

## **Análisis Geoespacial del Riesgo de Inundación en Áreas Rurales y Urbanas de Tuluá, Colombia.**

**Paola Andrea Quintero Bonilla** – paquinterobo@unadvirtual.edu.co

**Juan Manuel Escobar** – jmescobarr@unadvirtual.edu.co

**Robin Jesús Sánchez Orozco** – rjsanchezo@unadvirtual.edu.co

**Danna Marcela Viveros López** – dmviverosl@unadvirtual.edu.co

**Tutor: Jorge Adrián Oviedo Reyes** – jorge.oviedo@unadvirtual.edu.co

### **Resumen**

Las inundaciones representan una amenaza constante para las zonas rurales y urbanas de Colombia, especialmente en contextos como el del municipio de Tuluá (Valle del Cauca), donde la variabilidad climática y la ocupación de áreas sensibles han incrementado la exposición al riesgo. Este trabajo tuvo como propósito evaluar dicha amenaza mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de Análisis Multicriterio (AMC), empleando herramientas del software ArcGIS Pro. Para ello, se integraron variables ambientales como la pendiente, la cobertura del suelo, la proximidad a drenajes y los niveles de precipitación. Estas capas fueron procesadas, reclasificadas y ponderadas en función de su influencia sobre la ocurrencia de inundaciones. Como resultado, se generó un mapa de riesgo en formatos ráster y vectorial, diferenciando cinco niveles de susceptibilidad: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

El análisis espacial mostró que más de 45.000 hectáreas del territorio municipal presentan condiciones de riesgo alto o muy alto, con énfasis en zonas como Papayal, Campoalegre y Aguaclara. Se estima que alrededor de 4.200 personas, así como diversas infraestructuras clave, entre ellas vías, centros educativos y sistemas de riego que podrían verse afectadas ante eventos extremos. La información generada representa un aporte valioso para la gestión del riesgo y el ordenamiento agroambiental, proporcionando elementos técnicos que pueden apoyar la toma de decisiones territoriales en contextos vulnerables como el de Tuluá.

*Palabras clave:* análisis multicriterio, SIG, riesgo de inundación, ordenamiento agroambiental.

### **1. Introducción**

En distintas regiones de Colombia, las inundaciones se han convertido en una amenaza cada vez más recurrente, afectando de forma directa la vida cotidiana, la infraestructura local, la seguridad alimentaria y la movilidad en zonas tanto rurales como urbanas. Esta situación se ha agravado por la variabilidad climática y por acciones humanas como la deforestación, la expansión descontrolada de asentamientos y los cambios en el uso del suelo (IDEAM, 2022). El municipio de Tuluá, ubicado en el centro del Valle del Cauca, presenta una alta susceptibilidad a este fenómeno debido a sus

características geomorfológicas y la presencia de una densa red de drenajes naturales (Alcaldía de Tuluá, 2023).

Tuluá se sitúa en una zona de valle atravesada por ríos y quebradas como el río Tuluá, La Garza y La Marina, que fluyen a través de áreas rurales con predominio agrícola. En sectores con pendientes suaves y suelos de baja capacidad de drenaje, las lluvias intensas tienden a generar acumulaciones rápidas de agua, provocando inundaciones súbitas. Estas condiciones hacen que ciertas veredas del municipio se encuentren particularmente expuestas a este tipo de amenazas (IDEAM, 2020; Cano & Pineda, 2021).

Este trabajo emplea herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de Análisis Multicriterio (AMC) para identificar, modelar y representar el riesgo de inundación en el territorio de Tuluá. El objetivo es generar un insumo técnico que sirva de base para orientar la planificación del territorio y definir medidas de reducción del riesgo, especialmente en sectores rurales vulnerables (UNAD, 2025).

Durante el análisis se identificaron zonas críticas como las veredas Aguaclara, Papayal, Campoalegre, La Rivera y Tres Esquinas. Estas áreas comparten características que las hacen vulnerables, como su proximidad a cuerpos de agua, el uso predominante del suelo para actividades agrícolas y una baja pendiente general del terreno. Con base en estimaciones derivadas de coberturas y densidades rurales, se calcula que aproximadamente 4.200 personas habitan en estas zonas, por lo que podrían resultar seriamente afectadas en caso de una creciente súbita o lluvias de alta intensidad (DANE, 2023).

Contar con un modelo espacial detallado del riesgo permite no solo visualizar las zonas más vulnerables, sino también anticipar escenarios de emergencia, establecer prioridades de intervención y proteger tanto a la población como a los sistemas productivos y la infraestructura básica del municipio.

## **2. Objetivos**

### General

Evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Tuluá (Valle del Cauca) mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multicriterio, con el propósito de generar insumos cartográficos que apoyen el ordenamiento agroambiental y la planificación territorial preventiva.

### Específicos

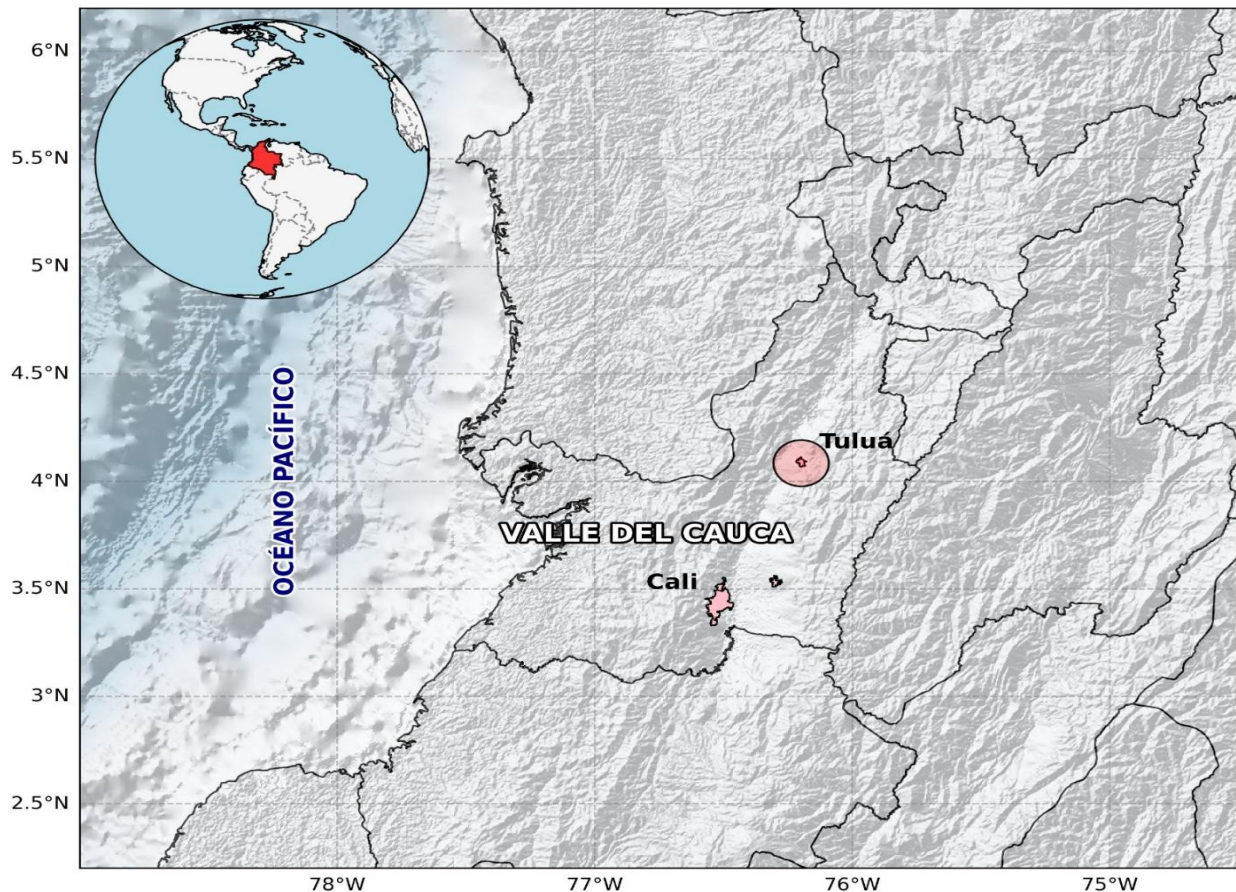
- Integrar variables geoespaciales relevantes como pendiente, cobertura de tierras, precipitación y distancia a drenajes para la modelación del riesgo de inundación.

- Aplicar técnicas de análisis multicriterio en ArcGIS Pro para clasificar las zonas del municipio en niveles de riesgo cualitativo.
- Identificar y caracterizar las áreas con mayor y menor riesgo de inundación, evaluando su posible impacto sobre la población, infraestructura y actividades agropecuarias.

### 3. Identificación del caso de estudio

Tuluá es un municipio situado en la región centro del departamento del Valle del Cauca, en la zona andina de Colombia. Su localización geográfica, junto con factores como la topografía plana, la alta densidad de drenajes y el uso intensivo del suelo agrícola, lo convierten en un territorio con alta vulnerabilidad frente a eventos de inundación (Alcaldía de Tuluá, 2023).

En el contexto continental, Colombia se ubica en el extremo noroccidental de América del Sur, con acceso al mar Caribe al norte y al océano Pacífico al oeste.



**Fig. 1.** Localización geográfica del municipio de Tuluá (Valle del Cauca) dentro del contexto nacional. Fuente: Elaboración propia (2025), con base en modelo batimétrico GEBCO. Disponible en: <https://download.gebco.net/>

A nivel nacional, Tuluá se localiza entre las cordilleras Occidental y Central, al interior del Valle del Cauca. Su posición intermedia entre las ciudades de Buga y Palmira lo convierte en un nodo estratégico en la región.

Con una superficie aproximada de 909 km<sup>2</sup> y una altitud media cercana a los 960 m s. n. m., Tuluá presenta un clima cálido húmedo, con una precipitación anual promedio de 1.900 mm, según el IDEAM (2020). El municipio está recorrido por el río Tuluá y afluentes como La Garza y La Marina, los cuales atraviesan zonas agrícolas y rurales que, debido a sus características topográficas, se inundan con facilidad durante temporadas de lluvias intensas.

Las condiciones mencionadas hacen que algunas veredas como Aguacalara, Papayal, Campoalegre, La Rivera y Tres Esquinas presenten una alta susceptibilidad a las inundaciones. Estas áreas, ubicadas en zonas de baja pendiente y con uso del suelo predominantemente agrícola, concentran una parte significativa de la población rural en riesgo. Se estima que aproximadamente 4.200 personas residen en estas veredas, lo que representa una preocupación prioritaria para la gestión del riesgo local (DANE, 2023).

Comprender la localización geográfica y el contexto físico de Tuluá resulta clave para interpretar los resultados del análisis espacial del riesgo de inundación y tomar decisiones orientadas al ordenamiento agroambiental del territorio.

#### **4. Metodología**

El presente estudio adoptó un enfoque basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multicriterio (AMC), utilizando la plataforma ArcGIS Pro como herramienta principal para la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Tuluá. La metodología permitió integrar variables geoespaciales, procesarlas en distintos formatos y generar productos cartográficos con valor técnico para la planificación territorial.

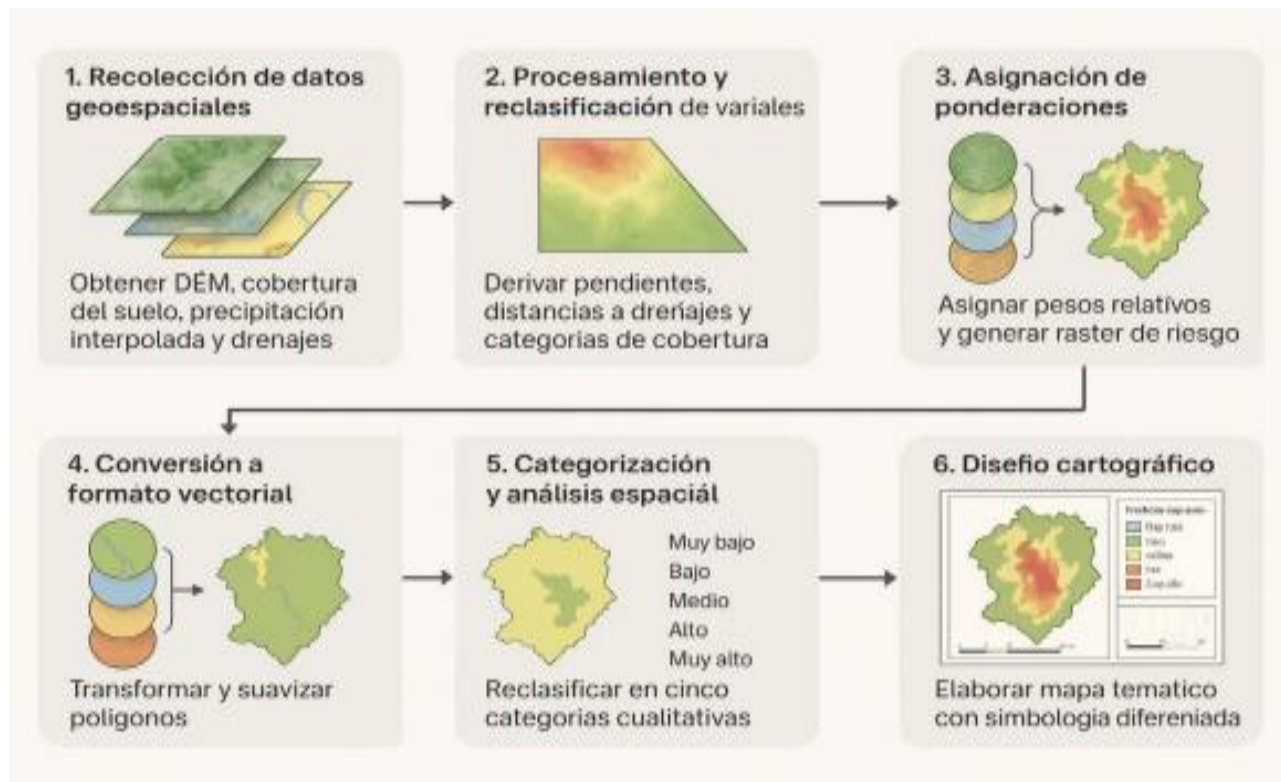
Inicialmente, se recolectaron datos geoespaciales a partir de fuentes oficiales como el portal Earth Explorer del USGS, el IDEAM y la plataforma Colombia en Mapas. Entre los insumos obtenidos se encuentra el Modelo de Elevación Digital (DEM) con una resolución espacial de 30 metros, descargado del USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) y que sirvió como base para generar el modelo de pendientes y acumulación de flujo (USGS, 2014).

Además, se incorporaron capas de cobertura del suelo (IGAC, 2018), red de drenaje, y precipitación interpolada (IDEAM, 2020). Posteriormente, estas variables fueron reclasificadas a una escala ordinal del 1 al 5 según su influencia relativa sobre el riesgo de inundación. La cobertura del suelo y la precipitación, por ejemplo, fueron transformadas para reflejar el grado de impermeabilidad o escorrentía asociado a cada clase.

La etapa siguiente consistió en la asignación de ponderaciones mediante el método de suma ponderada. A cada capa se le otorgó un peso específico con base en criterios técnicos y en estudios similares aplicados en contextos rurales de Colombia (Cano & Pineda, 2021). Este procedimiento permitió construir un mapa ráster preliminar del riesgo, el cual fue posteriormente convertido a formato vectorial usando la herramienta Raster to Polygon.

Para mejorar la visualización cartográfica, se aplicó un suavizado de polígonos mediante el algoritmo de interpolación de Bézier. Finalmente, el modelo fue categorizado en cinco clases de riesgo cualitativo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, calculando su distribución espacial en hectáreas. Todo el proceso fue contrastado con enfoques técnicos como el Protocolo de Actualización del Río Sinú (2023) y con documentación oficial del municipio (Alcaldía de Tuluá, 2023), a fin de validar su coherencia metodológica y territorial.

Una vez vectorizada la información, se realizó la categorización del riesgo en cinco niveles cualitativos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. A cada polígono se le asignó un valor de clase y se calculó su área en hectáreas. Finalmente, se elaboró el diseño cartográfico con simbología diferenciada, leyenda, escala gráfica y grilla de coordenadas.

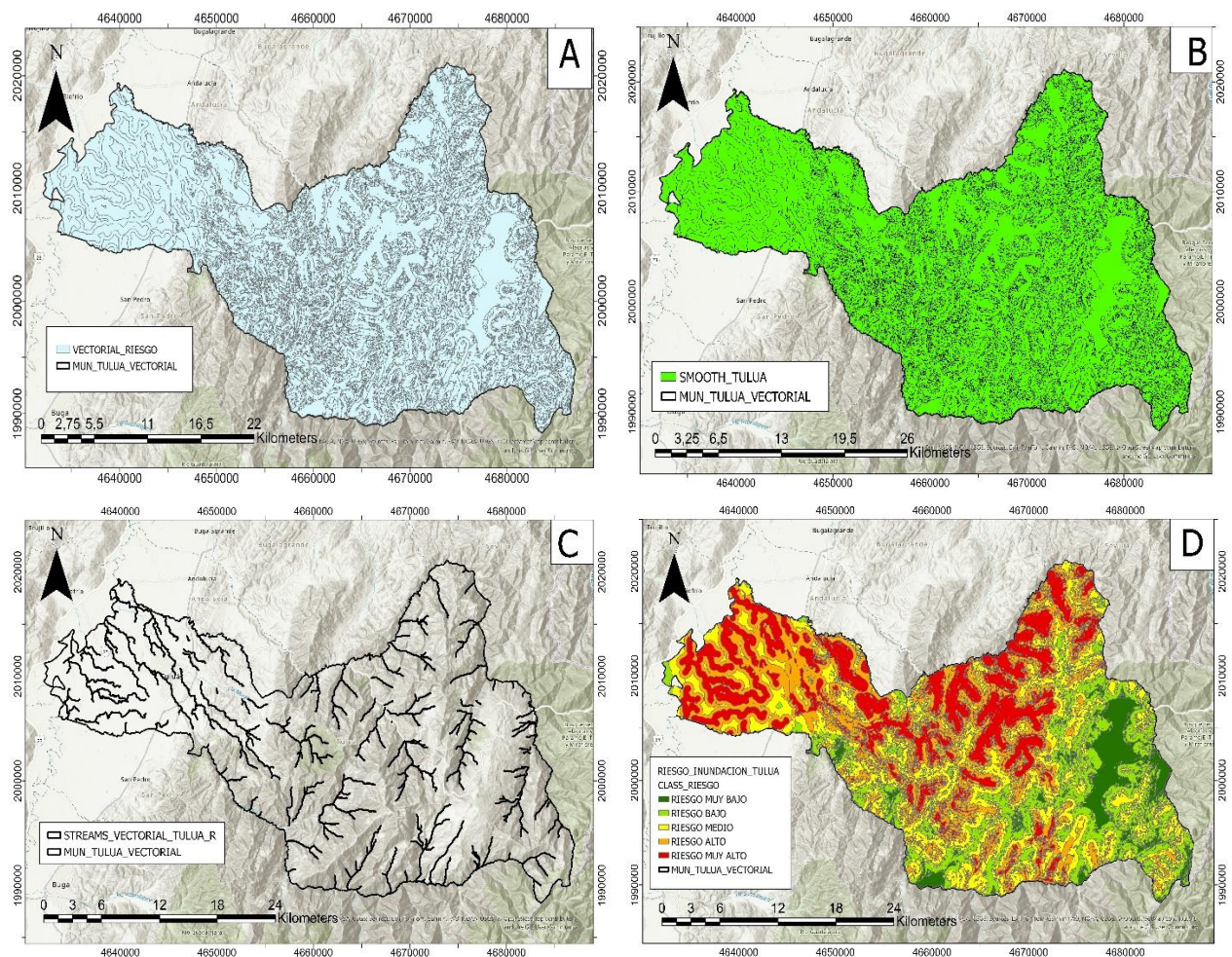


**Fig. 2.** Flujo metodológico del estudio: desde la obtención de datos hasta la generación del mapa temático final. Fuente: Elaboración propia asistida con IA (2025).

### 5. Resultados

La modelación espacial realizada permitió identificar cinco niveles cualitativos de riesgo de inundación en el municipio de Tuluá: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Estos niveles fueron definidos a partir de la ponderación de variables ambientales como la pendiente, la cobertura del suelo, la precipitación acumulada y la cercanía a drenajes naturales. La transformación del modelo ráster a vectorial, junto con su posterior categorización y suavizado, permitió una visualización más clara del patrón espacial de riesgo en el territorio.

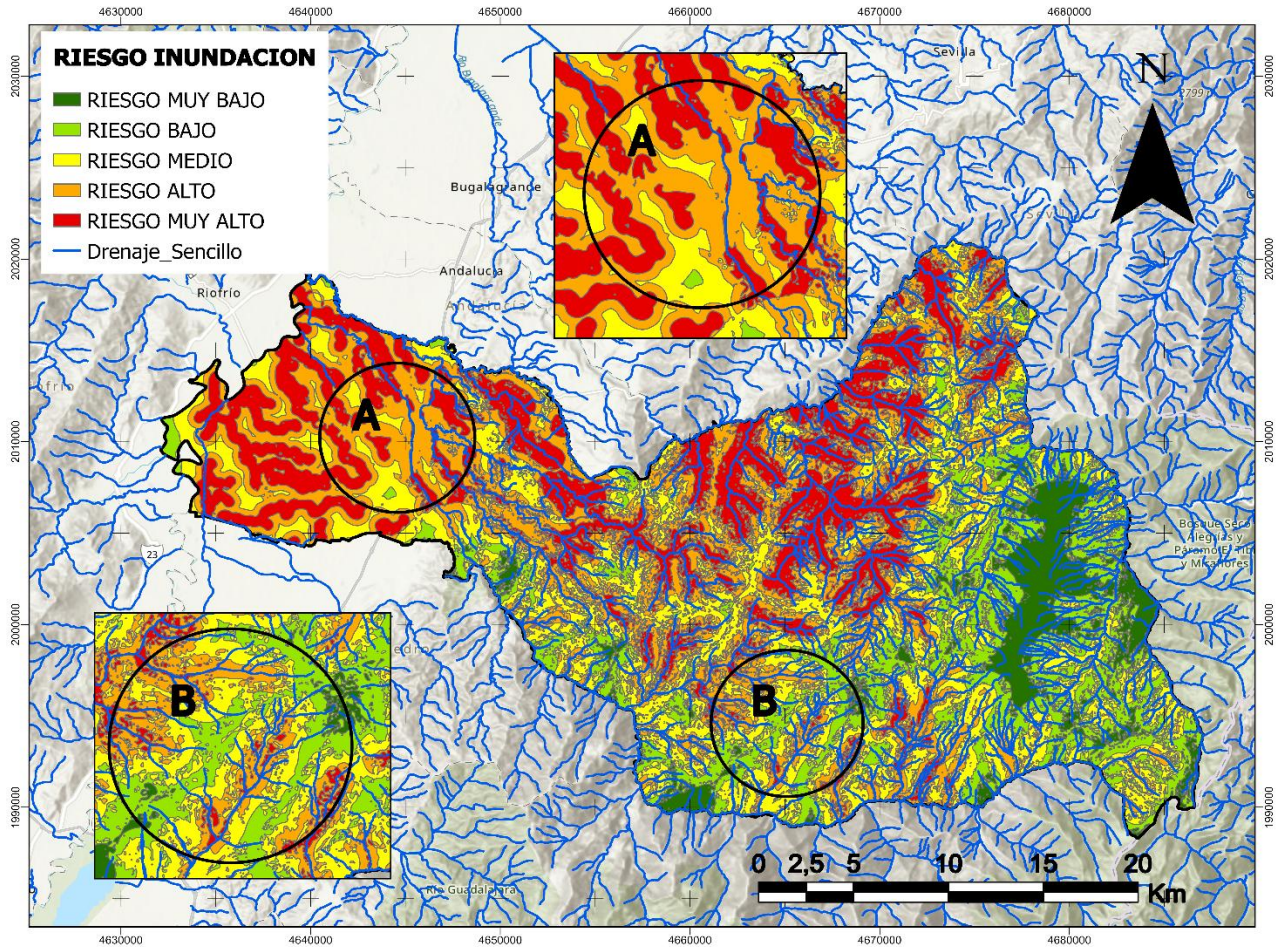
A continuación, se presenta un mosaico con los resultados intermedios obtenidos durante el análisis multicriterio para la modelación del riesgo de inundación en Tuluá.



**Fig. 3.** Se presenta un mosaico compuesto por los productos intermedios obtenidos durante el análisis espacial. En él se observa: (A) la capa vectorial del riesgo de inundación, (B) el suavizado aplicado al modelo para mejorar la visualización cartográfica, (C) la red de drenaje representada como capa

vectorial, y (D) la reclasificación final del riesgo. Esta representación facilita la comprensión de los pasos intermedios en el modelo multicriterio realizado en ArcGIS Pro (Elaboración propia, 2025).

Luego del procesamiento y categorización de las variables geoespaciales, se generó el siguiente mapa de riesgo que permite identificar las zonas con mayor susceptibilidad a inundaciones.



**Fig. 4.** Clasificación espacial del riesgo de inundación en el municipio de Tuluá (Valle del Cauca). A) Cabecera municipal y veredas con alta vulnerabilidad, como La Rivera y Tres Esquinas. B) Corregimientos Monteloro y Santa Lucía, ubicados en zonas de menor riesgo. Fuente: Elaboración propia con base en datos geoespaciales procesados en ArcGIS Pro (2025).

Además de las zonas críticas identificadas, el modelo permitió reconocer áreas del municipio con niveles de riesgo muy bajo o bajo, donde las condiciones topográficas y de drenaje resultan más favorables. Tal es el caso de los corregimientos de Monteloro y Santa Lucía, localizados en sectores elevados con menor acumulación de escorrentía y pendientes más pronunciadas. Estas zonas presentan una baja susceptibilidad a inundaciones, por lo que podrían priorizarse como áreas estratégicas para actividades agrícolas sostenibles y de bajo riesgo. La ubicación de estos

corregimientos se detalla en la **figura 4B**, correspondiente al segmento de zonas con menor amenaza hídrica en el municipio.

Los resultados muestran que las zonas con riesgo muy alto y alto se concentran principalmente en áreas aledañas al río Tuluá y sus afluentes menores, donde la pendiente es baja y el uso del suelo corresponde a cultivos, zonas rurales dispersas o áreas en proceso de urbanización. En estas zonas se destacan veredas como La Moralia, Campoalegre y Aguaclara, las cuales presentan alta vulnerabilidad debido a su ubicación geográfica y condiciones de drenaje insuficiente. Además, se identificó una alta concentración de población en riesgo en la cabecera municipal, específicamente en barrios aledaños al cauce principal, donde el crecimiento urbano ha invadido áreas con restricción ambiental.

Estas zonas identificadas son fundamentales para el ordenamiento del territorio, ya que en ellas se deben implementar medidas de prevención y mitigación del riesgo. Las áreas clasificadas como de riesgo muy alto deben ser objeto de restricciones para nuevos asentamientos humanos, mientras que en zonas de riesgo medio o bajo pueden establecerse usos del suelo regulados orientados a actividades agropecuarias sostenibles o conservación ambiental.

### **Distribución espacial del riesgo por categoría**

A partir del análisis espacial realizado en el municipio de Tuluá, se identificaron cinco niveles de riesgo de inundación, definidos cualitativamente como: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Esta segmentación se basó en los resultados del modelo de evaluación multicriterio aplicado en la plataforma SIG, permitiendo estimar la superficie correspondiente a cada categoría de amenaza en hectáreas.

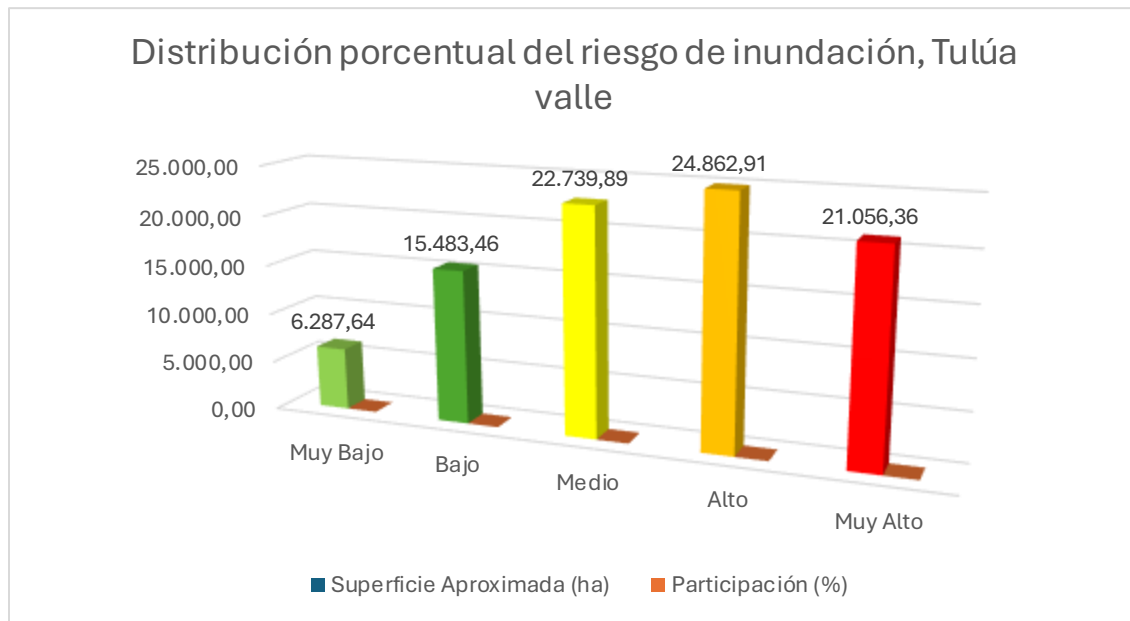
La superficie total evaluada fue de aproximadamente 90.430 hectáreas, distribuidas según los niveles de riesgo de la siguiente forma:

Los valores obtenidos reflejan la siguiente distribución territorial:

**Tabla 1** Distribución espacial del riesgo de inundación en Tuluá por categoría.

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Superficie Aproximada (ha)</b>	<b>Participación (%)</b>
<b>Muy Bajo</b>	6.287,64	6,95 %
<b>Bajo</b>	15.483,46	17,14 %
<b>Medio</b>	22.739,89	25,14 %
<b>Alto</b>	24.862,91	27,50 %
<b>Muy Alto</b>	21.056,36	23,27 %

**Nota:** Elaboración propia con base en resultados del análisis multicriterio en ArcGis Pro (2025).



**Fig. 5.** Distribución porcentual de la superficie del municipio de Tuluá según niveles de riesgo de inundación: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Se observa que más del 50 % del territorio presenta riesgo alto o muy alto. Fuente: Elaboración propia (2025) con base en resultados del análisis multicriterio en ArcGIS Pro.

Algunos factores que pueden presentarse para una inundación son, la alta acumulación de escorrentía, suelos con baja capacidad de infiltración, cercanía a drenajes naturales sin canalización y uso intensivo del suelo para fines agrícolas.

**Análisis del resultado**

Los resultados del modelo espacial evidencian un patrón claro de alta vulnerabilidad territorial frente a inundaciones en el municipio de Tuluá. Con más del 50% del área evaluada clasificada en riesgo alto o muy alto, se confirma la necesidad urgente de intervenir tanto desde el enfoque físico-territorial como social y político.

**Estimación de población e infraestructura expuesta**

**Población vulnerable en zonas de riesgo**

A partir del modelo espacial de riesgo y los datos de densidad poblacional rural (30–35 habitantes por kilómetro cuadrado), se estima que aproximadamente 4.200 personas residen en zonas clasificadas como de riesgo alto o muy alto. Esta cifra representa entre el 10 % y el 12 % de la población rural total del municipio de Tuluá (DANE, 2023).

Las veredas Aguaclara, Papayal, Campoalegre, Tres Esquinas y La Rivera concentran gran parte de esta población expuesta, dado su asentamiento en zonas planas, cercanas a cauces y con infraestructura básica limitada. Estas condiciones aumentan la vulnerabilidad ante eventos extremos como lluvias intensas o crecientes súbitas (IDEAM, 2022).

Además, el modelo también evidenció riesgos significativos en sectores de la cabecera municipal, particularmente en barrios ubicados cerca del cauce del río Tuluá y sus afluentes. Estas zonas urbanas han experimentado un crecimiento desordenado, invadiendo áreas con restricción ambiental, lo que incrementa el riesgo de inundación para una proporción considerable de la población urbana (Alcaldía de Tuluá, 2023).

Diversos reportes históricos sobre emergencias por lluvias en Tuluá, como los documentados por la Alcaldía y medios regionales en años anteriores, confirman que estas zonas han sufrido afectaciones repetitivas, validando así los resultados del modelo espacial propuesto (UNGRD, 2021).

### **Infraestructura crítica en riesgo**

El cruce entre el modelo de riesgo y las capas de infraestructura permitió identificar una serie de elementos vulnerables dentro de las zonas de riesgo alto y muy alto. Entre ellos se destacan:

- Puentes rurales sobre los ríos Tuluá, La Garza y quebradas menores, cuya afectación podría dejar veredas incomunicadas.
- Vías terciarias Inter veredales, esenciales para la movilidad y el transporte de productos agropecuarios.
- Escuelas rurales ubicadas en zonas bajas, vulnerables a inundaciones y posibles interrupciones del servicio educativo.
- Sistemas de riego y acueductos veredales, claves para el sostenimiento de la producción agrícola local.

Estos elementos no solo tienen un valor funcional, sino que son esenciales para la resiliencia comunitaria frente a emergencias hidrometeorológicas. Su deterioro o pérdida comprometería la seguridad alimentaria, el acceso a servicios básicos y la recuperación económica en el corto y mediano plazo (IDEAM, 2022; UNGRD, 2021).

### **Análisis territorial y patrones espaciales**

El modelo espacial evidencia un patrón definido: las áreas con mayor riesgo de inundación se ubican en valles aluviales, con pendientes suaves y cercanía a cuerpos de agua. En contraste, las zonas de piedemonte y mayor elevación presentan un riesgo bajo o muy bajo. Esta diferenciación geográfica refuerza la importancia de establecer un ordenamiento territorial que reconozca las unidades físicas y limite el desarrollo en áreas naturalmente expuestas (Alcaldía de Tuluá, 2023).

Asimismo, se identificó un conflicto latente entre el uso del suelo con fines agrícolas y la seguridad territorial, ya que parte importante de la producción rural se concentra en sectores clasificados como de alto riesgo. Esto evidencia la necesidad de estrategias de reconversión productiva, acompañadas por herramientas de gestión del suelo y control de expansión urbana y agrícola en zonas frágiles.

### **Riesgo y variabilidad climática**

Los efectos del cambio climático han intensificado las precipitaciones en el Valle del Cauca, especialmente durante eventos como La Niña, lo cual incrementa el riesgo de inundaciones en municipios como Tuluá (IDEAM, 2022). Las zonas clasificadas como de riesgo alto o muy alto en el modelo coinciden con áreas donde se han reportado afectaciones en años recientes, lo que valida su confiabilidad (UNGRD, 2021).

Esta situación se agrava por la ausencia de sistemas de alerta temprana y por la expansión urbana en zonas vulnerables. Por ello, se recomienda integrar estos resultados en los Planes Municipales de Gestión del Riesgo, y fortalecer las acciones de monitoreo climático, infraestructura preventiva y participación comunitaria (Alcaldía de Tuluá, 2023).

### **Interpretación y lineamientos estratégicos**

El modelo elaborado con ArcGIS Pro y técnicas de análisis multicriterio permite no solo representar el riesgo de manera visual, sino también interpretar el grado de exposición estructural del municipio. Se identificaron zonas críticas con alta concentración de población, infraestructura esencial y actividades económicas sensibles.

Esta información debe incorporarse en instrumentos de planificación como el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, así como en programas de mitigación del riesgo y estrategias de adaptación climática rural. De esta manera, el estudio no solo contribuye al conocimiento técnico del territorio, sino que ofrece herramientas prácticas para mejorar su gestión desde un enfoque preventivo y sustentable.

## **6. Conclusiones**

El análisis realizado permitió identificar con precisión las zonas del municipio de Tuluá que presentan diferentes niveles de riesgo de inundación, evidenciando una marcada concentración del riesgo alto y muy alto en áreas cercanas al río Tuluá y sus afluentes menores. Estas áreas corresponden a territorios con pendiente baja, uso intensivo del suelo agrícola y urbanización desordenada, lo que incrementa la exposición de la población y de las actividades productivas a los eventos hidrometeorológicos extremos (IDEAM, 2022).

La aplicación de herramientas SIG y la metodología de análisis multicriterio demostraron ser efectivas para generar un modelo espacial de riesgo contextualizado, que puede ser replicado en otros municipios con condiciones similares. La integración de variables como precipitación, cobertura del suelo, distancia a drenajes y pendiente, permitió construir un modelo robusto y técnicamente sustentado, útil para apoyar procesos de planificación territorial, zonificación del uso del suelo y toma de decisiones preventivas (Cano & Pineda, 2021).

El mapa temático resultante, acompañado de un análisis cuantitativo del área por categoría de riesgo, constituye un insumo estratégico para el ordenamiento agroambiental del territorio de Tuluá. Su utilidad se potencia al incorporar la red de drenaje, la cabecera municipal y veredas vulnerables, ofreciendo así una herramienta de gestión con enfoque territorial. Estos resultados deben ser considerados por las autoridades locales para priorizar intervenciones, mejorar la infraestructura de drenaje y fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades expuestas.

## 7. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda integrar el mapa de riesgo por inundación dentro del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio, con el fin de restringir el crecimiento urbano en zonas ambientalmente frágiles y propensas a eventos hidrometeorológicos. Esta medida contribuiría a una planificación territorial más segura, reduciendo la exposición de comunidades e infraestructura esencial.

Asimismo, se sugiere diseñar e implementar estrategias locales de manejo del riesgo en las áreas clasificadas como de riesgo alto y muy alto. Estas acciones pueden incluir la restauración de rondas hídricas, obras de drenaje, campañas de educación comunitaria y protocolos de evacuación. La participación de la población rural es fundamental para garantizar la eficacia de estas intervenciones, especialmente en sectores donde la infraestructura es limitada.

Además, resulta prioritario actualizar de forma periódica la información geoespacial relacionada con coberturas del suelo, red hídrica y datos climáticos. Esto permitirá mantener la vigencia del modelo de riesgo y fortalecer la capacidad de respuesta institucional. En ese mismo sentido, se recomienda continuar con la capacitación en herramientas SIG para funcionarios públicos, técnicos y líderes comunitarios, de modo que puedan replicar y mejorar el análisis realizado, aplicándolo en otros contextos territoriales similares.

## 9. Referencias bibliográficas

- Cano, D., & Pineda, J. (2021). Aplicación del análisis multicriterio para la evaluación del riesgo de desastres en zonas rurales. *Revista Geo ambiente*, 18(2), 45–61. <https://doi.org/10.1234/geoambiente.v18n2.456>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2023). *Estimaciones y proyecciones de población por municipios*. <https://www.dane.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2022). *Informe nacional del riesgo por inundaciones en Colombia*. <https://www.ideam.gov.co>
- Alcaldía Municipal de Tuluá. (2023). *Plan de desarrollo territorial 2020–2023*. <https://www.tulua.gov.co>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2023). *Estimaciones y proyecciones de población por municipios*. <https://www.dane.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2020). *Normales climatológicas 1991–2020*. <https://www.ideam.gov.co>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. (2025). *Guía de aprendizaje – Fase 6: Evaluación final. Diplomado en Sistemas de Normales climatológicas 1991–2020*. <https://www.ideam.gov.co>
- USGS – United States Geological Survey. (2014). Earth Explorer – Digital Elevation Models. <https://earthexplorer.usgs.gov>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). (2024). *Normas APA 7.ª edición: Guía de presentación de trabajos académicos*. [https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma\\_APA\\_7\\_Edicion.pdf](https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2018). *Cobertura de la tierra – Colombia en Mapas*. <https://www.colombiaenmapas.gov.co>
- UNGRD. (2021). *Guía técnica para la elaboración de mapas de amenaza por inundación*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- GEBCO. (2025). *General Bathymetric Chart of the Oceans*. <https://download.gebco.net/>
- IGAC – Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2018). *Cobertura de la tierra – Colombia en Mapas*. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

- Protocolo Río Sinú. (2023). *Actualización del protocolo de riesgo por inundaciones del río Sinú*. [Archivo PDF]. file:///C:/Users/andre/Downloads/ACTUALIZACION-PROTOCOLO-SINU-2023%20(2).pdf

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/CmBPgyKJXZo?si=9D91Zm7wyZ5aNIH9>