



## PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS – Modalidad Virtual

### ACTA DE EVALUACIÓN INTEGRAL DE PROYECTO DE GRADO

En Popayán a los **6 días de octubre** de 2023, se reunió el Jurado Evaluador, integrado por **Hemerzon Michael Burbano** y **Carlos Andrés Durán**, para evaluar el Trabajo denominado “*Evaluación de riesgo de inundación de vías y desbordamiento del río Tuluá a causa de fuertes precipitaciones de lluvia*”. Realizado por el estudiante John Edwar Echeverri identificado con CC. 14.796.328 del programa Administración de Empresas Agropecuarias – modalidad virtual.

El jurado evaluador atendiendo al reglamento de alternativas de grado de la Fundación Universitaria de Popayán y considerando que el estudiante ha demostrado suficiencia de conocimientos, capacidad analítica y deductiva, adaptación a situaciones nuevas, capacidad para la comunicación escrita y oral, aptitud para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, le confiere la calificaciónn de:

ACEPTADO X

REPROBADO

Para optar por el título de profesional en Administración de Empresas Agropecuarias – modalidad virtual.

Hemerzon Michael Burbano

Carlos Andrés Durán E.



FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN

**EVALUACIÓN DE RIESGO DE INUNDACION DE VIAS Y DESBORDAMIENTO DEL  
RÍO TULUÁ A CAUSA DE FUERTES PRECIPITACIONES DE LLUVIA**

**JOHN EDWAR ECHEVERRI CARVAJAL**

**PRESENTADO A**

**TUTOR: MICHAEL BURBANO**

**DECANO: CARLOS DURAN**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN**

**DIPLOMADO SIG**

**2023**

## **Resumen**

En este trabajo evaluaremos el desarrollo sostenible de una parte de la cuenca del río Tuluá dentro del plan de ordenamiento ambiental de cuencas hidrográficas de Colombia, con el objetivo de identificar el punto crítico de un sector de inundación situado en la parte urbana del municipio de Tuluá, la urbanización la Paz, urbanización San Francisco y playitas, aplicando las herramientas de las SIG, apoyándonos también en información por parte de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo en Desastres(UNGRD). De esta manera conocer el margen de vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de marcada.

## **Abstract**

In this work we will talk about the sustainable development of a part of the Tuluá River basin, within the environmental management plan for Colombia's hydrographic basins, with the objective of identifying the critical point of a flood sector located in the urban part of the municipality of Tuluá, the La Paz urbanization and the San Francisco urbanization, applying GIS tools, also relying on information from the National Unit for Disaster Risk Management (UNGRD). In this way, knowing the vulnerability margin of the elements exposed in the marked area.

**Palabras claves:** Cuenca hidrográfica, herramientas de SIG, (UNGRD), vulnerabilidad, elementos expuestos.

## **MARCO JURIDICO SOBRE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO EN EL POT.**

“Ya con la Ley 1523 de 2012 se adopta el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el objetivo es llevar a cabo un proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorando la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y a si contribuir al desarrollo sostenible”, del cual son responsables todas las autoridades y habitantes en el territorio nacional.

Cabe mencionar que para facilitar este Sistema la SNGRD incluye 4 puntos importantes que son:

- a) La estructura organizacional
- b) Los instrumentos de planificación
- c) Los sistemas de información
- d) Los mecanismos de financiación

En la elaboración y adopción de los POT se deben definir las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas en riesgo para asentamiento humanos, así como las estrategias de manejo de las zonas expuestas a amenazas y riesgo naturales. Una vez adoptado el POT, deberá continuarse con las actividades de seguimiento y control de cumplimiento de programas y proyectos (estructurales y no estructurales) de prevención y mitigación de riesgo contemplados en el POT como una estrategia para la búsqueda del desarrollo municipal.

Para facilitar el estudio de la vulnerabilidad en el casco urbano se deben tener claros los siguientes conceptos.

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} * \text{VULNERABILIDAD}$$

- Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.
- Susceptibilidad: Grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.
- Vulnerabilidad: 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.” (Sandoval, PPlan de Gestion del Riesgo, 2015, págs. 15-16)
- Riesgo: Es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

## **OJECTIVO GENERAL**

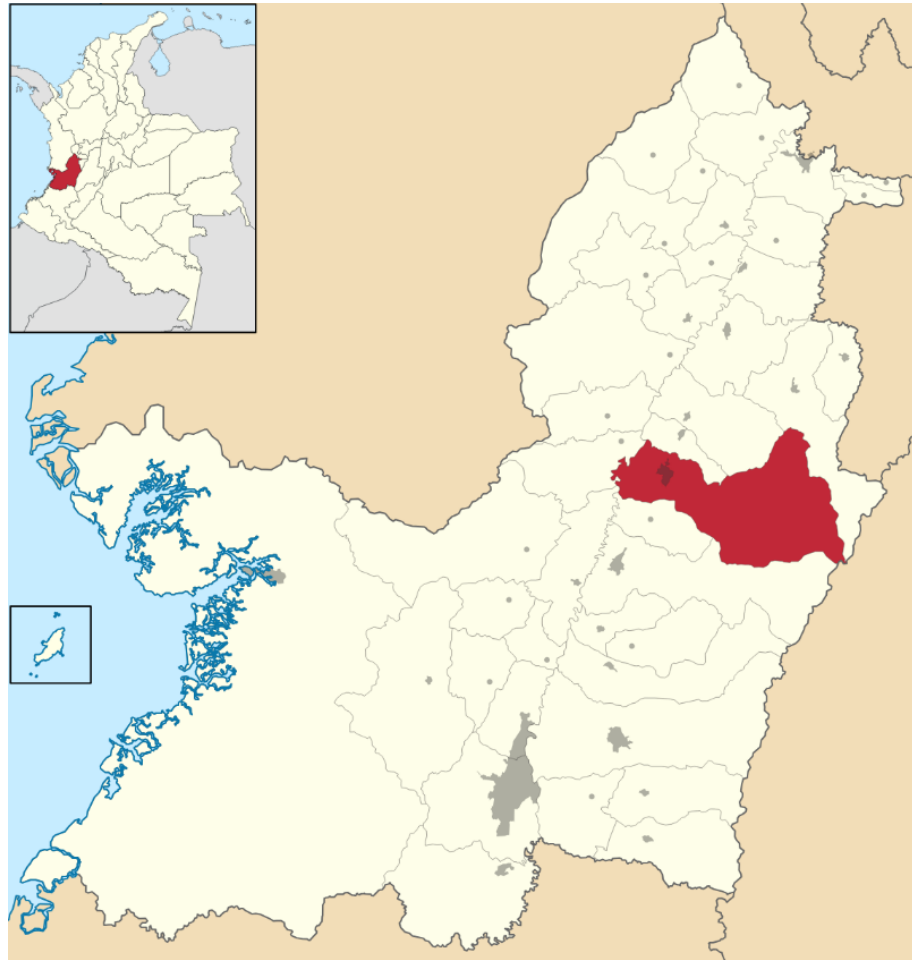
Contribuir en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y en el POT del municipio de Tuluá frente a casos de inundación en el sector estudiado.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

Identificar las necesidades d los sectores afectados o por amenazas de riego de inundación en el municipio de Tuluá Valle del Cauca.

Fortalecer los mecanismos de comunicación frente a la población más vulnerable.

Evaluar el grado de susceptibilidad y vulnerabilidad de la población de las áreas en riesgo.



Departamento del Valle del Cauca, Cuenca del río Tuluá, Municipio de Tuluá y zona de riesgo a estudiar



Imagen de Google Earth Pro

“La cuenca del río Tuluá se encuentra ubicada en el departamento del Valle del Cauca, al occidente de la Cordillera Central, nace a una altura de 4.100 msnm, en el Páramo de Las Hermosas, desciende en un trayecto de 72 km hasta desembocar en el río Cauca a 900 msnm. Los principales ríos que fluyen hacia el río Tuluá son: Cofre, Loro, San Antonio, San Marcos y Nogales. La cuenca se localiza en la región andina central y la región central del valle geográfico del río Cauca, departamento del Valle del Cauca, en la vertiente occidental de la cordillera central y la margen derecha del río, con coordenadas geográficas 902.500 – 954.700 N y 1.091.600 –

1.138.600 E, tiene un área de 91.494,86 hectáreas y abarca parte de los municipios de Tuluá, Guadalajara de Buga, San Pedro y El Cerrito.” (Andrés Felipe Gonzales, 2017, págs. 9-10)



Imagen epicentro geográfico

#### AMENAZAS POR INUNDACIONES ANTECEDENTES

En el municipio de Tuluá Valle del Cauca han ocurrido casos de numerosas inundaciones entre los años de 1998 hasta el año 2012 como lo enseña la tabla, estas corresponden a áreas bajas de influencia de los ríos Tuluá y Morales, además de algunas quebradas afluentes del río principal en esta caso el río Tuluá, comprenden los sectores de: La Playita, Aguaclara, Tres Esquinas, Los Caímos, Papayal, Nariño, La palmera, Bocas de Tuluá, amplias áreas ubicadas en la margen derecha (oriental) del río Cauca.

“Las inundaciones corresponden a una amenaza natural, que en el caso de Colombia está relacionada con el fenómeno de la Niña, el cual recurrentemente ha ido incrementado su actividad;



esta amenaza es el resultado por malas prácticas tales como la deforestación, **urbanización informal**, intervención a la red hidrológica (canales, lagunas, diques, dragados, etc.), expansión de potreros, desecación de áreas bajas inundables.” (Sandoval, PPlan de Gestion del Riesgo, 2015, pág. 18)

**Tabla 1. Principales Afectaciones por Amenazas Naturales**

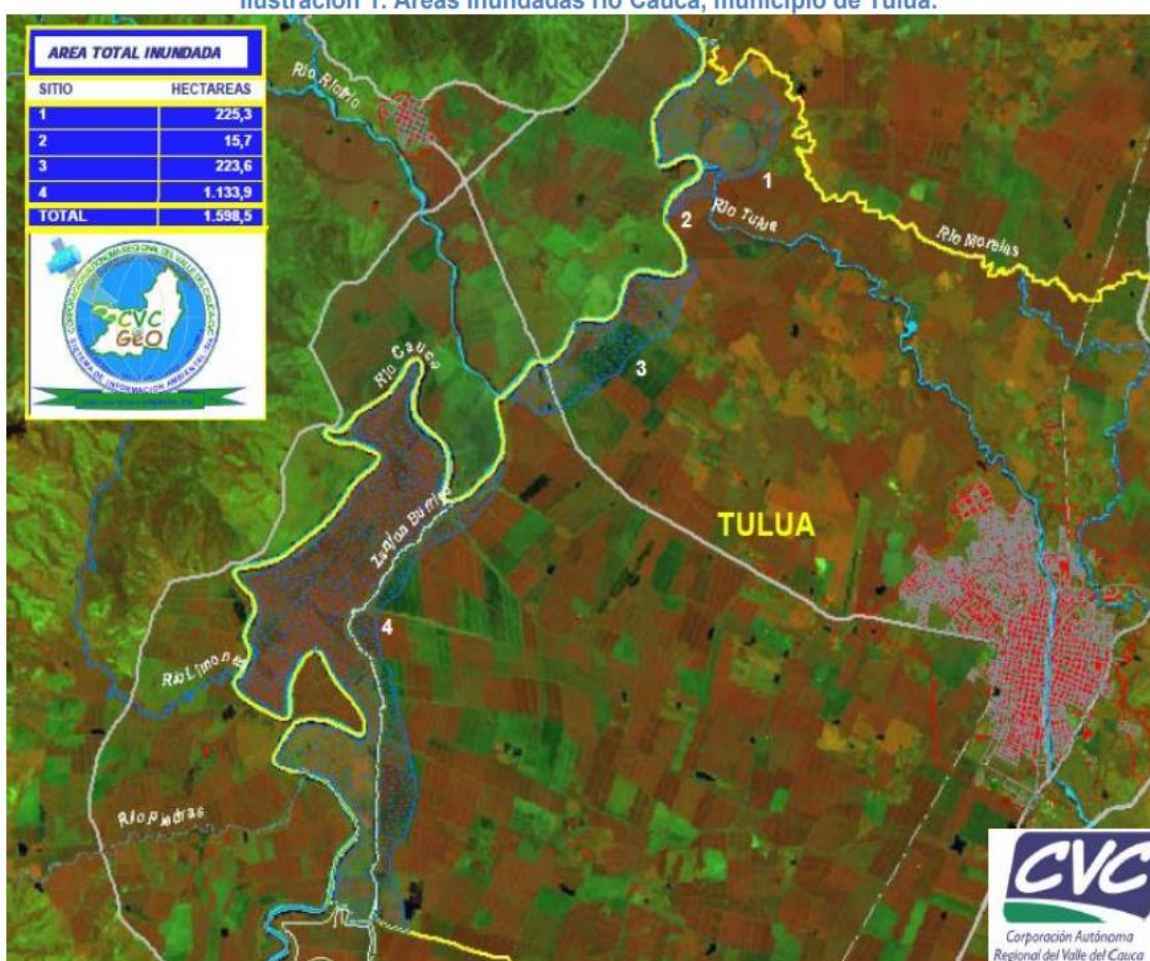
FECHA	EVENTO	MUERTOS	HERIDOS	DESAPARECIDOS	PERSONAS	FAMILIAS	VIVIENDAS DESTRUIDAS	VIVIENDAS AVERIADAS	VIAS	ACUEDUCTO	CENTRO SALUD	CENTRO COMUNITARIO	HECTAREAS	OTROS
16/04/2012	INUNDACION				2500	500		500						
05/01/2012	INUNDACION				1250	250		250			1			
13/11/2011	INUNDACION				90	18	2	6						
17/10/2011	DESIZAMIENTO				10	2		2		1				
17/10/2011	INUNDACION				40	10	20	8						
01/08/2011	INUNDACION													
19/04/2011	INUNDACION	1												
17/04/2011	INUNDACION				1980	396		396						
08/11/2010	INUNDACION	1			2500	500		500						
19/07/2010	COLAPSO		4											
26/02/2010	INCENDIO													1
15/09/2009	VENDAVAL													
31/03/2009	INUNDACION				90	30		30						
20/03/2009	AVALANCHA			1	375	75		75		3				
08/05/2008	INUNDACION				1050	210		210						
20/04/2008	VENDAVAL				75	15		15						
10/03/2008	INUNDACION				12	2	2							
01/11/2007	AVALANCHA	1			305	61	1	60						
01/11/2007	INUNDACION				1440	288							709	
18/10/2007	INUNDACION				55	11		11						
26/04/2007	INUNDACION				40	8		8						
21/09/2006	VENDAVAL		3		840	168		168			1	2		
14/12/2005	INUNDACION				1124	240	2	16	7		1	2		
07/08/2005	VENDAVAL													
02/04/2005	INUNDACION				25	5		5						
04/02/2004	INCENDIO FORESTAL												40	
01/09/2003	INCENDIO FORESTAL												90	
12/08/2003	INCENDIO FORESTAL												110	
30/08/2001	INCENDIO FORESTAL												60	
21/11/1999	INUNDACION				55	14								
19/02/1999	INUNDACION				715	143	7							
21/11/1998	INUNDACION				135	27								
31/05/1998	INUNDACION				150	30								

Fuente: <http://www.sigpad.gov.co/sigpad>.

“Como consecuencias de la continua, inusitada y elevada precipitación, se manifestaron las crecientes de ríos, los cuales presentaron desbordes, que inundaron en forma extensa y prolongada amplias zonas. A su vez por su alta magnitud y duración desestabilizaron la infraestructura de protección y aceleraron fenómenos de erosión en márgenes y zonas aledañas a los cauces. En la ilustración a continuación se aprecian las áreas del sector occidental del municipio de Tuluá, que

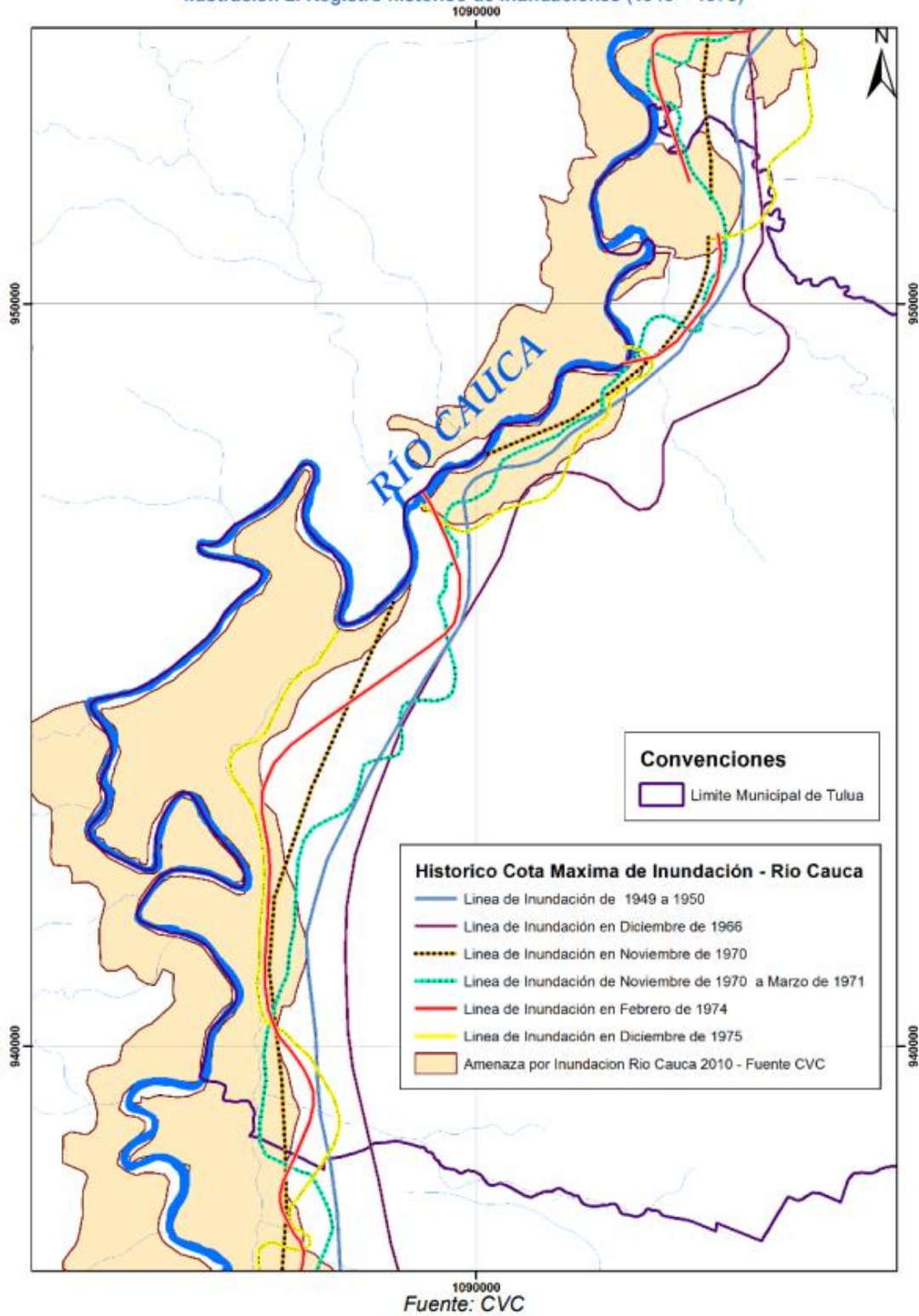
se inundaron por desbordamiento del río Cauca en el período del 2010-2011.” (Sandoval, PPlan de Gestion del Riesgo, 2015, pág. 18)

Ilustración 1. Áreas Inundadas río Cauca, municipio de Tuluá.



Fuente: CVC.

Ilustración 2. Registro histórico de inundaciones (1949 – 1975)



“Las áreas representadas en el Mapa de Amenaza por Inundación, se han clasificado de la siguiente manera:

**1. Áreas de amenaza alta:** en estas áreas se incluyen las márgenes de los ríos Cauca, Tuluá, Morales, quebrada la Ribera entre otras que presentan una extensión de 2429.12 ha y representan el 3,06% del área total del municipio de Tuluá y corresponden a áreas bajas de influencia de los ríos Tuluá y Morales, además de algunas quebradas afluentes de los anteriores, comprenden sectores conocidos como: La Playita, Aguaclara, Tres Esquinas, Los Caímos, Papayal, Nariño, La palmera, Bocas de Tuluá, amplias áreas ubicadas en la margen derecha (oriental) del río Cauca.

**2. Áreas de amenaza media:** sectores aledaños a las áreas de amenaza alta, ubicados en las márgenes del río Cauca y definidos en el “Proyecto corredor de conservación y uso sostenible del sistema río Cauca”, localizados principalmente en el sector de Bocas del Tuluá y desembocadura del río Morales, estas áreas presentan una extensión de 253,14 ha

**3. Áreas de amenaza baja:** corresponden a delgadas franjas y áreas contiguas a las zonas de amenaza media y alta en las márgenes del río Cauca y definidos en el “Proyecto corredor de conservación y uso sostenible del sistema río Cauca”, localizados principalmente en el sector de Bocas del Tuluá y desembocadura del río Morales, estas áreas presentan una extensión de 253,37 ha. De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1807 de 2014, para el municipio de Tuluá en el sector rural, no se presentan centros poblados con condición de amenaza alta o media por inundación.” (Sandoval, Plan de Gestión del Riesgo, 2015, págs. 22-23)



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Como ya se ha visto en los antecedentes históricos y aun en la actualidad se sigue presentando los mismos eventos de inundación y afectación por fenómenos naturales y antrópicos; podríamos decir que por falta de conocimiento o desinterés humano el riesgo aún sigue latente tanto para la zona urbana como también para la zona rural.

Aunque sabemos que existe un plan de mitigación en el POT, la alcaldía y las autoridades competentes han tomado acciones para prevenir las situaciones de emergencias enfocadas en los puntos críticos ya establecidos como amenazas, con el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo (PMGR) pero no es suficiente ya que estos programas se hacen vulnerables cada año por los efectos del niño y la niña y también por las violaciones de asentamientos de personas en zonas de amenaza (invasiones).

En el corregimiento de Tuluá estos últimos 5 años se han visto afectadas personas y propiedades a causa de las fuertes y prolongadas precipitaciones en la ciudad es aquí donde no solo se estudia todo el cauce del río Tuluá si no un sector de invasión que esta localizado a orillas del río Tuluá en medio de un meandro siendo una zona de alta peligrosidad donde no se garantiza seguridad a las familias.

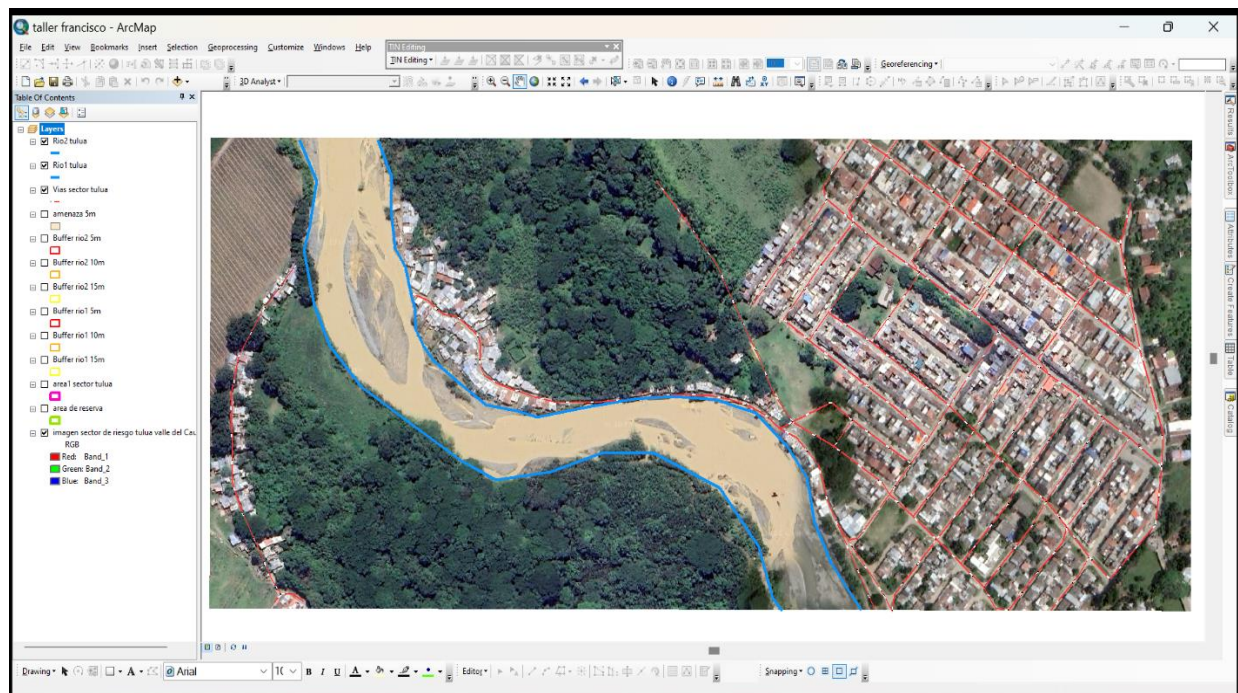
## ÁREA DE ESTUDIO



imagen satelital Google Earth Pro

Se puede apreciar en la parte baja occidental del río Tuluá asentamientos informales (invasiones) en zona de riesgo, estas viviendas se encuentran en un meandro zona de curvas donde el río tiene su curso.

Este sector pertenece a la comuna 10.



ArcMap Autor delimitación de rio Tuluá y vías

En esta imagen demarcamos la zona de riesgo por inundación y la vía de acceso para esta zona junto con los barrios Urbanización San Francisco, la paz y el Paraíso, el estudio a continuación demostrara las viviendas afectadas y las vías afectadas confirmando que es zona de riesgo e insegura para el bienestar de las familias que allí conviven.



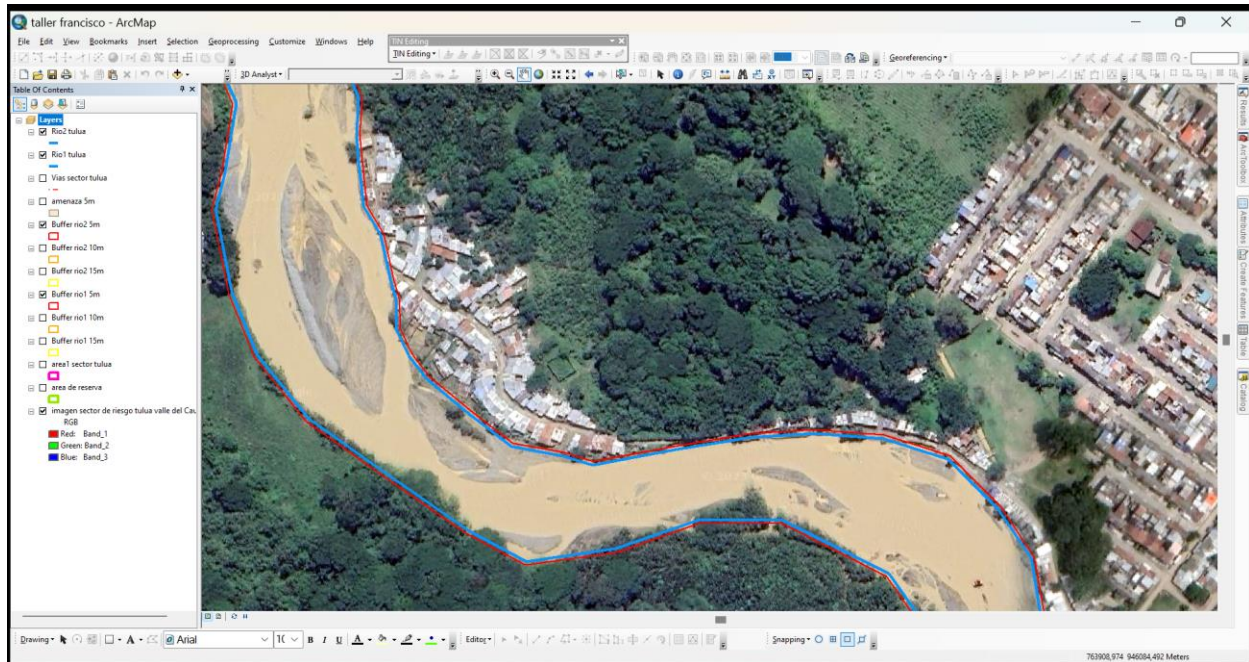


Imagen rio Tuluá y buffer de 5 m

TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS	AREA INUNDADA	CASAS AFECTADAS	VIAS AFECTADAS
5	5 M	16	96 M

Para un periodo de 5 años y un aumento del caudal por precipitación de lluvias de 5 metros en ambos extremos, las viviendas afectadas son de 16 por inundación y con vías afectadas son de 96 metros.

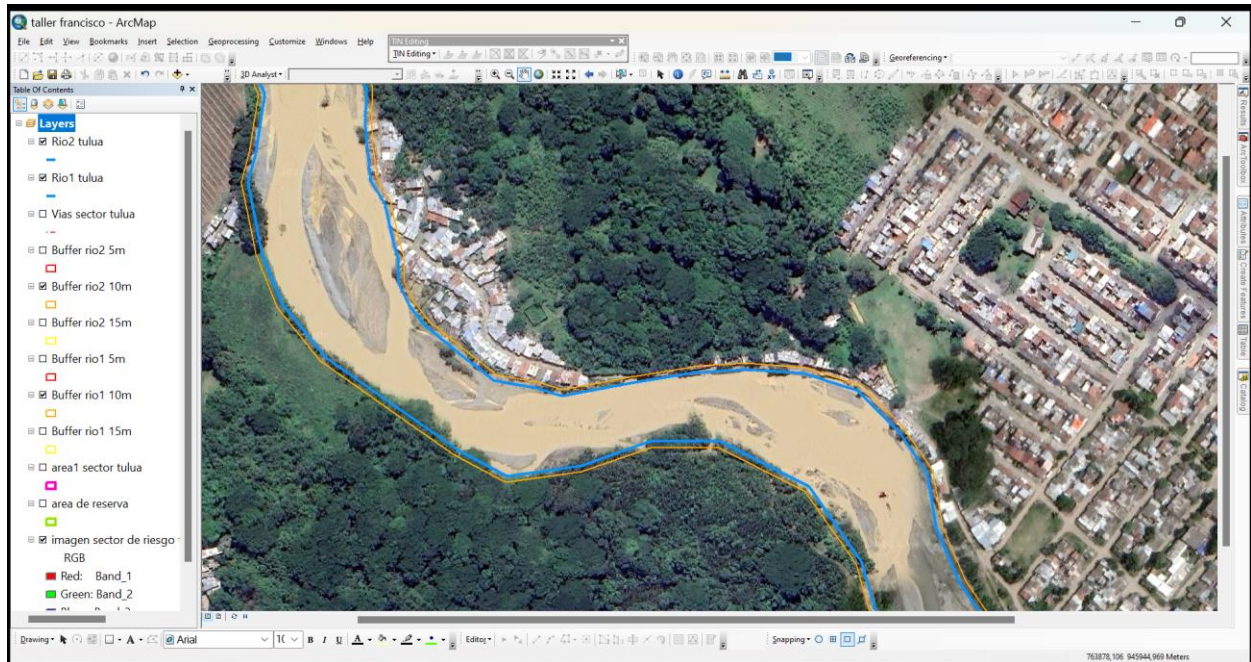


Imagen rio Tuluá y buffer de 10 m

TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS	AREA INUNDADA	CASAS AFECTADAS	VIAS AFECTADAS
10	10 M	32	132 M

Para un periodo de 10 años y un aumento del caudal del río por precipitación de lluvias de 10 metros en ambos extremos, las viviendas afectadas son de 32 por inundación y con vías afectadas de 132 metros.

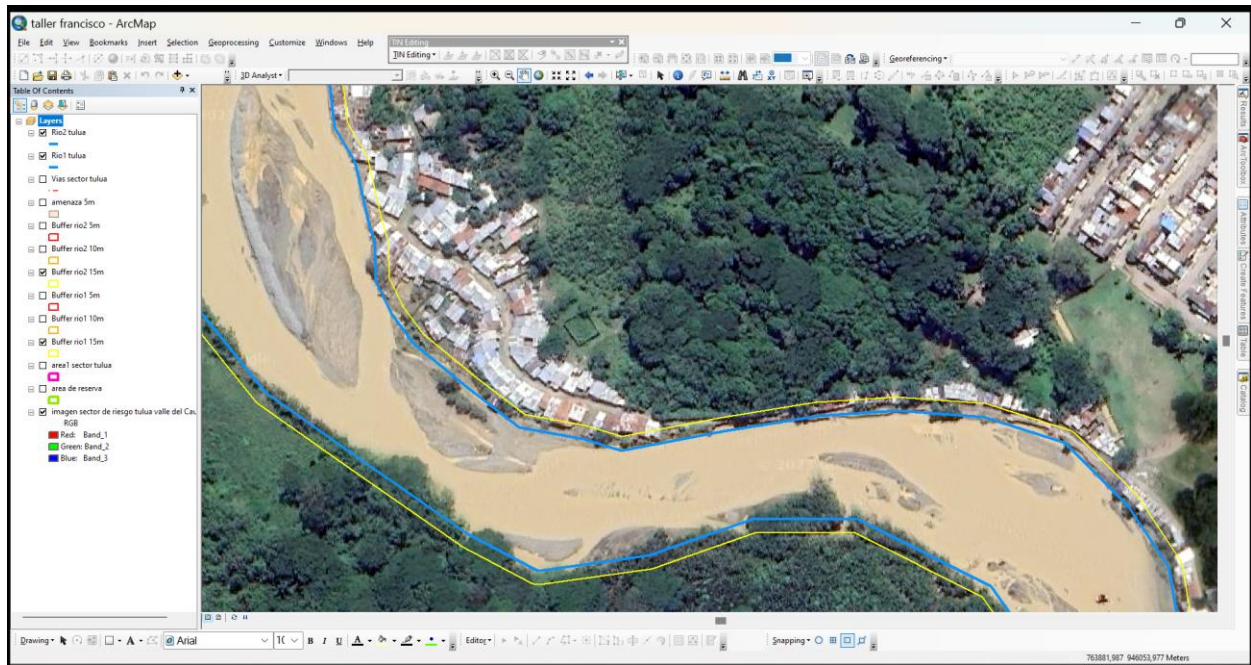
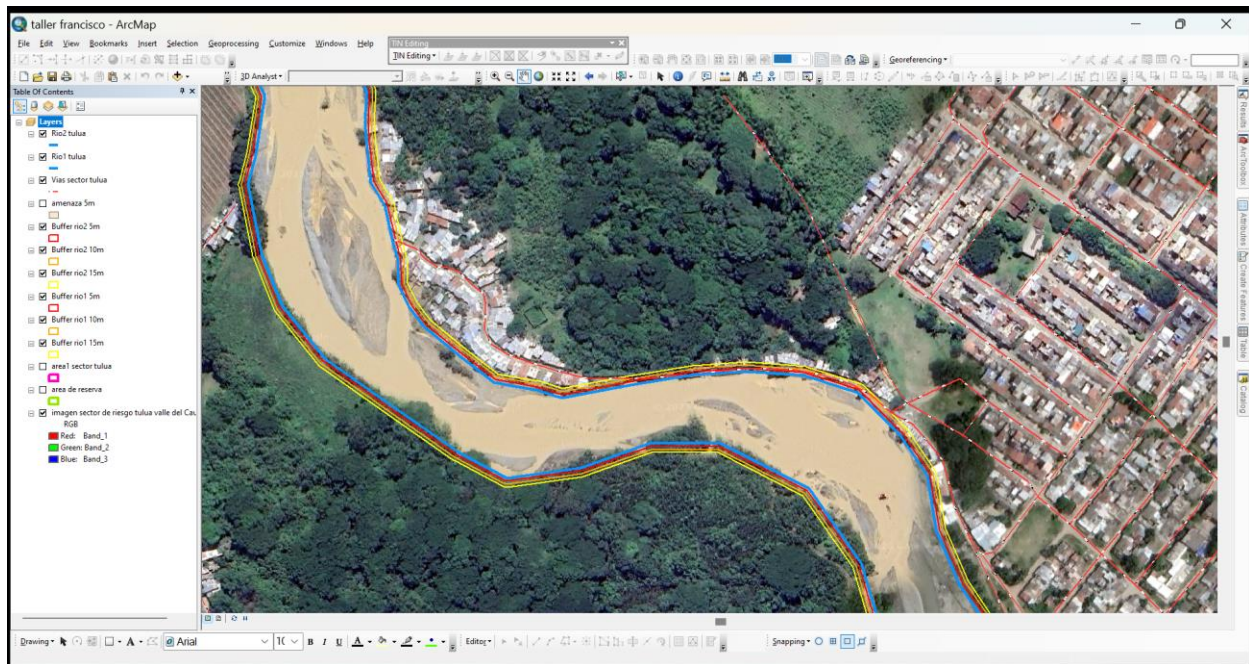


Imagen rio Tuluá y buffer de 15 m

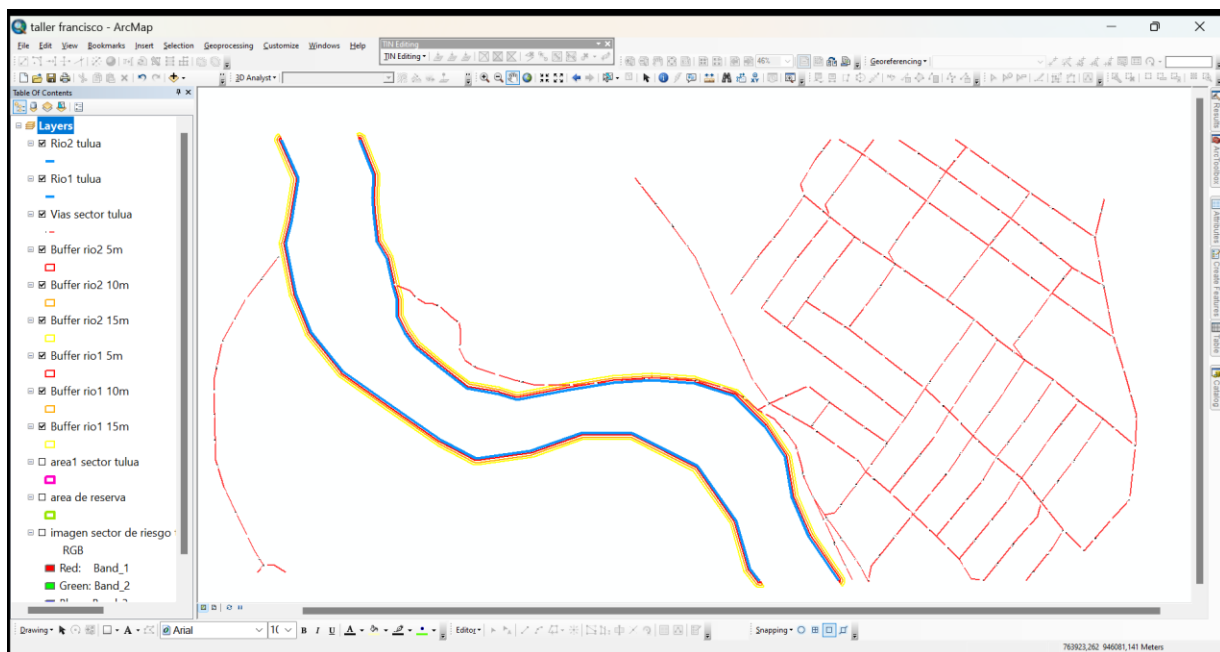
TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS	AREA INUNDADA	CASAS AFECTADAS	VIAS AFECTADAS
20	15 M	49	132

Para un periodo de 20 años y un aumento del caudal del río por precipitación de lluvias de 15 metros en ambos extremos, las viviendas afectadas son de 49 por inundación y con las mismas vías afectadas de 132 metros.

Total de viviendas afectadas en 20 años con un incremento del cause del rio de 15 metros **97**



Viviendas y vía de acceso afectadas



## CONCLUSIÓN

En el territorio nacional la problemática de inundaciones suele ser vista solo por números de personas, terrenos y viviendas afectadas, sin embargo, hay que tener en cuenta que el desbordamiento de los ríos por sucesos naturales se desprende del cambio climático por lo tanto los estudios siempre serán nuevos cada periodo del año.

Se cumplió con el objetivo de investigar el sector de riesgo con la ayuda de las SIG.

Es importante seguir involucrando a los entes de autoridad para minimizar los riesgos en los puntos críticos por amenaza de inundaciones.

Se debe seguir un plan de descolmatación y limpieza en las zonas de riesgo con un periodo no mayor a un año.

Campañas para respetar las normas sobre la ronda hídrica.

## Bibliografía

Andrés Felipe Gonzales, A. H. (2017). *Diagnostico preliminar del estado actual de la Cuenca Alta del río Tuluá*. Obtenido de [http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35545/DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20DEL%20ESTADO%20ACTUAL%20DE%20LA%20CUENCA%20ALTA%20DEL%20R%20C3%208DO%20TULUA%20C%20ZONAS%20PLACER\\_MESA%20DEL%20R%20C3%208DO%20LORO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35545/DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20DEL%20ESTADO%20ACTUAL%20DE%20LA%20CUENCA%20ALTA%20DEL%20R%20C3%208DO%20TULUA%20C%20ZONAS%20PLACER_MESA%20DEL%20R%20C3%208DO%20LORO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sandoval, J. C. (2015). *plan de gestion de riesgos*. Obtenido de [https://tulua.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/PLAN\\_DE\\_GESTION\\_DEL\\_RIESGO.pdf](https://tulua.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/PLAN_DE_GESTION_DEL_RIESGO.pdf)

Sandoval, J. C. (2015). *Plan de Gestion del Riesgo*. Obtenido de [https://tulua.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/PLAN\\_DE\\_GESTION\\_DEL\\_RIESGO.pdf](https://tulua.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/PLAN_DE_GESTION_DEL_RIESGO.pdf)