

Análisis multicriterio mediante Sistemas de Información Geográfica (S.I.G) para el ordenamiento agroambiental en el municipio de Barranca de Upía, departamento del Meta.

Diana Marcela Robles Rodriguez dmroblesr@unadvirtual.edu.co

Yineth Andrea Fonseca Obregón yafonsecao@unadvirtual.edu.co

Yenifer Paola Duran jpduran0@unadvirtual.edu.co

Luis Ferney Duarte Tibaduiza lfduartet@unadvirtual.edu.co

Evangelina Parra Pérez evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

El cambio climático representa una amenaza latente para los municipios de Colombia. Las fuertes y constantes lluvias en el país han causado, en gran medida, daños irreparables en varios sectores, afectando innumerables familias por pérdidas en sus cultivos, viviendas, daños en las vías y hasta pérdida de la biodiversidad, por inundaciones o deslizamientos. Es por esta razón, que el uso de sistemas de información geográficas SIG nos permite, analizar a través de la integración de múltiples datos la incidencia de las temporadas climáticas más fuertes en la zona de estudio. Lo cual se convierten en herramientas de suma importancia para tomar decisiones que mitiguen los daños causados por las mismas.

El objetivo de este estudio es evaluar el nivel de riesgo que existe para el municipio de Barranca de Upía, Meta, mediante la aplicación de un análisis multicriterio y modelado agroambiental que permita a los tomadores de decisiones planificar y gestionar mejor el municipio. Para esta evaluación, se analizaron 5 mapas diferentes, reclasificándolos para obtener un mapa cartográfico, en el cual se muestra que un 15% del municipio tiene un muy alto riesgo de inundación. Este tipo de información es clave para que los responsables de tomar decisiones identifiquen y establezcan prioridades que minimicen los impactos negativos que se dan por estos fenómenos ambientales.

Palabras claves: Agroambiental, análisis, inundación, modelación, multicriterio, SIG.

Introducción

Barranca de Upía es un municipio que se encuentra ubicado en la parte norte del departamento del Meta. Donde se presenta un territorio influenciado por distintos factores entre los que predominan los agroambientales, hidrológicos y uso de suelo. Lo cual ha generado la necesidad de planificación y enfoque por parte del sistema de gestión integral (SGI), el cual se ha consolidado por abordar los diferentes desafíos que se enfrentan en este territorio, principalmente los riesgos por inundación, lo cual es muy recurrente en este municipio al encontrarse situado en la margen derecha del río Upía. Este río nace en la laguna de Tota y desemboca en el río Meta, lo cual ha hecho que sea uno de los más representativos de los Llanos Orientales, al recorrer los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Casanare y Meta (Instituto de Turismo del Meta, 2020).

Barranca de Upia, se conoce por ser un municipio que cuenta con diversidad geográfica y riqueza natural: Bosques, sabanas, piedemonte y fuentes hídricas. Este municipio esta conformado en la cabecera municipal por 6 barrios y en zona urbana por 25 veredas (Robles, 2025).

Desde su fundación en el año 1991, Barranca de Upía ha presentado alertas por fuertes lluvias y posterior aumento en el nivel del cauce del río, generando inundaciones en zonas aledañas y por ende pérdida total de cultivos agrícolas, pecuarios, impactos ambientales por perdida de fauna y flora, daños materiales en viviendas y perdida de vías terciarias afectando hasta 300 familias durante la época de invierno (González, 2018).

El riesgo por inundación es uno de los desafíos de mayor impacto social, económico y ambiental para el municipio. Siendo las veredas Las Moras y San Ignacio unas de las mas afectadas con nivel de riesgo muy alto debido al desbordamiento del rio Upia y Cabuyarito, mientras que la cabecera municipal se encuentra en riesgo alto debido a que el caudal del rio viene en dirección al casco urbano. Además, de que factores como la cobertura del suelo, pendientes bajas y geología, aumentan el nivel de riesgo de inundación en este municipio (Robles, 2025).

Entidades como CORMACARENA, IDEAM, UNGRD, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Hacienda, Gobernación del Meta y Alcaldía Municipal, han optado por tomar y fortalecer medidas de mitigación e intervenir mediante el estudio del comportamiento y posterior monitoreo de fuentes hídricas con riesgo medio, alto y muy alto de desbordamiento; campañas de concientización con la población que se encuentra en estas zonas de riesgo, construcción de obras de mitigación, actualización y fortalecimiento al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), permiso y control ambiental, actualización de planes de gestión de riesgo, creación de comités de seguimiento de normas urbanísticas, intervención de maquinaria amarilla, adecuación de albergues y centros logísticos, entrega de ayudas humanitarias y acompañamiento a la comunidad (SNGRD, 2023).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en este artículo, se tiene como objetivo representar el enfoque metodológico aplicado para este municipio mediante la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten adquirir y preparar datos de origen geoespacial, así como explorar y analizar operaciones geoespaciales y de modelación agroambiental. Mediante la realización de geoprosos orientados a evaluar el nivel de riesgo de inundación en el municipio de Barranca de Upía.

Objetivos

Objetivo General

Analizar multicriterios mediante sistemas de información geográfica S.I.G para el Ordenamiento Agroambiental en el Municipio de Barranca de Upía, departamento del Meta.

Objetivos específicos

Procesar información geoespacial relevante del municipio de Barranca de Upía, relacionada con factores agroambientales, hidrológicos del uso del suelo.

Evaluar el nivel de riesgo en el municipio de Barranca de Upía, Meta, mediante la aplicación de un enfoque metodológico basado en Sistemas de Información Geográfica.

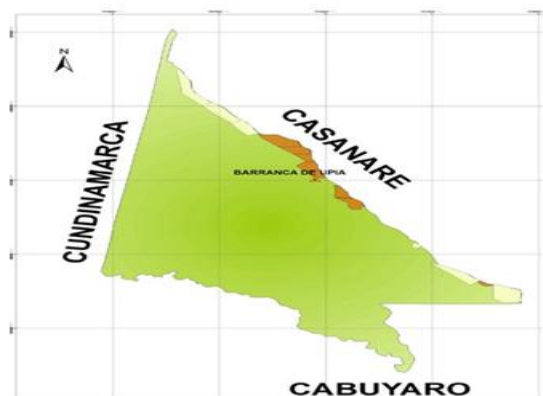
Proponer estrategias de mitigación y adaptación basadas en los resultados del análisis SIG, que contribuyan a fortalecer el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los planes de gestión del riesgo implementados por las autoridades competentes.

Identificación del caso de estudio

Barranca de Upía es un municipio colombiano ubicado al norte del departamento del Meta, en la región de los Llanos Orientales. Su posición geográfica, en la margen derecha del río Upía, un afluente importante que nace en la laguna de Tota y desemboca en el río Meta, lo convierte en una zona vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos, especialmente las inundaciones recurrentes durante las temporadas de lluvias intensas (Instituto de Turismo del Meta, 2020).

Figura 1.

Municipio de Barranca de Upía, Meta.



Fuente: Infografía ficha municipal de Barranca de Upía (2021).

El municipio presenta una topografía variable que ha sido evaluada mediante modelos de elevación digital (DEM), ráster de pendientes y análisis de distancias desde drenajes naturales, permitiendo identificar áreas con alta acumulación de flujo. La cobertura de suelos, junto con las características del relieve, influye directamente en el comportamiento del escurrimiento superficial.

Desde el punto de vista climático, Barranca de Upía cuenta con una alta pluviosidad anual, típica de la región Orinoquia. Para el presente análisis se trabajó con datos de precipitaciones mensuales, utilizando una extracción por máscara del mes con mayor registro de lluvias en el área de estudio, lo cual permitió reclasificar los valores y ajustar simbologías en función del nivel de riesgo de inundación (Fase 4 - Diana Robles, 2025).

Este caso de estudio se abordó a través de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), aplicando análisis multicriterio y técnicas de geoprocamiento, tales como la suma ponderada de capas ráster (pendiente, precipitación, cobertura de suelos, DEM y distancia a drenajes), para determinar las zonas de mayor susceptibilidad ante eventos de inundación.

El municipio de Barranca de Upia presenta vulnerabilidad significativa a eventos por inundación, tal como se observa en el mapa de riesgo (Figura 9). Esta situación se presenta debido a factores como los sistemas hídricos, la geografía y ubicación de asentamientos humanos construidos en zonas con las distintas amenazas. La cabecera municipal, sin duda alguna, se encuentra entre las zonas con mayor exposición a inundaciones urbanas, al estar construida cerca de la zona de drenaje natural. Esto que implica que, ante crecientes súbitas del río Upia y deficiencia en el sistema de alcantarillado, se ubiquen en el nivel de riesgo muy alto (Robles, 2025).

En cuanto a la zona rural, veredas como: Mesa Redonda, Sierra morena, Aguas claras, El Jujuaro, Libertad Alta, entre otras ubicadas en la zona norte y occidente del municipio, presenten nivel muy alto y alto por riesgo de inundación ocasionado por afluentes como el río Upia, Cabuyarito y caños como Aguas Claras, Carutal y El Jujuaro. Por otra parte, las veredas ubicadas en la parte sur y oriental del municipio se ubican en áreas de riesgo de clasificación muy bajo, bajo o medio, debido a que se localizan en zonas lejanas a los ríos o en caños que presentan menor riesgo de aumento en su causal (Robles, 2025).

Metodología

De acuerdo con Sosa *et al.*, (2023) los SIG son herramientas potentes para recopilar, almacenar y gestionar datos espaciales mediante mapas. Sus métodos y herramientas se han utilizado ampliamente en planificación, para la asignación de recursos, en particular agrícolas, así como en aplicaciones de ingeniería, gestión de sistemas de transporte, entre otros. Esta herramienta permite gestionar gran cantidad de datos e información, siendo usada tanto en el sector público como el privado. No obstante, Sepúlveda (2021) indica que la implementación de herramientas SIG permite mejorar la manera en que se maneja los procesos de planeación y

control territorial en Colombia, permitiendo desde distintos enfoques multidisciplinarios, resolver conflictos espaciales, territoriales y ambientales, además de contribuir en la conservación del territorio haciendo que sea un instrumento de apoyo para la toma de decisiones.

Este tipo de herramientas permiten modelar y realizar el análisis de las zonas de riesgo presentes en el municipio de Barranca de Upía, lo cual brinda información para poder tomar decisiones en el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo. Para este artículo, se utilizó un análisis multicriterio, el cual permite evaluar varios criterios proporcionando una visión holística e integrada de los factores que contribuyen al riesgo de inundación en una zona determinada. Los criterios considerados incluyen el uso y la cobertura del suelo, la capacidad de drenaje de la región y la pendiente del terreno (Oliveira, 2025).

A continuación se explicará el modelado usado para determinar el riesgo de inundación en el municipio.

Configuración de coordenadas

Para el modelado se utilizó el software ArcGIS Pro 3.4.0 2024, inicialmente se realizó la unificación de coordenadas de acuerdo con lo establecido por el IGAC en su resolución No. 471 de 2020, esta se plantea para facilitar la integración de una sola base de datos en coordenadas planas. Las coordenadas georreferenciadas están bajo el formato Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS CMT12

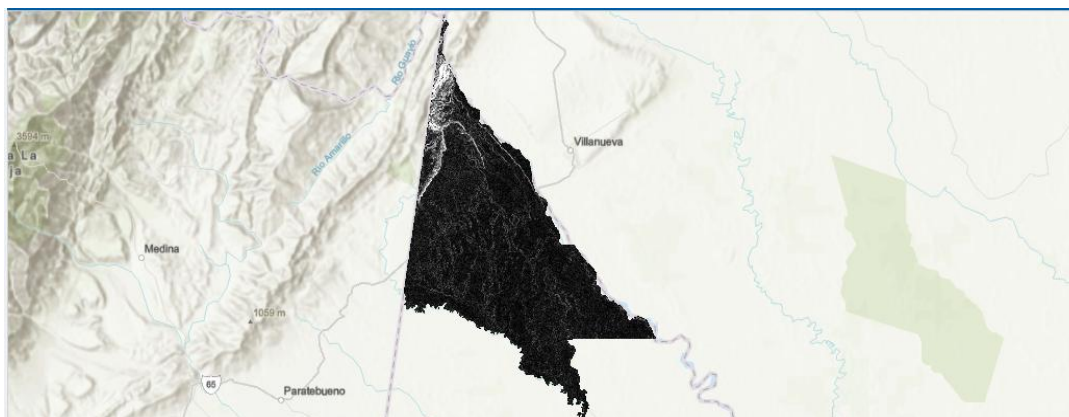
Edición formato ráster

Para tener una imagen con mayor detalle se realizó una edición del formato ráster del modelo de elevación digital del departamento y el municipio. Una vez seleccionado el municipio se realizó la exportación de este y se guardó en formato shapefile para poder ser usado en el análisis multicriterio.

Como resultado se observa en el siguiente mapa la delimitación de área del municipio de Barranca de Upía con las pendientes obtenidas mediante la herramienta curvas de nivel que nos permitió conectar los valores similares y representarlos en la superficie (Figura 2).

Figura 2.

Modelo de elevación digital DEM, ráster de pendientes del municipio y archivo vectorial del municipio.



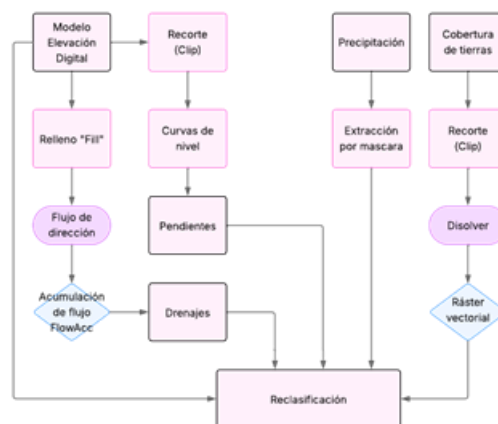
Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Análisis multicriterio

Teniendo listas las capas de coberturas del Modelo de Elevación Digital DEM, Pendientes, Drenajes, Precipitación y cobertura de suelo, se procedió a realizar el análisis multicriterio (Figura 3).

Figura 3.

Paso a paso del procesamiento de información geográfica.

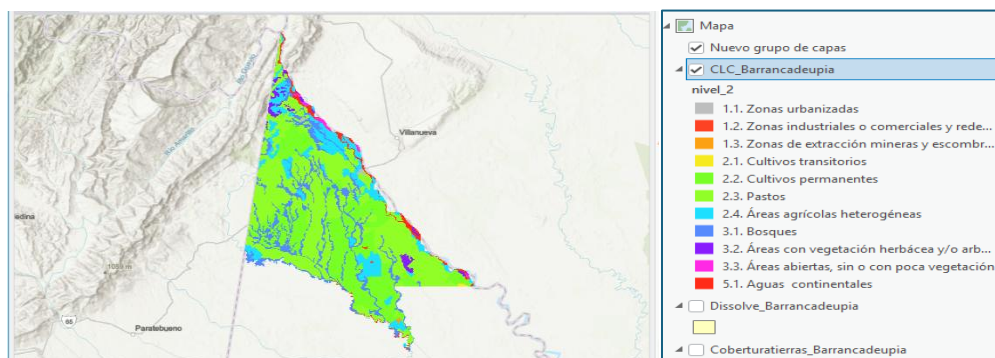


Fuente: Elaboración propia

Inicialmente, se delimito la capa de cobertura de suelo del municipio utilizando la herramienta de Recorte. Para simplificar la cantidad de datos presentes en la capa se usó la herramienta Dissolver. Para finalizar, se transforma esta capa en una capa ráster mediante la herramienta de Polígono a ráster, la cual será utilizada más adelante para la reclasificación de las coberturas del municipio. De esta manera, se obtiene la (Figura 4), donde se identifican las coberturas del municipio de Barranca de Upía con su respectiva gama de colores.

Figura 4

Capa de coberturas formato ráster.



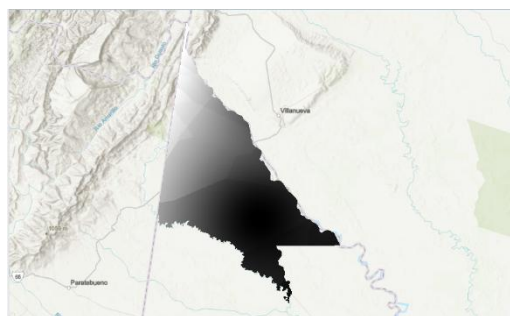
Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Al obtenerse la respectiva capa de precipitación de todos los departamentos de Colombia, se procede a realizar la extracción por máscara, primero para el departamento del Meta y luego nuevamente para el municipio de Barranca de Upía. En esta imagen se observa un área de color negro que representa la aplicación de la máscara sobre la capa ráster de precipitaciones, mientras el color degradado, que va de blanco a negro, indica la elevación y densidad (Figura 5a). En la siguiente imagen, se representa el uso de la herramienta “Relleno”, la cual es utilizada para rellenar los espacios vacíos y darles un valor de 0. Luego, se procedió a calcular la dirección del flujo del agua, para finalizar calculando la acumulación del flujo del agua en el municipio.

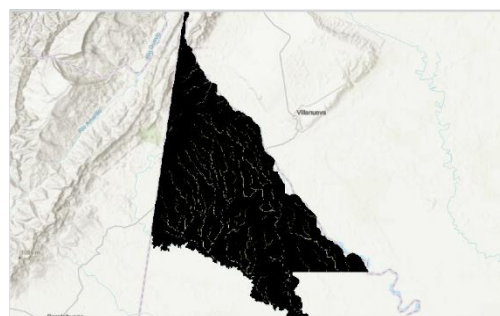
Con esta capa final, se reclasifico la capa ráster para trabajar con los principales drenajes del municipio, que son los que representan peligro para el municipio. Como resultado, se obtuvo el mapa donde resaltan líneas que representan los drenajes, como ríos y corrientes de agua (Figura 5b).

Figura 5.

(a) Extracción por máscara. (b) Reclasificación del ráster de acumulación de flujo.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Modelado de riesgo por inundación

Para poder generar el mapa del riesgo de inundación, se realizó la reclasificación del modelo de elevación digital, el ráster de pendientes, el ráster de precipitaciones del municipio, las

distancias de los drenajes, las coberturas de tierra. De esta forma, todas las capas quedan con una sola escala. Para las primeras 4 capas se usó la información de la Tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación cualitativa de riesgo

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota: Adaptado de “Guía de aprendizaje – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio” UNAD, 2025.

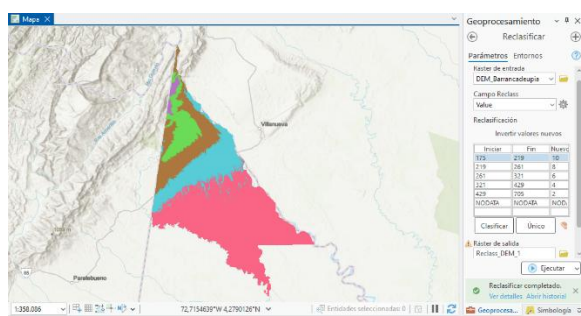
Se observa que los cuatro mapas reclasificados: Modelo de Elevación Digital (DEM) (Figura 6a), Ráster de Pendientes (Figura 6b), Ráster de Precipitaciones (Figura 6c) y Distancias de Drenaje (Figura 6d), nos determinaran el modelo por inundación. Por lo que cada mapa se evaluó según una escala cualitativa de riesgo que va desde 2 (riesgo muy bajo) hasta 10 (riesgo muy alto).

- En el DEM, las zonas moradas indican riesgo muy bajo, mientras que las zonas azules y rosadas muestran que son zonas con mayor vulnerabilidad a inundaciones.
- En cuanto a las pendientes, las zonas moradas representan riesgo muy alto debido a pendientes suaves, estas áreas suelen ser más propensas a la acumulación de agua y pueden ser más susceptibles a inundaciones, mientras que pendientes más altas indican menor riesgo de inundación, estas áreas están representadas en colores café, verde y azul oscuro.

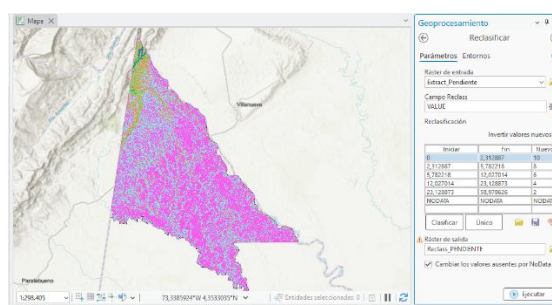
- El mapa de precipitaciones muestra que las zonas amarillas tienen alta acumulación de flujo debido al incremento significativo de lluvias durante el mes de mayo.
- Finalmente, el mapa de distancias de drenaje indica que las zonas rosadas y azules tienen riesgo alto debido a distancias reducidas a cuerpos de agua, lo que sugiere un riesgo significativo de inundación en el municipio, especialmente en áreas con pendientes bajas y poca distancia a drenajes. Las áreas más cercanas a cuerpo de aguas son más propensas a inundaciones las pendientes bajas y la proximidad al drenaje aumenta el riesgo.

Figura 6.

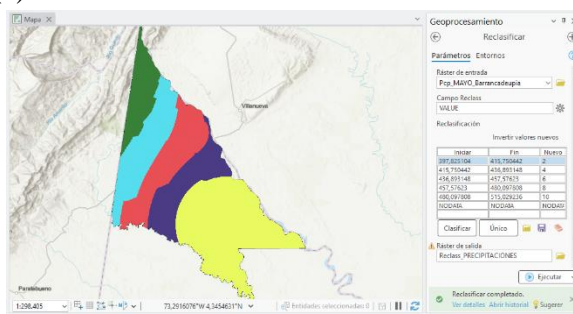
(a) Reclasificación DEM Barranca de Upía. (b) Reclasificación ráster de pendientes del municipio. (c) Reclasificación ráster de precipitaciones del municipio. (d) Reclasificación distancias de los drenajes del municipio.



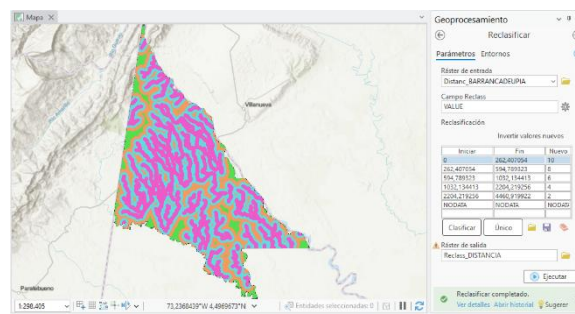
(a)



(b)



(c)



(d)

Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Se combinaron las capas reclasificadas, asignándole a cada una de ellas una importancia y peso diferente en el modelado de riesgo de inundación. Para este paso, se utilizó la información contenida en la tabla 2.

Tabla 2.

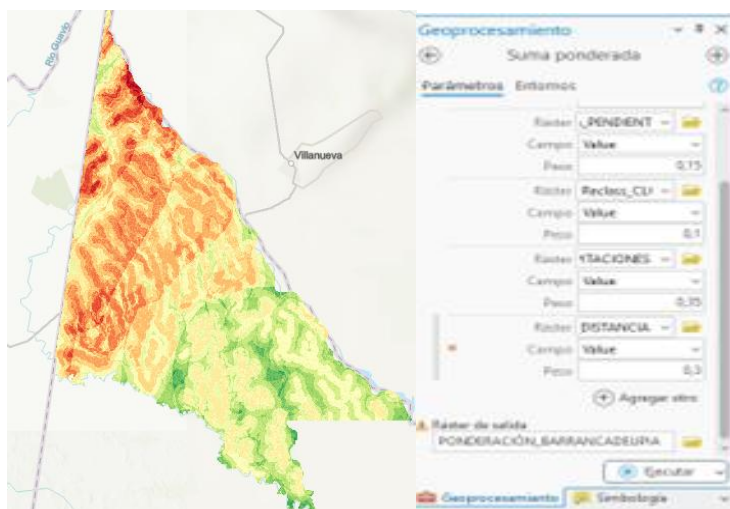
Porcentaje de influencia para factor riesgo de inundación

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30
Total	100%

Nota: Adaptado de “Guía de aprendizaje – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio” UNAD, 2025.

Figura 7.

Suma ponderada de las 5 capas.



Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Construcción del producto cartográfico

Se trabajó con la capa ráster obtenida de la suma ponderada para realizar el mapa cartográfico que indica las zonas en las cuales se representa mayor riesgo de inundación. Esta

capa se transformó vectorial con la herramienta “De ráster a polígono” con el fin de facilitar el análisis y el manejo de los datos. Luego, se editó la tabla de atributos para obtener y clasificar las clases de riesgos por inundación en el municipio de Barranca de Upía.

Consolidada la información, se generó el mapa que visualiza las zonas con mayor riesgo de inundación para el municipio de Barranca de Upía.

Resultados

La investigación sobre los riesgos por inundación en el municipio de Barranca de Upía, justificada por el análisis geoespacial obtenido en la realización de cada uno de los geoprocesos del paso 4 y paso 6, tuvo en cuenta la información sobre las variables de hidrología y uso del suelo. Esto nos permitió identificar y clasificar el nivel de riesgo del municipio en cinco clases: Riesgo muy bajo, riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto y riesgo muy alto. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos con su respectiva distribución.

Tabla 3.

Clasificación de riesgos y áreas afectadas en el municipio Barranca de Upía.

Gridcode	Class_riesgo	Área_ha
1	Riesgo muy bajo	37
2	Riesgo bajo	75,02
3	Riesgo medio	127,22
4	Riesgo alto	103,85
5	Riesgo muy alto	60,08

Nota: En la tabla 1, se presentan los valores correspondientes a la clase de riesgo y el área afectada en el municipio. Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

En cuanto a la distribución, la categoría de riesgo muy bajo representa la menor proporción, con 37 hectáreas, lo cual equivale al 9% del área de estudio. Esto significa, que una parte del municipio se encuentra en condiciones estables.

El riesgo bajo, representa 75,02 hectáreas, que equivalen al 19% del área del municipio, lo que significa que existe una baja posibilidad de inundación, pero aun así es necesario tener en cuenta en la respectiva planificación territorial para evitar que aumente la vulnerabilidad.

En cuanto a riesgo medio, podemos observar que equivale al mayor porcentaje del territorio (31%) para un total de 127,22 hectáreas, las cuales requieren de un constante monitoreo y plan de prevención, debido a que estas zonas pueden verse afectadas por lluvias torrenciales o crecidas súbitas de las fuentes hídricas.

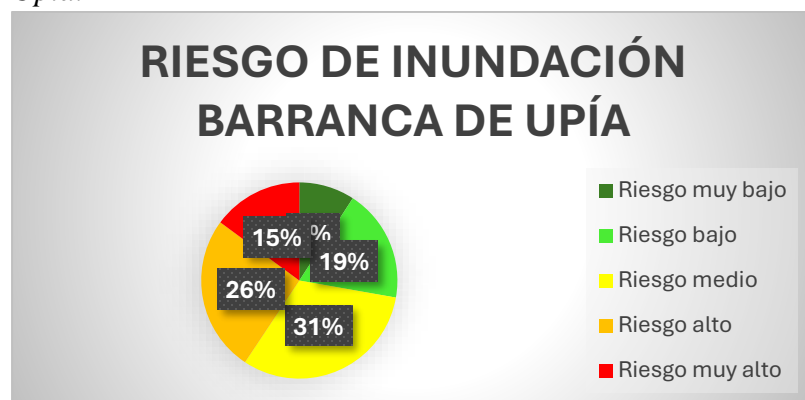
El riesgo alto comprende un área de 103,85 hectáreas, que representan el 26% del territorio y que a su vez tiene una probabilidad significativa de inundación, lo que conlleva a priorizar medidas de prevención para la época de precipitaciones.

Por último, el riesgo muy alto representa el 15% para un total de 60,08 hectáreas, lo que significa que estas áreas están ubicadas muy cerca del río Upía y zonas de baja altitud que las hacen más vulnerables ante posibles inundaciones y que necesitan de la total atención de las respectivas entidades y organismos de control.

A continuación, en la figura 8, se observa el gráfico circular con los respectivos valores.

Figura 8.

Porcentaje de área afectada según la clasificación de riesgos para el municipio de Barranca de Upía.

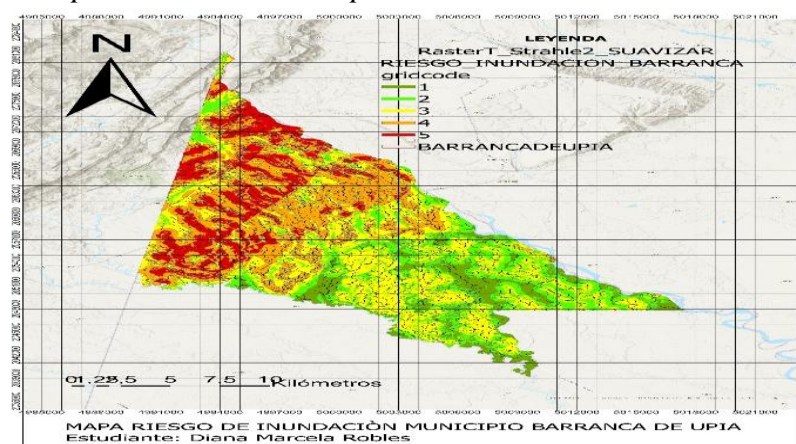


Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

En el mapa, se muestra el resultado obtenido tras la realización de cada paso en el programa de ArcGIS y posterior investigación sobre el municipio. En él se observan las áreas de estudio y clasificación de nivel de riesgo de posibles inundaciones, las cuales se categorizan desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto y que sirven como recurso de estudio para implementar medidas de prevención con el fin de minimizar los daños causados por inundaciones.

Figura 9.

Mapa de riesgo del municipio de Barranca de Upía



Fuente: Elaboración propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Conclusiones

Teniendo en cuenta la investigación realizada en el municipio de Barranca de Upía y basándonos en la división política, podemos concluir que las zonas que presentan riesgo muy alto de inundación son la vereda Las Moras, vereda San Ignacio, cabecera municipal conformada por seis barrios: Centro, Pueblo Nuevo, Libertad 1 y 2, El Prado y Ferias, al encontrarse situados en la margen derecha del río Upía. Mientras que las veredas como El Hijo, Pavitos, Mesa redonda, Sierra morena, Aguas claras, El Jujaro, Libertad Alta, Carutal y San Miguel presentan riesgo alto y muy alto por su cercanía al río Upía y Cabuyarito. En cuanto a la vereda Guayabal y

Guaicaramo, El Central, Palomas, Los Alpes y Totuma, se clasifican en riesgo medio, riesgo bajo y riesgo muy bajo al encontrarse en un área lejana al río Upía y otras fuentes hídricas de mayor impacto.

En función de los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que el municipio de Barranca de Upía presenta un riesgo de inundación variable, influenciado por fenómenos climáticos globales y regionales que afectan los patrones de precipitación y la oferta hídrica. La aplicación de un enfoque de análisis multicriterio mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió identificar y clasificar el nivel de riesgo de inundación en el municipio de manera efectiva.

Los resultados muestran que la categoría de riesgo medio es la que presenta la mayor proporción del territorio, con un 31% del área total, lo que sugiere que una parte significativa del municipio requiere medidas de prevención y mitigación para reducir la vulnerabilidad ante eventos de inundación, sobre todo en el mes que se tomó como referencia de altas precipitaciones que fue el mes de mayo. La influencia de fenómenos climáticos, la variabilidad climática y la oferta hídrica también fue evidente, lo que destaca la importancia de considerar estos factores en la planificación y gestión del territorio.

La metodología empleada en este estudio demostró ser idónea y pertinente para evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Barranca de Upía, ya que permitió integrar diferentes variables y obtener resultados veraces y concretos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos son específicos del área de estudio pueden variar si se modifican las condiciones climáticas o territoriales.

En resumen, este estudio aporta conocimientos valiosos sobre el riesgo de inundación en el municipio de Barranca de Upía y destaca la importancia de considerar la variabilidad climática y la influencia de fenómenos climáticos globales y regionales en la planificación y gestión del

territorio. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para informar decisiones sobre planificación y gestión del territorio, y para implementar medidas de adaptación y mitigación ante la variabilidad climática.

Recomendaciones

Desde un enfoque tecnológico y profesional enfocado en la gestión ambiental y el análisis geoespacial, se plantean las siguientes recomendaciones para fortalecer el ordenamiento agroambiental del territorio en el municipio de Barranca de Upía:

- Fortalecimiento del monitoreo hidrometeorológico mediante sensores remotos y estaciones automáticas:

Implementar y mantener una red de estaciones meteorológicas automáticas en puntos estratégicos del municipio, que permitan un monitoreo continuo de variables como precipitación, caudal, temperatura y humedad del suelo. Esta información en tiempo real es clave para activar alertas tempranas ante riesgos de inundación y para sustentar decisiones de ordenamiento territorial.

- Actualización periódica del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) con base en análisis SIG:

Se recomienda incorporar los resultados de los análisis multicriterio realizados en entornos GIS (como mapas de riesgo por inundación, uso del suelo y pendientes) para orientar el desarrollo urbano y rural. Esto permitirá establecer zonas no aptas para asentamientos humanos o actividades agrícolas, priorizando áreas seguras y ambientalmente sostenibles.

- Fomento de prácticas agroambientales resilientes:

Promover entre los productores locales el uso de técnicas agrícolas adaptadas al riesgo climático, como la agroforestería, el manejo eficiente del agua, cultivos resistentes a inundaciones y la

rotación de cultivos. Estas prácticas reducen la vulnerabilidad del sector productivo y contribuyen a la sostenibilidad del territorio.

- Implementación de infraestructura verde para la mitigación del riesgo:

Diseñar e implementar obras de bioingeniería y sistemas naturales de amortiguamiento como franjas de vegetación ribereña, humedales artificiales y barreras vivas, que ayuden a contener desbordamientos, estabilizar los suelos y conservar la biodiversidad en las áreas de mayor riesgo.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Barranca de Upía (2024). Fortalecimiento de los procesos de gestión del riesgo y prevención de desastres en el municipio de barranca de Upía.

<https://barrancadeupiameta.micolombiadigital.gov.co/proyectos-en-ejecucion/fortalecimiento-de-los-procesos-de-gestion-del-riesgo-809397>

Camargo, S. & Ferrero, I. (1987). Resultados preliminares de una prospección en el pie de monte llanero, departamento del Meta. *Maguaré*, (5), 4.

Ceballos., & Pulido, W. (2018). La gobernanza del riesgo de desastres en el departamento del Meta.

García, C. (1996). Áreas de aplicación medio ambiental de los SIG. Modelación y avances recientes. *Papeles de geografía*, 101-115.

García, A. (2021). Apoyo técnico administrativo en los proyectos de gestión de riesgo que se realizan en el departamento del Meta. <https://repository.ucc.edu.co/items/cbfc1d4e-bf6a-4ee7-9bea-d7aed857fe83>

González, A. (2018). *Ordenamiento territorial: herramientas para el seguimiento de la gestión. Estudio de caso en Barranca Upía, Meta.*

<https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10002>

Gonzales, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://www.redalyc.org/pdf/750/75050806.pdf>

Gonzales, M. (2013). Aplicación de los SIG para identificación y modelación de áreas de aptitud agrícola del lote del uvo, ubicado en el municipio de Popayán, Cauca. Obtenido de repository unad: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/56127>

Granados Ortiz, L. J. (2011). Estudio de factibilidad de obras de encauzamiento en el Río Meta. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/cfd796fd-394e-49c5-a117-b25951467442/content>

Hernández, N. (2020). Supervisión y acompañamiento de las actividades realizadas por la Unidad Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres (UDGRD) del Meta. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/626f5cb9-c3fd-4a28-af90-1d359550b548>

Instituto de Turismo del Meta. (2022). *Información general Barranca de Upía*. <https://www.turismometa.gov.co/el-meta/informacion-general/historia/item/250-barranca-de-up%C3%ADa.html>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, Resolución 471 de 2020, Bogotá D.C. Septiembre 2022.

<https://www.igac.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/normograma/resolucion-no-471-de-2020>

León, N. & Parra Estrada, J. (2017). Propuesta Proyecto Investigación (EPI) Evaluación Ambiental del Distrito de Riego del Río Humea en el Departamento del Meta Caso Municipio de Barranca de Upía. <https://repositorio.unillanos.edu.co/entities/publication/37f56259-2b42-44a5-8356-54e6c38f122a>

Niño, D. *et al.*, (2024). Estudio hidrológico comparativo sobre la cuenca del río Cabuyarito, localizada en los municipios de Cabuyaro, Barranca de Upía (Meta) y Paratebueno (Cundinamarca). <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/20aed80e-261d-47b6-9f78-f4577930371a/content>

Oliveira, F. (2025). Multi-Criteria Assessment of Flood Risk on Railroads Using a Machine Learning Approach: A Case Study of Railroads in Minas Gerais. *Infrastructures*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.3390/infrastructures10010012>

Pineda, L., & Suarez, J. (2014). Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos. *Revista Ingeniería Agrícola*, Vol. 4(3), pp. 28-32.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005>

Robles, D. (2025). Fase 4 - Análisis multicriterio para determinar zonas de riesgo por inundación.

Robles, D. (2025). Identificación de zonas de riesgo en el municipio de Barranca de Upia de acuerdo a la división política del municipio.

Sepúlveda, Fred. (2021). *Sistemas de información geográfica y ordenamiento territorial en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada.

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2023). *Plan departamental de gestión del riesgo de desastres 2023. Hagamos grande al Meta*.

https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2024/05/08/PDGRD_2023.pdf

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2024). Probabilidad alta de ocurrencia de deslizamiento de tierra en Barranca De Upía – Meta.

<https://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/alertas.aspx?id=264419>

Sosa-Franco, I. *et al.*. (2023). Method for Query Processing in a Geographic Information System. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(2), Epub 13 de marzo de 2023.

Recuperado en 21 de mayo de 2025, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542023000200008&lng=es&tlng=en.

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/CrVwFzcaMv4>