan de manera cuantitativamente con el objetivo de obtener el grado de vulnerabilidad total.

Con el fin de obtener un mapa de vulnerabilidad de inundaciones, lo cual según la guía indica el daño potencial a personas, bienes, infraestructura y actividades económicas expuestas a inundaciones, directa o indirectamente. Se puede presentar en términos cuantitativos o cualitativos a través de indicadores, es por esto que proporcionan la base para mapas de riesgo de inundación que apoyan las decisiones de gestión de riesgo de inundación y son la entrada necesaria para la planificación de emergencia. (Ideam, 2018)

A continuación, se realizara la evaluación de los principales indicadores para el desarrollo de la determinación de la vulnerabilidad:

- **Valoración de los indicadores:** En la definición de cada indicador se les asignó una ponderación de acuerdo a su relevancia con respecto a los otros indicadores, la sumatoria de cada indicador sería diez (10) puntos.

- **Material:** el valor asignado para este indicador es dos (2), porque la vulnerabilidad de las viviendas depende en gran medida de los materiales en que este construida, ya que la resistencia ante el evento sería el factor clave en esta característica.
- **Estado:** su valor es 3, es un indicador que a nivel de afectación tiene una alta relevancia, debido a que analiza el estado de la vivienda como pueda soportar el efecto del evento, el cual sería más resistente o no a la inundación.
- **Condición:** se le asigna el valor de 2, porque mide el grado de afectación de la infraestructura, en tiempos pasados, y que tan expuesta puede estar ante un evento.
- **Clase de suelo:** se asigna el valor de 1, es independiente el grado de afectación con respecto a la localización, en los suelos para este análisis, se pueden diferenciar dos tipos: uno prohibido y uno permitido.
- **Estrato:** el valor de 2 se le asigna a esta variable, porque tendría el mismo nivel de influencia ante la ocurrencia de un evento de inundaciones, igual que las variables de material y condición.
- **Ponderación de los indicadores:** A cada indicador se le asignó una ponderación normalizada, la cual resulta de una división del valor asignado al indicador, sobre la sumatoria de los valores de los indicadores, en este caso el valor es diez (10)

$$PN = \frac{Vi}{\sum Vi}$$

DONDE:

PN: ponderación normalizada

Vi: valores asignados a cada indicador

$\sum$  vi: sumatoria de los valores asignados a los indicadores.

A cada variable se le da un valor numérico, los cuales son mayores para los casos con características de las variables influyen más en un determinado evento de inundación

**Ponderación total:** Para obtener la ponderación total, se multiplica cada valor de la ponderación normalizada del indicador correspondiente, tal como se muestra en la tabla No.8.

**Tabla 8.**

*Calificación de la vulnerabilidad*

Indicador	valoración	ponderación	variable	Valoración variable	ponderación	Ponderación total
Material de construcción	2	0.20	ladrillo	1	0.11	0.02
			Tapia paisada	3	0.33	0.07
			bahareque	5	0.55	0.11
Estado de la vivienda	Físico 3	0.30	total	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>
			bueno	1	0.17	0.051
			regular	2	0.33	0.099
			malo	3	0.5	0.15
Condición de la vivienda	2	0.20	total	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0.30</b>
			afectada	3	0.5	0.1
			Medianamente afectada	2	0.33	0.066
			Sin afectación	1	0.17	0.034
Clase de suelo	Físico 1	0.10	total	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>
			Protección permitido	3	0.75	0.075
			estrato	1	0.25	0.025
estrato	2	0.20	1	3	0.75	0.15
			2	1	0.25	0.05
				<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>

Fuente: Autor de la pasantía

**Ponderación y valoración de las variables:** En este caso a cada variable se le asignó un valor numérico, este valor determina las características que influyen ante la ocurrencia de un evento.

**Material de construcción de la vivienda:** Para la determinación de las variables de este indicador fueron los siguientes:

- **Bahareque:** con un valor de 5, debido a que es una estructura altamente vulnerable, ante la presencia de una inundación, debido a que está compuesta por estructuras de caña, tierra, fique, agua y cal que forran una misma mezcla.



**Imagen 2.** Vivienda en bahareque vereda Santa Rita  
Fuente: Autor de la pasantía

- **Tapia pisada:** con un valor de 3, debido a que son casas coloniales antiguas las cuales estas construidas en tapia pisada (mezcla de tierra, fique, agua y cal, que son compactadas con tapiales de maderas, son más gruesas sus paredes que las de bahareque y resisten un poco un evento de inundación.



**Imagen 3.** Vivienda en tapia pisada, vereda el Hoyo  
Fuente: Autor de la pasantía

- **Ladrillo:** con valor de 1, debido a sus componentes de construcción, como lo son el ladrillo, la mezcla de arena y cemento, son sistemas aplicados actualmente y obtienen mayor resistencia ante un evento de inundación. Se tiene una sumatoria de las variables igual a 9.



**Imagen 4.** Vivienda en ladrillo, vereda el soltadero  
Fuente: Autor de la pasantía

**Estado de la vivienda:** para esta variable fue necesario establecer una inspección de la vivienda por medio de visitas oculares, determinando su condición en que se encuentra la vivienda para tomar un riesgo por inundación, calificando con un valor de 3 a las viviendas en mal estado, y un valor de 1 las que se encuentran en buen estado, para una sumatoria total de 6 puntos.



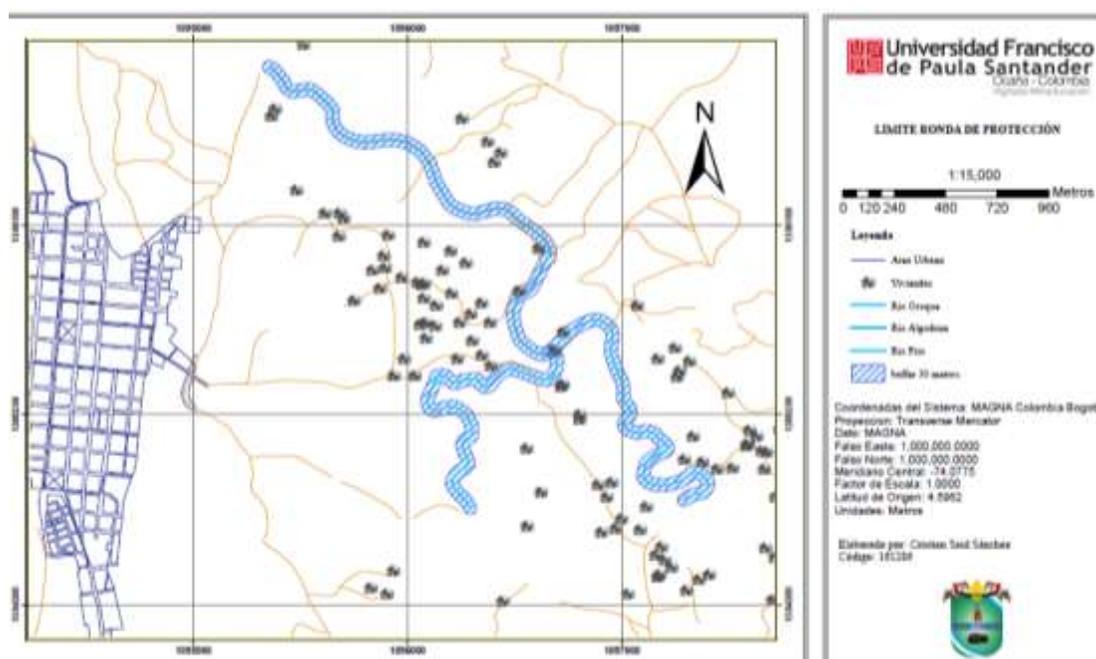
**Imagen 5.** Vivienda en mal estado, vereda el rincón  
Fuente: Autor de la pasantía

**Condición de la vivienda** su rango de valoración esta entre 0 a 3, porque el grado de afectación depende del estado que tengan las viviendas ante un evento de inundación, un valor de 3 a las viviendas en estado bueno y un valor de 1 a las que presentan estado malo, con una sumatoria de 6.

**Clase de suelo:** para esta variable se tuvo en cuenta la normatividad de la ley 2811/1974 art.83 letra d, igualmente se tomó en cuenta el PBOT del municipio de Abrego, en el cual el municipio presenta zonas de amenazas por inundación, donde se debe respetar los márgenes de los ríos en una distancia no inferior a 30 metros de ancho, paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces de ríos, quebradas y arroyos permanentes o no, y alrededor de lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general, tanto para la parte urbana como para la rural.

Esta variable se tomó dos indicadores para evaluar las viviendas en amenaza, con dos tipos uno permitido con un valor de 1, asumiendo que sería apto para construir, y uno no permitido con un valor de 3, para las viviendas que se encuentran dentro de la ronda hídrica, las cuales son áreas de protección, y se deben respetar los márgenes de los ríos, y totalmente prohibido construir.

Para esta variable se realizó un análisis de las viviendas que se encontraban dentro de los límites de la ronda hídrica, realizando un buffer de 30 mts a cada uno de los ríos y poder determinar la influencia de lagunas viviendas en los tramos de estudio.



**Figura 31.** Mapa de ronda hídrica

**Fuente:** Autor de la pasantía

Realizando la intersección de los puntos de las viviendas, juntos con el buffer realizado, podemos encontrar que 3 viviendas se encuentran dentro de la zona de protección, categorizándolas como de alta vulnerabilidad.

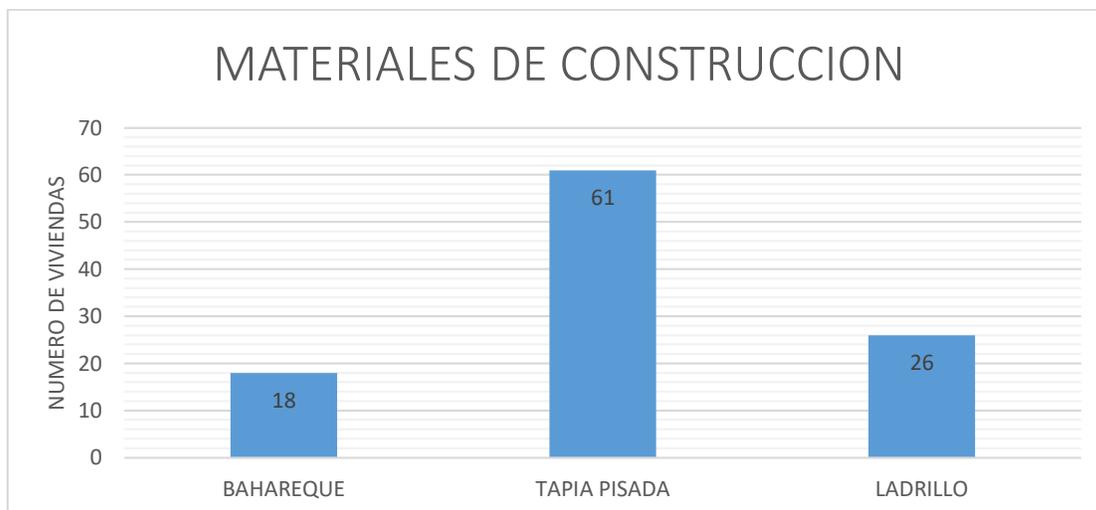


**Imagen 6.** Vivienda en zona de protección del río, vereda el hoyo  
Fuente: Autor de la pasantía

**Estrato:** se le realizó una mayor ponderación al estrato 1, ya que me indica cuáles viviendas serían más vulnerables con respecto a sus condiciones socioeconómicas, con un valor de 3, y en menor ponderación al estrato 2, con un valor de 1, en donde las personas tengan mejores condiciones socioeconómicas, se toman estos dos rangos debido que son los dos únicos estratos que se presentan en zona rural.

**Análisis de las variables:** De acuerdo con los datos suministrados por las encuestas en cada una de las viviendas, esta información fue ingresada a la tabla de atributos en sig., para poder analizar las variables socioeconómicas y poder estimar los diferentes grados de vulnerabilidad en alta, media y baja que se encuentra la población afectada y sus elementos, a continuación analizaremos cada una de las variables y su relación con las amenazas de inundación.

**Materiales de construcción:** hace referencia a las diferentes maneras de construcción que se encuentran en la zona de estudio donde encontramos los siguientes:

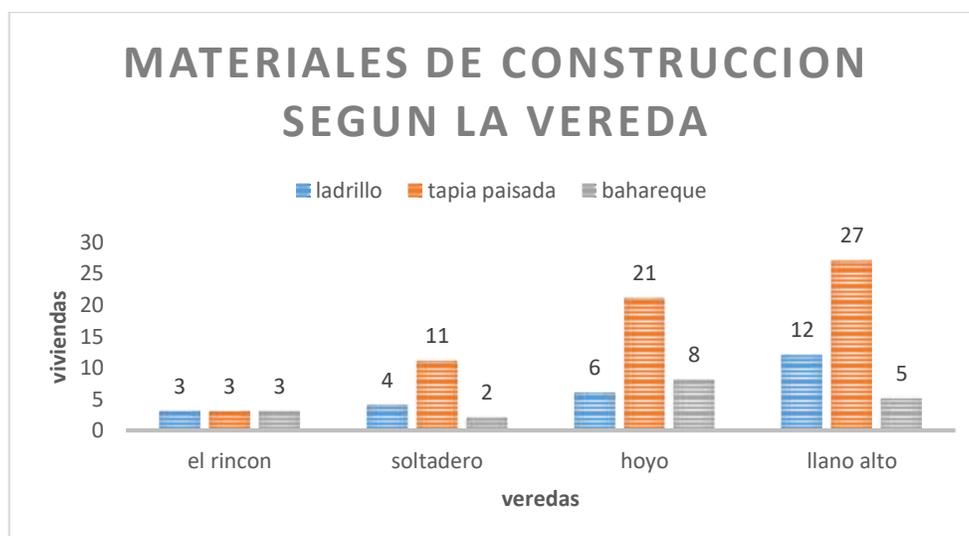


**Figura 32.** Materiales de construcción

**Fuente:** Autor de la pasantía

Según el tipo de material de construcción que se encuentra en los tramos de estudio encontramos que 61 viviendas son construidas con tapia pisada, 26 viviendas con ladrillo y 18 viviendas con bahareque, predominado el material de tapia pisada con un 58% y en un menor rango el bahareque con un 17%.

Análisis del porcentaje de material por las veredas:

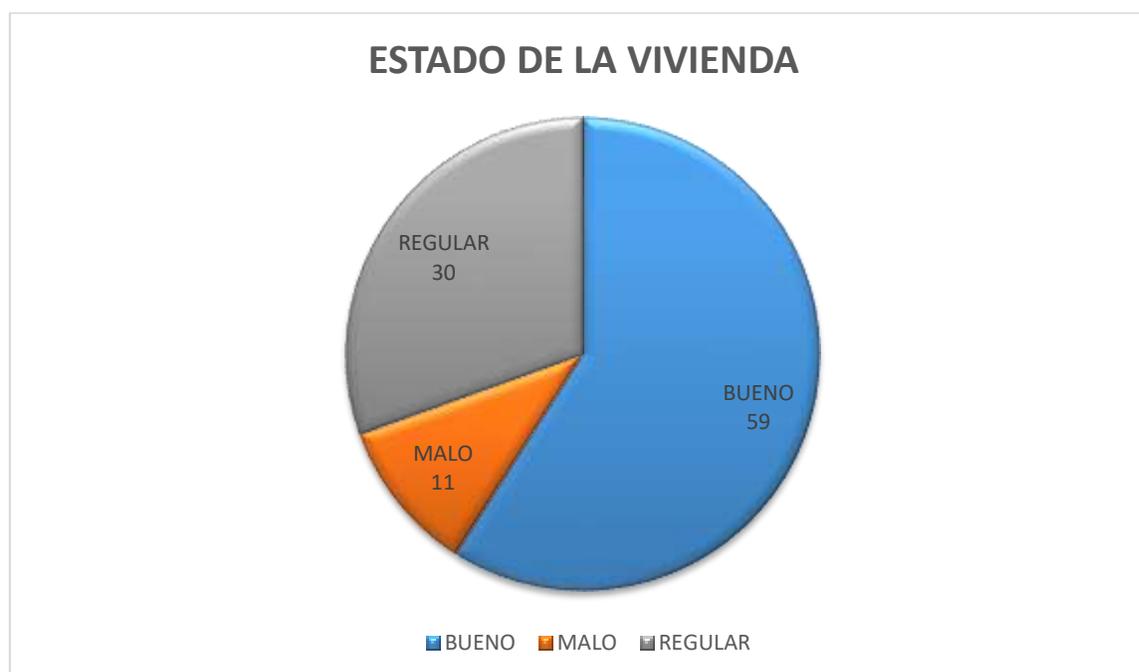


**Figura 33.** Materiales de construcción según la vereda

**Fuente:** Autor de la pasantía

Según la figura No.33, se puede deducir que en las veredas ubicadas en la zona de estudio hay 15 viviendas en amenaza alta, 35 en amenaza media y 54 en amenaza baja, por ende, se hizo necesario realizar un análisis de las viviendas en bahareque que son las menos vulnerables, encontrando una vivienda en amenaza alta y 7 en amenaza media; por lo tanto, estarían expuestas a un posible riesgo por inundación.

**Estado de la vivienda:** en este indicador se conoce el estado en que se encuentra la vivienda, ya sea, bueno, malo o regular; para ello se hizo una inspección en campo para determinar en qué condiciones se encuentran cada una de ellas.



**Figura 34.** Condición de la vivienda  
**Fuente:** Autor de la pasantía

Según los resultados obtenidos en la figura No. 34, se puede deducir que hay 59 viviendas en buenas condiciones, 30 en estado regular y 11 en mal estado, ubicadas en las veredas de la zona de estudio.

**Tabla 9.**

*Estado de la vivienda por vereda*

ESTADO	SANTA RITA	SOLTADERO	HOYO	LLANO ALTO
Bueno	4	9	27	27
Regular	6	7	6	12
malo	1	0	1	5

Fuente: Autor de la pasantía

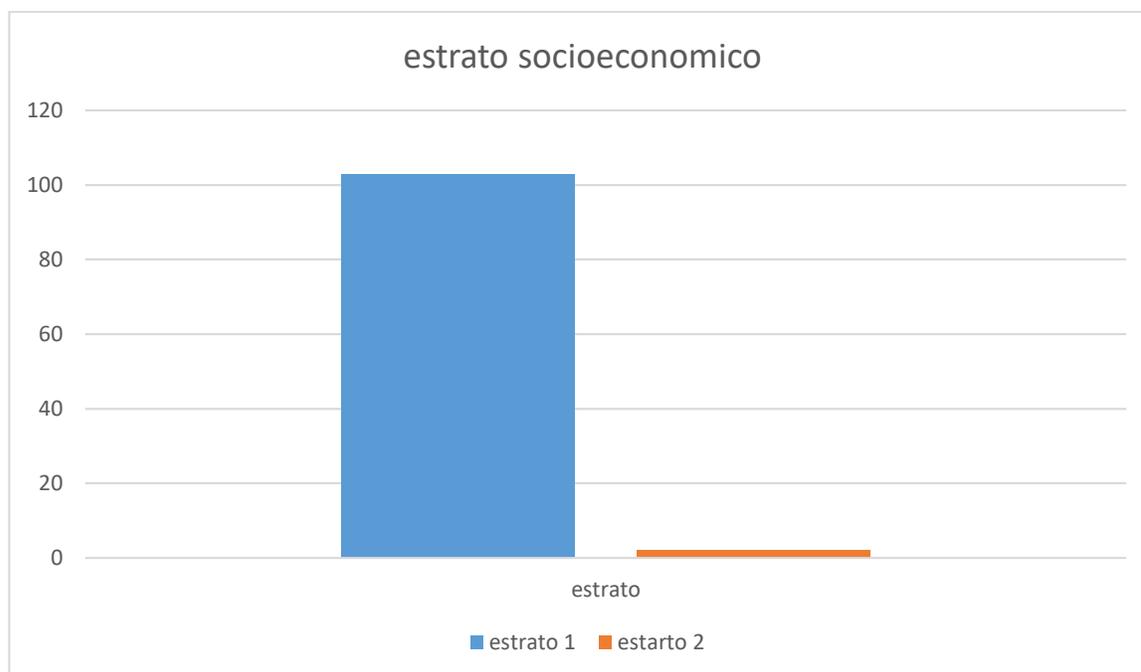
Según los datos obtenidos en la tabla 9, se puede deducir que: en la vereda Santa Rita se encuentran 4 casas en buen estado, 6 en estado regular y 1 en mal estado; en la vereda soltadero hay 9 viviendas en buen estado y 7 en regular, en la vereda el hoyo se encontraron 27 casas en buen estado, 6 en estado regular y 1 en mal estado; en la vereda llano alto se observaron 27 casas en buen estado, 12 en estado regular y 5 en mal estado; de acuerdo a estos resultados se puede decir que 7 de estas viviendas que se encuentran en mal estado, son las que tienen mayor amenaza, debido a que se encuentran reportadas con mayor recurrencia por inundaciones, según los habitantes de la zona.

**Condición de la vivienda:** este es un indicador importante para describir el grado o condición de que ha sufrido la vivienda por afectación, clasificado en afectado, en riesgo y afectado, según los resultados se encuentran 67 viviendas sin afectación, 6 en posible riesgo y 32 afectadas, de estas 32 afectadas se encuentran en amenaza alta 4 viviendas, amenaza media: 12 viviendas y 15 viviendas en amenaza baja.

**Clase de suelo:** esta variable para medir la vulnerabilidad es importante para saber dónde se encuentra ubicada la vivienda, y poder tomar medidas con respecto a los márgenes de los ríos en estudio.

Los resultados arrojan que solo 3 viviendas se encuentran ubicados en la franja de los ríos, encontrándose en una zona prohibida donde se debe respetar los 30 metros de ancho a lado y lado del cauce, consideremos que la mayoría de sus actividades agrícolas se encuentran en zonas de desborde de estos cauces.

**Estrato socioeconómico:** la información de la variable socioeconómica, por medio de la valoración de los estratos de la población en estudio, nos da como resultado la misma respuesta (105 viviendas) ya que toda la población cuenta con un solo estrato,(1), permitiendo saber que tiene una alta vulnerabilidad frente a una inundación, esto me permite analizar que las poblaciones aledañas a estos ríos cuentan bajos recursos para afrontar un evento y lo único que tienen para recurrir ayuda es a la alcaldía municipal.

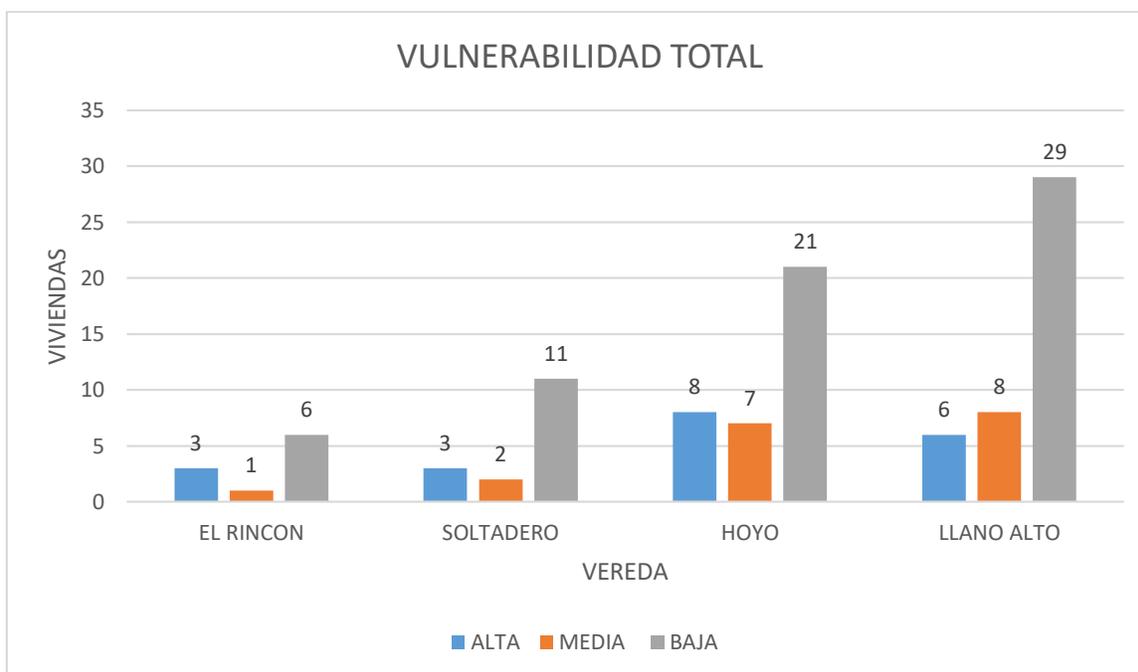


**Figura 35.** Estrato Socioeconómico

**Fuente:** Autor de la pasantía

El 98% de la población en estudio, cuenta con estrato 1, indicando las bajas condiciones en que se encuentran para afrontar un evento de inundación.

**Vulnerabilidad total:** Para evaluar la vulnerabilidad total se tomaron en cuenta las cinco variables estudiadas como lo son: material de construcción, estado de la vivienda, condición de la vivienda, clase de suelo y estrato socioeconómico, estas cinco variables fueron divididas en sus respectivos indicadores, cada uno tenía un valor de ponderación que al sumar los 5 valores determinan la vulnerabilidad total de la vivienda.



**Figura 36.** Vulnerabilidad Total

**Fuente:** Autor de la pasantía

A continuación se muestra la fórmula para la vulnerabilidad total:

**Vulnerabilidad Total:** material de construcción (0.20)+ estado vivienda (0.30)+ condición vivienda (0.20)+ clase de suelo (0.10)+ estrato socioeconómico (0.20).

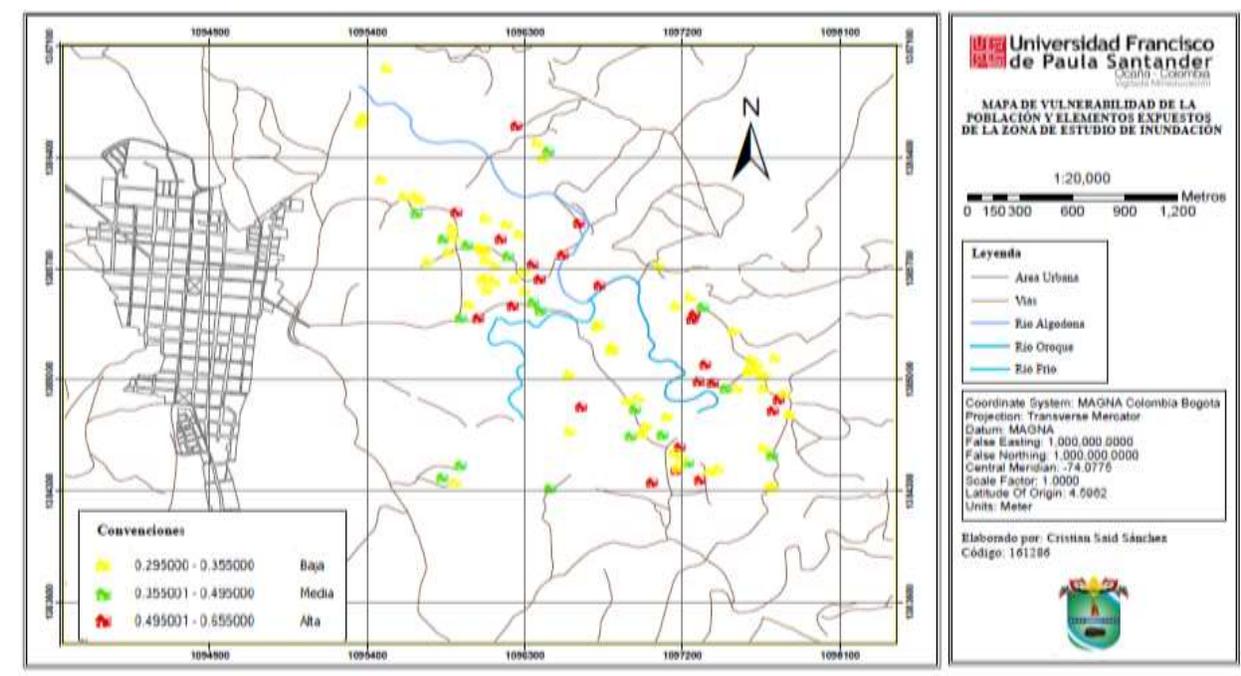
**Salida cartográfica:** Posteriormente a los porcentajes totales de cada una de las variables se asignó un valor que busca categorizar el grado de vulnerabilidad, en rangos desde 0.29 a 0.65 clasificándose en Bajo, Medio o Alto, para su respectiva salida cartográfica.

Alto	0.29-0.35
Medio	0.35-0.49
Bajo	0.49-0.65

**Figura 37.** Valoración de la vulnerabilidad

**Fuente:** Autor de la pasantía

A continuación se les muestra el mapa de vulnerabilidad:



**Figura 38.** Mapa de la Vulnerabilidad

**Fuente:** Autor de la pasantía

**3.1.3. Estimación del riesgo por medio de la evaluación de los mapas de vulnerabilidad y riesgo.** El riesgo es el resultado de la concurrencia de una amenaza y de la vulnerabilidad de elementos amenazados (elementos expuestos). Por consiguiente, teniendo en cuenta esta combinación de factores, el análisis de riesgos apunta a estimar y evaluar las posibles consecuencias de fenómenos naturales en un determinado grupo poblacional. Se trata tanto de efectos o consecuencias a nivel social, como también económico y ambiental. La evaluación de la amenaza y el análisis de la vulnerabilidad forman parte del análisis de riesgos y deben entenderse como acciones inseparables. (MADS, 2014)

**3.1.3.1. Generación del mapa de riesgo para el análisis y estimación de riesgo por inundación del valle de Abrego.** Es importante saber que el riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, teniendo en cuenta que la vulnerabilidad o las amenazas por separado, no representan un peligro, pero si se juntan se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre.

*Análisis y estimación de riesgo.* Teniendo en cuenta los resultados del análisis de la amenaza por inundación y sus categorías alta, media y baja, y los diferentes resultados de la evaluación de la vulnerabilidad, se realizó la estimación del riesgo puntual para las viviendas evaluadas dentro de la muestra tomada.

El riesgo se determinó según la tabla 10, donde se realiza el producto entre la amenaza y la vulnerabilidad mediante la aplicación de una matriz de doble entrada, realizada por medio del criterio descriptivo, estos resultados serán representados según el mapa de riesgo puntual por elemento expuestos, donde se da a conocer las viviendas y personas en riesgo alto, medio o bajo.

Esta matriz está comprendida por el eje horizontal donde se incluye el valor estimado de la amenaza y por el eje vertical el nivel de vulnerabilidad promedio, en la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado.

Tabla 10.

Matriz de Riesgo

Vulnerabilidad	Amenaza		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Baja	Baja

Fuente: Autor de la pasantía

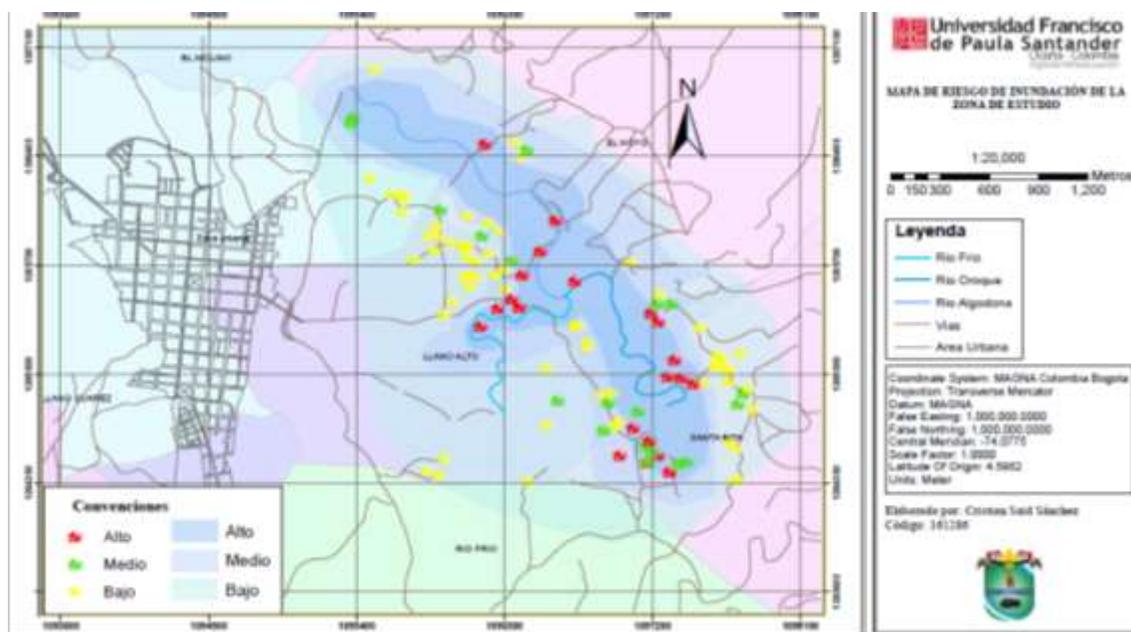


Figura 39. Mapa del riesgo

Fuente: Autor de la pasantía

Con esta categorización de riesgo y conociendo, por ejemplo, el total de viviendas existentes en una zona determinada, se puede estimar los daños o los impactos en las mismas, También se puede estimar los daños en la población si se conoce el número total de habitantes existentes en la zona de estudio, así como los diversos daños en la infraestructura y en el ambiente. (unidad nacional de gestion del riesgo de desastre, 2012)

**Análisis de resultados.** Teniendo en cuenta la información recopilada y procesada por medio del análisis sobre la amenaza y vulnerabilidad de la zona de estudio localizada en el valle

de Abrego, se estiman los siguientes resultados para determinar el grado de riesgo a que se encuentran expuestos los habitantes y viviendas de los tramos estudiados.

A continuación, se presenta la clasificación de riesgos realizados en las veredas de la zona de estudio.

**Tabla 11.**

*Riesgo Alto*

<b>Riesgo Alto</b>				
<b>No. de vivienda</b>	<b>Cantidad de habitantes</b>	<b>Vereda</b>	<b>Rio</b>	
2	7	Santa Rita	Oroque	
4	11	Soltadero	Oroque	
3	4	Hoyo	Algodonal	
4	21	Hoyo	Frio	
8	19	Llano Alto	Frio	

Fuente: Autor de la pasantía

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, encontramos 21 viviendas en riesgo alto, debido a que están localizadas dentro del periodo de retorno de 5 años, donde esta mancha de inundación indica aquella zona donde se puede presentar la mayor frecuencia de inundaciones y desbordamientos de los ríos, además, hay tres viviendas que se encuentra dentro de la ronda hídrica, reuniendo las condiciones más deficientes en cuanto aspectos socioeconómicos y viales afectando la principal vía de acceso al municipio en la vereda el hoyo. Estos 62 habitantes pertenecen a estrato uno, y tienen afectaciones en la infraestructura de la vivienda, por ser de bahareque, tapia pisada y de ladrillo, estados de la vivienda que van de malo a regular. La mayoría de estas casas se encuentran construidas en el margen derecho del rio Oroque, provocando pérdidas económicas y materiales a cada uno de ellos.

**Tabla 12.***Riesgo Medio*

<b>Riesgo Medio</b>				
<b>No. de vivienda</b>	<b>Cantidad de habitantes</b>	<b>Vereda</b>	<b>Rio</b>	
2	2	Santa Rita	Oroque	
2	8	Soltadero	Oroque	
2	15	Hoyo	Algodonal	
1	2	Hoyo	Frio	
12	49	Llano Alto	Frio	

Fuente: Autor de la pasantía

Las 19 viviendas conformadas por 76 habitantes, están localizadas en riesgo medio, tienen el mismo estrato socioeconómico que las de riesgo alto, estas poseen mejores condiciones en estado de infraestructura, la cual se encuentran en buen estado, localizándose en un periodo de retorno de 25 años, es decir, aquellas que se presentan afectaciones con menor frecuencia en zonas no habitadas o de menor magnitud, y erosión de suelo en algunas fincas por encharcamiento; se ubican en una zona de amenaza media, estando más alejadas de los cauces con una menor velocidad y altura de la lámina de agua.

**Tabla 13.***Riesgo Bajo*

<b>Riesgo Bajo</b>				
<b>No. de vivienda</b>	<b>Cantidad de habitantes</b>	<b>Vereda</b>	<b>Rio</b>	
7	23	Santa Rita	Oroque	
9	41	Soltadero	Oroque	
24	93	Hoyo	Algodonal	
24	80	Llano Alto	Frio	

Fuente: Autor de la pasantía

La mayoría de las viviendas que se encuentran en riesgo Bajo, se localizan 64 de ellas en áreas definidas por amenaza baja y media de inundación con un total de 237 habitantes, es decir donde pocas veces se presenta una frecuencias mínimas de inundaciones, y no ha causado algún

deterioro en alguna vivienda, solo por lo cual no se determina mayor riesgo, Con un periodo de retorno de 50 a 100 años.

## Capítulo 4. Diagnostico Final

Este trabajo se trata de un estudio de riesgo por inundación en el valle de Abrego norte de Santander, específicamente en las veredas el hoyo, santa Rita, llano y el soltadero, realizado bajo la modalidad pasantías en la empresa llamada Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR. Este trabajo se convierte en una herramienta fundamental para el conocimiento de las áreas de amenaza, condiciones de vulnerabilidad y población en riesgo por fenómenos de inundación.

Este trabajo realizado contribuye tanto a la empresa, alcaldía y comunidad en general, en conocer las zonas de amenaza resultantes de un proceso de modelamiento hidrológico, e igualmente aquellas viviendas y personas que se encuentran altamente vulnerables con respecto a sus condiciones socioeconómicas, mencionando aquellas que se encuentran dentro de la ronda de protección hídrica, ya que sus condiciones físicas-sociales no favorecen su resistencia frente a un evento de inundación.

Como ingeniero ambiental quiero dejar este estudio, como aporte al consejo municipal y la corporación para que lo ejecuten y socialicen con la población que se encuentra ubicada en estos sectores altamente afectados, entendiendo el grado de riesgo actual que se presenta en esta zona rural del municipio de Abrego, demostrando mis capacidades para desenvolverme y apoyar los procesos de gestión de riesgo, disminuyendo las problemáticas existentes por fenómenos de inundación, por medio de la información actual obtenida de la zona enmarcada dentro del estudio, para ejecutar medidas estructurales y no estructurales que mitiguen estos impactos.

## Conclusiones

La clasificación del grado de amenaza (baja, media y alta), fue establecida de acuerdo con los tres (3) períodos de retorno analizados (5, 25,50 años) mediante el modelo hecras, asociados a la probabilidad de ocurrencia y frecuencia de un evento extremo para un lapso determinado, por medio de los cuales se determinaron las áreas de inundación para las diferentes veredas en estudio. A partir de ello se definió las posibles zonas de inundación en el valle de Abrego, plasmadas en el mapa de amenaza obtenido, de las cuales 136 ha en amenaza alta con 23% de viviendas y 67 personas, amenaza media con 136ha, con un promedio de 30% viviendas y 130 personas y amenaza baja con un total de 337 ha, de las cuales 47% de las viviendas con un total de 171 personas, con un total de 636 ha afectadas en los diferentes grados de amenaza establecidos.

La clasificación del grado de vulnerabilidad (baja, media y alta), fue establecida respecto a la evaluación de los principales variables físicas con sus respectivas ponderaciones que permitieron analizar la susceptibilidad o fragilidad física de la población en las veredas en estudio, respecto al percibir un evento amenazante, estas variables con sus respectivas ponderaciones se convirtieron en herramientas fundamentales para estimar los niveles de vulnerabilidad, obteniendo como resultado la evaluación de la vulnerabilidad , con un total de 21% de viviendas altamente vulnerables, 17% vulnerabilidad media y 62 % en vulnerabilidad baja, obteniendo un alto porcentaje alto en material de tapia pisada y en menor proporción la de bahareque, un 98% en estrato 1, 6 viviendas en riesgo por inundaciones constantes, de las cuales 3 en zona de protección de ronda hídrica, además se le suma la existencia de condiciones

desfavorables como vertimientos de aguas negras directas , residuos sólidos, generando contaminación hídrica lo cual incrementa las condiciones de vulnerabilidad frente a la amenaza.

El riesgo por inundación en las veredas en estudio, en el cual se puede deducir que dentro de las 105 viviendas y 368 habitantes evaluadas, el 20% se encuentra en alto riesgo con una población de 62 habitantes, principalmente localizadas en zonas de amenaza alta, cerca de los márgenes de protección hídrica, presentando afectación en sus infraestructura, vías y cultivos, reuniendo deficientes condiciones socioeconómicas, el 18% en riesgo medio con 69 habitantes ubicadas en zonas de amenaza alta y media, aunque tengan el mismo estrato, reúnen las mejores condiciones en infraestructura, y su afectación es presentada solo en parcelas o áreas libres de habitabilidad, y el 62 % en riesgo bajo con un total de 237 habitantes, zonas donde muy poco se presenta inundaciones, algunas veces por la misma negligencia de la gente y condiciones topográficas de la zona.

Con el desarrollo de la presente pasantía, se obtuvo la zonificación y valoración puntual del riesgo por inundaciones en las veredas de estudio en el valle de Abrego, ocasionadas por el desbordamiento de las principales ríos existentes en el Municipio, estos productos obtenidos a partir del modelo desarrollado, se pueden considerar como un elemento de apoyo para la Alcaldía Municipal, corponor y demás entidades encargadas de la temática de gestión de riesgo. Este estudio desarrollado proporciona elementos esenciales para el análisis en la incorporación y/o actualización del plan municipal de gestión del riesgo PMGR para la definición de acciones de mitigación y prevención, que permitan mejorar las condiciones de vida de la población.

Durante la realización del estudio se evidencio que la población esta carente de Información en temas de gestión del riesgo, debido a que se realizan prácticas inadecuadas sin ningún control, como el mal manejo del uso de los suelos para cultivos, tala de árboles y sobrepastoreo realizado sobre márgenes de los ríos en estudio, causando el desprendimiento de terrenos y aumentando los bancos de sedimentación y arrastre material, aumentando el riesgo de desbordamiento de los cauces.

## Recomendaciones

Debido a que es una zona donde recurrentemente se inunda, es importante recomendar a las entidades competentes (CAR, ALCALDIA MUNICIPAL) comunicar a los habitantes de las veredas en estudio del valle de ábrego, sobre el grado de amenaza por inundación que se encuentra esta zona y junto con esto implementen planes de contingencia y emergencia para que la población entienda y se informe de cómo actuar en caso de que se presente dicho evento.

La comunidad y corporaciones municipales deben colocar mayor atención en temas referentes a sobrepastoreo, tala de árboles, expansión agrícola o anomalías aguas abajo del cauce que ocasionen posibles estancamientos y riesgo por desbordamiento.

Es importante la implementación de medidas no estructurales como capacitaciones y campañas de sensibilización principalmente en temas de riesgo para dar a conocer la problemática actual y tomar medidas necesarias para prevenir un evento de inundación, de igual manera la implementación de medidas estructurales como de muros o gaviones para la estabilizaciones de los taludes de los ríos frío, Oroque y algodónal, disminuyendo así los riesgos por desbordamiento, con el fin de asegurar la calidad de vida de la población aledaña a estos cauces.

## Referencias

- biblioteca.udep.edu.pe. (s.f.). *Presipitacion* . Obtenido de  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_136\\_147\\_89\\_1257.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf)
- Campos Ana, N. H. (2012).  *analisis de la gestion del riesgo de desastres en Colombia*. Obtenido de <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/gestiondelriesgoweb.pdf>
- Ceccon, E. y. (s.f.). *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America*. Obtenido de Google Libros:  
<https://books.google.com.co/books?id=zNVsDQAAQBAJ&pg=PA377&lpg=PA377&dq=Cuenca+hidrogr%C3%A1fica.+Es+un+territorio+drenado+por+un+%C3%BAnico+sistema+de+drenaje+natural,+es+decir,+que+vierte+sus+aguas+al+mar+a+trav%C3%A9s+de+un+%C3%BAnico+r%C3%ADo,+o+que+v>
- Chambilla, C. (s.f.). *Formula de Manning*. Obtenido de  
[https://www.academia.edu/28325579/F%C3%B3rmula\\_de\\_Manning](https://www.academia.edu/28325579/F%C3%B3rmula_de_Manning)
- codechoco.gov.co. (s.f. ).  *Corporacion Autonoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Choco* . Obtenido de Glosario:  
[http://www.codechoco.gov.co/sites/Documentos/Informacion\\_interes/GLOSARIO.pdf](http://www.codechoco.gov.co/sites/Documentos/Informacion_interes/GLOSARIO.pdf)
- Corponor . (04 de noviembre de 2014). *Resolucion 00628*. Obtenido de Declaratoia Rio Algodonal :  
[http://corponor.gov.co/publica\\_recursos/resoluciones/2014/DECLARATORIA\\_RIO\\_ALGODONAL.pdf](http://corponor.gov.co/publica_recursos/resoluciones/2014/DECLARATORIA_RIO_ALGODONAL.pdf)
- Corponor. (29 de Julio de 2009).  *Corporación Autonoma Regional de La Frontera Nororiental*. Recuperado el 16 de Enero de 2018, de CORPONOR.GOV.CO:  
<http://corponor.gov.co/e/index.php/corponor/la-entidad/objetivo-y-funciones>
- CORPONOR. (28 de Junio de 2010).  *Corporación Autónoma de la Frontera Nororiental*. Recuperado el 13 de Mayo de 2018, de CORPONOR.GOV.CO:  
<http://corponor.gov.co/e/index.php/corponor/politicas/politica-de-gestion-integral-hseq>
- Corponor. (29 de marzo de 2013). *Plan de accion 2012 - 2015*. Obtenido de  
<http://corponor.gov.co/es/index.php/es/plan-accion-2012-2015-aprobado>
- Corponor*. (31 de enero de 2017). Obtenido de Estructura Organizacional :  
<http://corponor.gov.co/es/index.php/nuestra-entidad/la-entidad/organigrama>
- CORPONOR, C. A. (2011).
- (2014). *CORPONOR. Plan de Acción 2012-2015*.

- Cruz, R. d. (s.f.). *Modelos de superficie SIG*. Obtenido de Modelos de Superficie:  
<https://www.monografias.com/trabajos99/modelos-superficie-sig/modelos-superficie-sig.shtml>
- Educacion Riesgos Naturales* . (s.f.). Obtenido de Inundaciones :  
<http://gama.am.ub.es/edrinacas/riscos/inundacions/caracteristiques.htm>
- envirosoil. (08 de marzo de 2018). *¿Qué es un estudio hidrológico y cuál es su utilidad?*  
Obtenido de <https://www.envirosoil.es/que-es-un-estudio-hidrologico-y-cual-es-su-utilidad/>
- Gestion del Riesgo Manizalez Colombia* . (2019). Obtenido de Glosario:  
[http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=104&Itemid=202#r](http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=202#r)
- Gestion del Riesgo*. (s.f.). Obtenido de  
[http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion\\_riesgos/introduccion.php](http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/introduccion.php)
- GRUPO TYC GIS. (2018). *¿Qué es HEC – RAS y para qué sirve?* Obtenido de  
<https://www.cursosgis.com/que-es-hec-ras-y-para-que-sirve/>
- IDEAM. (2014). Obtenido de Solicitud de Informacion: <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>
- Ideam. (Marzo de 2018). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACION* . Obtenido de  
[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023774/GUIA\\_METODOLOGICA\\_MAPAS\\_INUNDACION\\_MARZO\\_2018.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023774/GUIA_METODOLOGICA_MAPAS_INUNDACION_MARZO_2018.pdf)
- LEY 1523 DE 2012*. (s.f.). Obtenido de  
<http://www.ideam.gov.co/documents/24189/390483/11.+LEY+1523+DE+2012.pdf/4e93527d-3bb8-4b53-b678-fbde8107d340?version=1.2>
- MADS. (2014). *guia tecnica para la formulacion de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrograficas*. Obtenido de pag. 181 - 184:  
[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)
- Mauricio Chaparro, A. G. (Agosto de 2013). *Amenazas, Riesgos, Vulnerabilidad y cambios climaticos*. Obtenido de  
<https://www.unodc.org/documents/colombia/2013/Agosto/DA2013/MATERIAL-DIFUSION-No.3-ADAPTACION.pdf>

*MINAMBIENTE*. (2013). Obtenido de sistema nacional ambiental sina Plan de Acción 2012-2015 : <http://www.minambiente.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental-territorial-y-coordinacion-del-sina/>

*MINAMBIENTE*. (2013). Obtenido de Organigrama SINA: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/organigrama>

Montalar, E. (29 de octubre de 2012). *¿Qué es el periodo de retorno y por qué se utiliza como una probabilidad?* Obtenido de <https://enriquemontalar.com/que-es-el-periodo-de-retorno-probabilidad/>

*Plan para la mitigacion de riesgos en cali* . (s.f. ). Obtenido de Definiciones y conceptos basicos: <http://www.osso.org.co/docu/publicac/1996/planii/cap01/text02.htm>

Sistemas de Informacion Geografica. (enero de 2011). *Los sistemas de información y su estructura*. Obtenido de Sistemas de Información Geográfica, SIG.: <https://oposicionarquitectoshacienda.files.wordpress.com/2011/01/bloque20iii20tema2012.pdf>

Unisdr. (2009). *Estrategia Internacional para la reduccion de desastres*. Obtenido de Terminologia sobre la reduccion de riesgo de desastres : [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

*Valle del Cauca*. (2017). Obtenido de Glosario Gestion del Riesgo: <https://www.valledelcauca.gov.co/riesgo/publicaciones/60439/glosario---gestion-del-riesgo/>

# Apéndices

## Apéndice A. Información suministrada por la alcaldía

		CÓDIGO: ACC-SPO-004
		VERSIÓN: 1.0 FECHA: 31 de Mayo de 2017
<b>ALCALDÍA MUNICIPAL DE ABREGO</b> <b>NORTE DE SANTANDER</b> <b>SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA</b>		CÓDIGO: TABLA RETENC. DOCUMENT:
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS	PROCESO: COMPRAS Y CONTRATACIÓN	

Abrego, 11 de febrero de 2019

130-SISP

Señor  
 CRISTIAN SAID SÁNCHEZ RANGEL  
 C.C 1.094.579.779  
 CEL 3137410200



UNIDAD DE CORRESPONDENCIA

FECHA 11-02-2019  
 HORA 3:09  
 RECIBIDO Andrés Bayona  
 RADICADO 0321  
 C.C. CE EP  
 FOLIOS 1 PAG ANEXOS

Asunto: Respuesta a Solicitud N° 0520

Respetado Señor.

Reciba un cordial saludo de parte de la oficina del SISBEN de la alcaldía municipal de Abrego.

Mediante esta comunicación me dirijo a usted con el fin de entregarle la información solicitada sobre NUMERO DE HABITANTES VEREDAS a corte de 31 de Enero de 2019:

NUMERO DE HABITANTES VEREDAS:

1. EL HOYO: 459
2. SOLTADERO: 158
3. EL RINCON: 154
4. RÍO FRÍO: 230

Espero haber cumplido con lo requerido por usted.

Cordialmente,

*Anny Dayana Alvernia Rios*  
 ANNY DAYANA ALVERNIA RIOS  
 Coordinadora del SISBEN

PALACIO DE GOBIERNO MUNICIPAL  
 Calle Abrego 107 de Santander, Guicío. E-mail: alcaldia@abrego.nortesantander.gov.co  
 Abrego, Norte de Santander

ABREGO, 11 DE FEBRERO DE 2018

SEÑORES: SISBEN ABREGO



UNIDAD DE CORRESPONDENCIA

FECHA 11-02-2019

HORA 2:43

RECIBIDO Andrés Bayona

RADICADO 0340

C.C.      C.E.      E.P.     

FOLIOS 1 PAG AREXOS

CORDIAL SALUDO

POR MEDIO DE LA PRESENTA CARTA ME PERMITO SOLICITAR LA INFORMACION DEL NUMERO TOTAL DE PERSONAS DE LAS VEREDAS DE EL HOYO, SOLTADERO, EL RINCON Y RIO FRIO.

*Cristian Said Sanchez Rangel.*

ATENTAMENTE:

CRISTIAN SAID SANCHEZ RANGEL

CC 1094579778

TEL: 3137410200

Ábrego, 22 de Octubre de 2018

INGENIERO:

**JOSE EDUARDO ALVAREZ CASTRO**

Secretario de Planeación y Obras Públicas

Alcaldía Municipal de Ábrego

Calle 14 Cra 5 esquina del parque principal

**Asunto:** Solicitud de información

Cordial saludo,

Mediante el presente oficio y de manera respetuosa, allego a su despacho la solicitud de información de su competencia, la cual se requiere para adelantar el estudio sobre la determinación de zonas de riesgo por inundación en el valle de Ábrego (Suelo urbano). La información requerida es la descrita a continuación:

Actas de reunión del comité municipal de Gestión del riesgo de desastres

Plan Básico de Ordenamiento Territorial

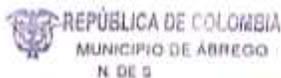
Plan de contingencia, específicamente para emergencias por inundaciones

Cartografía

De antemano muchas gracias por la atención a la solicitud

Sin otro particular,

*Cristian Said Sanchez Rangel.*  
**CRISTIAN SAID SANCHEZ RANGEL**  
 Pasante de Ingeniería Ambiental – CORPONOR  
 Cel. 3137410200



UNIDAD DE CORRESPONDENCIA

FECHA 22-10-2018  
 HORA 3:20 PM  
 RECIBIDO Alvare Castro  
 RADICADO 3652  
 C.C. CE E.P. EP  
 FOLIOS 01 PAG ANEXOS

## Apéndice B. Valores Mensuales de precipitación

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL																	
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)																	
DE PROCESO : 2019/02/15						ESTACION : 16055040 ABREGO CENTRO ADMO											
D	0805 N	TIPO EST	CP	DEPTO	NORTE SANTANDER	FECHA-INSTALACION	1969-JUL										
ID	7313 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	ABREGO	FECHA-SUSPENSION											
ION	1430 m.s.n.m	REGIONAL	08 SANTANDERES	CORRIENTE	ALGODONAL												
ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *				
01	2.8	12.0	24.7	124.7	119.5	3			153.3	175.7	66.9	24.3	703.9				
01									98.9	105.7	3	56.5	281.8				
01	19.3	3	1.5	.0	158.7	126.8	49.6	3	13.4	175.7	3	81.4	3	93.8	37.4	3	874.3
01	12.8	1.1	60.2	164.0	240.3	150.5	98.2	200.0	238.1								1165.2
	10.7	19.5	32.3	115.6	176.6	90.4	77.9	151.2	190.5	168.3	75.7	25.9	1134.6				
	71.1	147.4	116.8	283.4	314.2	246.4	231.8	384.8	336.1	329.4	197.4	147.0	384.8				
	0.0	0.0	0.0	13.6	26.1	22.0	3.0	2.3	60.6	52.6	10.7	0.0	0.0				
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL																	
VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION																	
DE PROCESO : 2019/02/15						ESTACION : 16055040 ABREGO CENTRO ADMO											
D	0805 N	TIPO EST	CP	DEPTO	NORTE SANTANDER	FECHA-INSTALACION	1969-JUL										
ID	7313 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	ABREGO	FECHA-SUSPENSION											
ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *				
1							10.9	29.1	23.6	47.8	17.6	13.0	47.8				
1	18.0	.3	17.5	16.7	53.4	23.5	45.1	3	35.1	39.6	3	23.6	34.4	34.3	53.4		
1	23.7	5.6	17.6	3	32.6	55.6	8.7	1.7	45.3	34.9	41.7	33.5	.5	55.6			
1	1.5	3	42.0	25.9	59.2	37.9	30.4	1.2	58.9	17.5	13.4	6.9	3.4	59.2			
1	6.4	.0	13.1	3	24.6	3	8.8	25.4	19.4	29.0	28.6	47.8	9.9	39.3	47.8		
1	.4	3	3.1	7.3	16.7	55.0	45.3	15.2	41.6	26.5	31.5	26.9	.4	55.0			
1	.0	14.6	41.0	39.2	46.3	19.0	29.2	33.0	42.6	36.2	23.2	41.7	46.3				
1	.0	1.0	3	3.0	16.0	41.0	14.2	9.1	34.7	26.2	48.0	16.0	.4	48.0			
1	57.4	3	66.2	27.2	31.5	20.2	47.6	31.6	14.5	70.0	28.0	.5	70.0				
1	.2	1.0	3	58.7	34.0	49.8	23.1	19.4	30.1	20.0	23.6	20.7	4.7	58.7			
1	2.8	22.0	10.5	51.4	35.8	37.4	29.2	80.0	24.4	20.3	11.5	2.5	80.0				
1	3.7	10.2	5.4	15.0	53.1	29.2	11.4	44.4	41.7	32.8	35.4	11.4	53.1				
1	.0	19.0	25.6	28.1	31.0	25.6	13.8	28.6	35.8	76.5	12.0	44.4	76.5				
1	2.5	5.5	3	6.7	25.6	48.3	14.2	22.6	31.0	26.0	30.0	13.0	1.5	48.3			
1	.0	33.1	8.0	54.1	35.7	3	45.7	46.4	30.4	17.4	30.6	7.0	3.2	54.1			

ABREGO ALGODONAL: Bloc de notas																				
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda																
2013	1	01	.0	17.2	7.5	21.8	11.2	28.3	3.8	18.4	40.5	34.6	3	29.9	18.6					
2014	1	01	2.8	11.3	16.9	38.7	18.2	3			40.5	34.6	3	29.9	18.6					
VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) EN 24 HORAS																				
FECHA DE PROCESO : 2019/02/15								ESTACION : 16055040 ABREGO CE												
LATITUD		0805 N		TIPO EST		CP		DEPTO		NORTE SANTANDER		FECHA-INSTALACION								
LONGITUD		7313 W		ENTIDAD		01 IDEAM		MUNICIPIO		ABREGO		FECHA-SUSPENSION								
ELEVACION		1430 m.s.n.m		REGIONAL		08 SANTANDERES		CORRIENTE		ALGODONAL										
=====																				
AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	V					
=====																				
2015	1	01									35.6	34.8	3	19.4	12.4					
2016	1	01	10.5	3	1.5	.0	28.2	31.8	12.7	3	5.6	48.8	3	21.7	3	20.6	18.8	14.6	3	
2017	1	01	12.8		.5	24.5	41.0	43.9	38.2	44.9	57.4	38.2								
EDIOS			7.0	10.9	15.0	33.8	36.7	27.2	23.9	34.9	35.8	34.9	22.7	11.5						
MAXIMOS			57.4	81.0	58.7	200.5	57.0	98.5	84.3	98.0	64.4	76.5	51.6	44.4						
MINIMOS			0.0	0.0	0.0	12.0	0.8	8.7	1.2	2.3	14.5	7.6	5.8	0.0						
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)																				
FECHA DE PROCESO : 2019/02/15								ESTACION : 16055040 ABREGO CE												
LATITUD		0805 N		TIPO EST		CP		DEPTO		NORTE SANTANDER		FECHA-INSTALACION								
=====																				
ABREGO ALGODONAL: Bloc de notas																				
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda																
2013	1	01	20.4	20.6	21.9	22.2	21.8	22.3	22.2	21.6	21.3	20.9	20.6	20.0						
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)																				
FECHA DE PROCESO : 2019/02/15								ESTACION : 16055040 ABREGO CE												
LATITUD		0805 N		TIPO EST		CP		DEPTO		NORTE SANTANDER		FECHA-INSTALACION								
LONGITUD		7313 W		ENTIDAD		01 IDEAM		MUNICIPIO		ABREGO		FECHA-SUSPENSION								
ELEVACION		1430 m.s.n.m		REGIONAL		08 SANTANDERES		CORRIENTE		ALGODONAL										
=====																				
AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	V					
=====																				
2014	1	01	20.4	21.1	21.5	3	22.0	21.5	3		21.3	21.0	3	20.6	3	20.0				
2015	1	01									22.8	3	21.9	21.7	21.9					
2016	1	01	21.9	22.8	23.5	22.4	3	22.7	3	22.5	3	22.9	22.4	21.9	21.7	3	21.6	3	20.7	3
2017	1	01	19.9	21.2	21.0	22.1	21.7	21.7	22.1	21.9	3	21.2	21.7							
MEDIOS			19.9	20.4	20.9	21.1	21.2	21.2	21.3	21.2	20.9	20.8	20.6	20.1						
MAXIMOS			23.2	23.1	23.5	22.8	23.1	22.5	23.0	23.3	22.8	22.4	21.8	22.5						
MINIMOS			18.3	18.1	19.4	20.0	20.1	20.0	19.6	19.8	19.4	19.6	19.2	18.1						
VALORES MAXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)																				
FECHA DE PROCESO : 2019/02/15								ESTACION : 16055040 ABREGO CE												
LATITUD		0805 N		TIPO EST		CP		DEPTO		NORTE SANTANDER		FECHA-INSTALACION								



## Apéndice D. Tablas Método Gumbel

Tabla. Valores de " $y_T$ " para distintos periodos de retorno T

T	2	5	10	25	30	50	75	100	250	500
$y_T$	0.36651	1.49994	2.25037	3.19853	3.38429	3.90194	4.31078	4.60015	5.5194	6.2136

Nºdatos	$y_n$	$S_n$	Nºdatos	$y_n$	$S_n$	Nºdatos	$y_n$	$S_n$
1	0,36651	0,00000	35	0,54034	1,12847	69	0,55453	1,18440
2	0,40434	0,49838	36	0,54105	1,13126	70	0,55477	1,18535
3	0,42859	0,64348	37	0,54174	1,13394	71	0,55500	1,18629
4	0,44580	0,73147	38	0,54239	1,13650	72	0,55523	1,18720
5	0,45879	0,79278	39	0,54302	1,13896	73	0,55546	1,18809
6	0,46903	0,83877	40	0,54362	1,14131	74	0,55567	1,18896
7	0,47735	0,87493	41	0,54420	1,14358	75	0,55589	1,18982
8	0,48428	0,90432	42	0,54475	1,14576	76	0,55610	1,19065
9	0,49015	0,92882	43	0,54529	1,14787	77	0,55630	1,19147
10	0,49521	0,94963	44	0,54580	1,14989	78	0,55650	1,19227
11	0,49961	0,96758	45	0,54630	1,15184	79	0,55669	1,19306
12	0,50350	0,98327	46	0,54678	1,15373	80	0,55689	1,19382
13	0,50695	0,99713	47	0,54724	1,15555	81	0,55707	1,19458
14	0,51004	1,00948	48	0,54769	1,15731	82	0,55726	1,19531
15	0,51284	1,02057	49	0,54812	1,15901	83	0,55744	1,19604
16	0,51537	1,03060	50	0,54854	1,16066	84	0,55761	1,19675
17	0,51768	1,03973	51	0,54895	1,16226	85	0,55779	1,19744
18	0,51980	1,04808	52	0,54934	1,16380	86	0,55796	1,19813
19	0,52175	1,05575	53	0,54972	1,16530	87	0,55812	1,19880
20	0,52355	1,06282	54	0,55009	1,16676	88	0,55828	1,19945
21	0,52522	1,06938	55	0,55044	1,16817	89	0,55844	1,20010
22	0,52678	1,07547	56	0,55079	1,16955	90	0,55860	1,20073
23	0,52823	1,08115	57	0,55113	1,17088	91	0,55876	1,20135
24	0,52959	1,08646	58	0,55146	1,17218	92	0,55891	1,20196
25	0,53086	1,09145	59	0,55177	1,17344	93	0,55905	1,20256
26	0,53206	1,09613	60	0,55208	1,17467	94	0,55920	1,20315
27	0,53319	1,10054	61	0,55238	1,17586	95	0,55934	1,20373
28	0,53426	1,10470	62	0,55268	1,17702	96	0,55948	1,20430
29	0,53527	1,10864	63	0,55296	1,17816	97	0,55962	1,20486
30	0,53622	1,11237	64	0,55324	1,17926	98	0,55976	1,20541
31	0,53713	1,11592	65	0,55351	1,18034	99	0,55989	1,20596
32	0,53799	1,11929	66	0,55378	1,18139	100	0,56002	1,20649
33	0,53881	1,12249	67	0,55403	1,18242	101	0,56015	1,20701
34	0,53959	1,12555	68	0,55429	1,18342			

## Apéndice E. Coeficiente de Manning

Tipo de cauce y descripción	Valor de $n$		
	Mínimo	Normal	Máximo
g) Mampostería en ladrillo			
Barnizada o lacada	0.011	0.013	0.015
Revestida con mortero de cemento	0.012	0.015	0.017
h) Alcantarillados sanitarios recubiertos con limos y babas de aguas residuales, con curvas y conexiones.	0.012	0.013	0.016
i) Alcantarillado con batea pavimentada, fondo liso.	0.016	0.019	0.020
j) Mampostería de piedra, cementada.	0.018	0.025	0.030
<b>B) Canales revestidos o desarmables</b>			
<b>B1) Metal</b>			
a) Superficie lisa de acero			
Sin pintar	0.011	0.012	0.014
Pintada	0.012	0.013	0.017
b) Corrugado	0.021	0.025	0.030
<b>B2) No metal</b>			
a) Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Mortero	0.011	0.013	0.015
b) Madera			
Cepillada, sin tratar.	0.010	0.012	0.014
Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
Láminas con listones.	0.012	0.015	0.018
Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c) Concreto			
Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	0.013	0.015
Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
Sin pulir.	0.014	0.017	0.020
Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
d) Fondo de concreto terminado con llana de madera y con lados de:			
Piedra labrada, en mortero.	0.015	0.017	0.020
Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
Piedra suelta o riprap	0.029	0.030	0.035
e) Fondo de gravas con lados de:			
Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
Piedra sin seleccionar, sobre mortero.	0.020	0.023	0.026
Piedra suelta o riprap	0.023	0.033	0.036

Tipo de cauce y descripción	Valor de <i>n</i>		
	Mínimo	Normal	Máximo
<b>A. Conductos cerrados que fluyen parcialmente llenos</b>			
<b>A1) Metal</b>			
a) Latón liso	0.009	<b>0.010</b>	0.013
b) Acero			
Estriado y soldado	0.010	0.012	0.014
Ribeteado y en espiral	0.013	0.016	0.017
c) Hierro fundido			
Recubierto	0.010	0.013	0.014
No recubierto	0.011	0.014	0.016
d) Hierro forjado			
Negro	0.012	0.014	0.015
Galvanizado	0.013	0.016	0.017
e) Metal corrugado			
Subdrenaje	0.017	0.019	0.021
Drenaje de aguas lluvias	0.021	<b>0.024</b>	0.030
<b>A2) No metal</b>			
a) Lucita	0.008	0.009	0.010
b) Vidrio	0.009	<b>0.010</b>	0.013
c) Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Mortero	0.011	0.013	0.015
d) Concreto			
Alcantarilla, recta y libre de basuras.	0.010	0.011	0.013
Alcantarilla con curvas, conexiones y algo de basuras.	0.011	<b>0.013</b>	0.014
Bien terminado.	0.011	0.012	0.014
Alcantarillado de aguas residuales, con pozos de inspección, entradas, etc., recto.	0.013	0.015	0.017
Sin pulir, formaleta y encofrado metálico.	0.012	0.013	0.014
Sin pulir, formaleta y encofrado en madera lisa.	0.012	<b>0.014</b>	0.016
Sin pulir, formaleta o encofrado en madera rugosa.	0.015	0.017	0.020
e) Madera			
Machihembrada	0.010	0.012	
Laminada, tratada	0.015	0.017	
f) Arcilla			
Canaleta común de baldosas.	0.011	<b>0.013</b>	0.017
Alcantarilla vitrificada.	0.011	0.014	0.017
Alcantarilla vitrificada con pozos de inspección, entradas, etc.	0.013	0.015	0.017
Subdrenaje vitrificado con juntas abiertas.	0.014	0.016	0.018

Tipo de cauce y descripción	Valor de $n$		
	Mínimo	Normal	Máximo
f) Ladrillo			
Barnizado o lacado	0.011	<b>0.013</b>	0.015
En mortero de cemento	0.012	<b>0.015</b>	0.018
g) Mampostería			
Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
Piedra suelta o riprap	0.023	0.032	0.035
h) Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
i) Asfalto			
Liso	0.013	0.013	
Rugoso	0.016	0.016	
j) Revestimiento vegetal	0.030	...	0.500
<b>C. Excavado o dragado</b>			
a) En tierra, recto y uniforme			
Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
Limpio, después de exposición a la intemperie.	0.018	<b>0.022</b>	0.025
Con gravas, sección uniforme, limpio.	0.022	0.025	0.030
Con pastos cortos, algunas malezas.	0.022	0.027	0.033
b) En tierra, serpenteante y lento			
Sin vegetación.	0.023	0.025	0.030
Pastos, algunas malezas.	0.025	0.030	0.033
Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos.	0.030	0.035	0.040
Fondo en tierra con lados en piedra.	0.028	0.030	0.035
Fondo pedregoso y bancas con maleza.	0.025	0.035	0.040
Fondo en cantos rodados y lados limpios.	0.030	0.040	0.050
c) Excavado con pala o dragado			
Si vegetación.	0.025	0.028	0.033
Matorrales ligeros en las bancas.	0.035	0.050	0.060
d) Cortes en roca			
Lisos y uniformes.	0.025	0.035	0.040
Afilados e irregulares.	0.035	0.040	0.050
e) Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
Malezas densas, tan altas como la profundidad del flujo.	0.050	0.080	0.120
Fondo limpio, matorrales en los lados.	0.040	0.050	0.080
Igual, nivel máximo del flujo.	0.045	0.070	0.110
Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140

Tipo de cauce y descripción	Valor de $n$		
	Mínimo	Normal	Máximo
4) Árboles			
· Sauces densos, en verano, y rectos	0.110	0.150	0.200
· Tierra clara con ramas, sin brotes	0.030	0.040	0.050
· Igual que arriba pero con gran crecimiento de brotes	0.050	0.060	0.080
· Grupos grandes de madera, algunos árboles caídos, poco crecimiento inferior y nivel de la inundación por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
· Igual que arriba, pero con el nivel de inundación alcanzando las ramas	0.100	0.120	0.160
<b>F) Cursos de agua importantes</b> (ancho superior a nivel de inundación mayor que 30 m). Los valores de $n$ son menores que los de los cursos menores de descripción similar, ya que las bancas ofrecen menor resistencia efectiva.			
1) Sección regular sin rocas y arbustos	0.025	-	0.060
2) Sección irregular y áspera	0.035	-	0.100

“Los valores normales para canales artificiales son recomendados solamente para canales con buen mantenimiento”, Chow, V. T., 1982.

Tipo de cauce y descripción	Valor de $n$		
	Mínimo	Normal	Máximo
<b>D. Cauces naturales menores (ancho superior a nivel de crecida menor que 30 m)</b>			
<b>D1) Cauces en planicie</b>			
1) Limpio, recto, nivel lleno, sin fallas o pozos profundos	0.025	<b>0.030</b>	0.033
2) Igual que arriba pero más piedras y pastos	0.030	0.035	0.040
3) Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
4) Igual que arriba pero algunos pastos y piedras	0.035	0.045	0.050
5) Igual que arriba, niveles más bajos, pendiente y secciones más inefectivas	0.040	0.048	0.055
6) Igual que 4, pero más piedras	0.045	0.050	0.060
7) Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8) Tramos con muchos pastos, pozos profundos o recorridos de la crecida con mucha madera o arbustos bajos	0.075	0.100	0.150
<b>D2) Cauces de montaña, sin vegetación en el canal, laderas con pendientes usualmente pronunciadas, árboles y arbustos a lo largo de las laderas y sumergidos para niveles altos</b>			
1) Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2) Fondo: canto rodado y algunas rocas	0.040	0.050	0.070
<b>E) Cauces con planicie crecida</b>			
1) Pastos, sin arbustos			
• Pastos cortos	0.025	0.030	0.035
• Pastos altos	0.030	0.035	0.050
2) Áreas cultivadas			
• Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
• Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
• Campo de cultivos maduros	0.030	0.040	0.050
3) Arbustos			
• Arbustos escasos, muchos pastos	0.035	0.050	0.070
• Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
• Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
• Arbustos medianos a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
• Arbustos medianos a densos, en verano	0.070	0.100	0.160

## Apéndice F. Formato de encuesta



Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña  
Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental Corponor



### FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE DE LA PERSONA ENCUESTADA: \_\_\_\_\_  
DOCUMENTO IDENTIDAD: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_  
VEREDA: \_\_\_\_\_  
CÓDIGO ASIGNADO A LA VIVIENDA: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN (GPS): \_\_\_\_\_  
FECHA DE APLICACIÓN: \_\_\_\_\_  
ELEVACIÓN \_\_\_\_\_

### INFORMACION DE LA VIVIENDA

1. Materiales predominantes de construcción:

- \_\_\_ ladrillo  
\_\_\_ Tapia pisada  
\_\_\_ Bahareque

2. sobre los integrantes de la vivienda:

¿Cuántas personas viven en la vivienda? : \_\_\_\_\_

¿Cuántos niños?: \_\_\_\_\_ ¿Cuántos adultos?: \_\_\_\_\_ ¿Cuántos adultos mayores?: \_\_\_\_\_

3. ¿tipo de estrato socioeconómico:

- \_\_\_ 1  
\_\_\_ 2  
\_\_\_ 3

4. ¿en qué estado se encuentra actualmente su vivienda?

- \_\_\_ Bueno  
\_\_\_ Malo  
\_\_\_ Regular

5. sobre las inundaciones:

- ¿La vivienda se inunda o se ha inundado en el pasado? (si o no): \_\_\_\_\_
- ¿Con que frecuencia se ha inundado la vivienda?

- 5 o más veces
- 2 y 3 veces
- Menos de 1 vez

6. Qué Tipo de afectación ha ocasionado la inundación

- cultivos, vivienda y vidas humanas
- cultivos y viviendas
- cultivos
- Sin afectación

7. Aspectos relacionados con acceso a la información:

¿Cómo se informan ustedes que va a ocurrir una inundación? Un medio externo es la alcaldía,

Alerta emitida por el IDEAM, medios de comunicación. Un medio interno es a través de la Observación, los vecinos o la comunidad

- La alerta se recibe por un medio externo e interno
- La alerta se recibe por un medio externo o interno
- La alerta no recibe información

**Apéndice G.** Realización de encuestas

día	fecha	vereda	
martes	13-11-2018	Santa Rita	
jueves	15-11-2018	Santa Rita	
viernes	16-11-2018	Santa Rita	

lunes	19-11-2018	El soltadero	
Martes	20-11-2018	El soltadero	
Jueves	22-11-2018	soltadero	
lunes	26-11-2018	hoyo	

martes	27-11-2018	hoyo	
miércoles	28-11-2018	hoyo	
jueves	29-11-2018	Llano alto	
viernes	30-11-2018	Llano alto	

Apéndice H. Evidencia fotográfica















