

Identificación del riesgo de inundación en el municipio de Tausa Cundinamarca a través de un análisis multicriterio integrado a un sistema de información geográfica

Ana Irene Duarte Cuevas [aiduarte@unadvirtual.edu.co](mailto:aiduarte@unadvirtual.edu.co)

Sandra Patricia Villamarín [spvillamarinri@unadvirtual.edu.co](mailto:spvillamarinri@unadvirtual.edu.co)

Donerys Esther Mayo Payres [Demayop@unadvirtual.edu.co](mailto:Demayop@unadvirtual.edu.co)

Miguel Ángel Rodríguez Acero - [marodriguezacer@unadvirtual.edu.co](mailto:marodriguezacer@unadvirtual.edu.co)

Tutor: "Alex Enrique Ordonez Hoyos" [alex.ordonez@unad.edu.co](mailto:alex.ordonez@unad.edu.co)

## RESUMEN

El estudio tiene como finalidad elaborar un mapa vectorial que mostrara las zonas con riesgo de inundación en el municipio de Tausa, Cundinamarca, con el fin de apoyar la planificación agroambiental. Para esto se aplicó un análisis multicriterio dentro de un SIG, integrando variables como la pendiente, el uso del suelo y la cercanía a las quebradas y fuentes hídricas del municipio. Gracias a esta combinación de factores fue posible clasificar el territorio en áreas de riesgo bajo, medio y alto.

Los resultados evidenciaron que las zonas más vulnerables se ubican principalmente en las áreas planas y próximas a los cuerpos de agua, donde las inundaciones pueden afectar viviendas, vías y actividades agrícolas. Por otro lado, los sectores más elevados o con mejor drenaje mostraron niveles de riesgo bajos. Este análisis espacial permitió comprender cómo se distribuyen los distintos niveles de riesgo en Tausa y cómo podrían influir en los ecosistemas y en la economía local.

Finalmente, esta información es clave para orientar acciones de mitigación, reducir la vulnerabilidad de la comunidad y apoyar estrategias de desarrollo sostenible en las zonas propensas a inundaciones del municipio.

## Abstract

This study aimed to develop a vector map identifying flood risk zones in the municipality of Tausa, Cundinamarca, to support agro-environmental planning. A multicriteria analysis was applied within a Geographic Information System (GIS), integrating variables such as slope, land use, and proximity to streams and water sources. Through this combination of factors, the territory was classified into areas of low, medium, and high risk. The results revealed that the most vulnerable zones are located mainly in flat areas near water bodies, where floods may affect housing, roads, and agricultural activities. Conversely, higher sectors with better drainage exhibited low risk levels. This spatial analysis provided insights into the distribution of flood risk across Tausa and its potential impacts on local ecosystems and the economy. Ultimately, the information generated is essential for guiding mitigation actions, reducing community vulnerability, and supporting sustainable development strategies in flood-prone areas of the municipality.

Palabras claves: Riesgo de inundación, Tusa, análisis multicriterio, SIG, planificación Ambiental, mitigación, zonas vulnerables.

## Introducción

Las inundaciones en Colombia constituyen uno de los eventos naturales más recurrentes y de mayor impacto socioambiental, afectando viviendas, infraestructura, actividades agrícolas y la estabilidad de los ecosistemas. Estas emergencias se originan por una combinación de factores climáticos —como las fuertes precipitaciones asociadas a fenómenos como La Niña— y procesos antrópicos, entre ellos la deforestación, el mal uso del suelo y la ocupación de áreas inundables. Ante esta realidad, el uso de herramientas de modelación espacial se ha vuelto fundamental, ya que permiten integrar variables físicas y ambientales, simular escenarios de riesgo y generar mapas precisos para apoyar la toma de decisiones en gestión territorial. (Bejarano Barreto et al., 2024).

La identificación y delimitación de zonas con riesgo de inundación es esencial para la planificación ambiental en municipios rurales como Tausa, Cundinamarca, donde las actividades agropecuarias dependen directamente de la estabilidad del entorno físico. Factores como la pendiente, el uso del suelo y la presencia de cuerpos hídricos incrementan la amenaza para comunidades, infraestructura y sistemas productivos locales. En este contexto, el presente trabajo aplica procesos geoespaciales en ArcGIS Pro —incluyendo la transformación de datos ráster a vectoriales, el suavizamiento de polígonos y la simplificación mediante disolución— con el fin de generar una representación cartográfica precisa del riesgo de inundación. Estos procedimientos mejoran la calidad visual y analítica de la información espacial, permiten clasificar el riesgo en categorías claras y ofrecen una base sólida para diseñar estrategias de mitigación. La elección de Tausa como área de estudio responde a la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo en un territorio rural altamente dependiente de sus recursos naturales, donde la recurrencia de inundaciones representa una amenaza directa para la seguridad de la población y la sostenibilidad de sus actividades económicas.

## Objetivo general

Generar un mapa de riesgo de inundación para el municipio de Tausa, Cundinamarca, mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en ArcGIS Pro, con el fin de apoyar la planificación territorial y la toma de decisiones agroambientales.

## Objetivos específicos

1. Transformar la información espacial mediante la conversión de datos ráster a vectoriales, el suavizamiento de polígonos y la disolución de entidades, con el propósito de mejorar la calidad cartográfica y la representación del riesgo de inundación en Tausa.
2. Clasificar el territorio municipal en categorías de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) integrando variables físicas y ambientales relevantes, como pendiente, uso del suelo y proximidad a cuerpos hídricos.
3. Analizar la distribución espacial del riesgo de inundación y evaluar su impacto potencial sobre las comunidades, la infraestructura y las actividades agropecuarias, generando insumos técnicos que orienten estrategias de mitigación y manejo sostenible del territorio.

## IDENTIFICACIÓN DEL CASO

El municipio de Tausa, Cundinamarca constituye un Caso de estudio relevante para el análisis de riesgo de inundación debido a sus características geográficas y climáticas que condicionan la vulnerabilidad territorial. Con una altitud promedio de 2.950 m s. n. m. y rangos que oscilan entre 2.001 y 3.786 m, el relieve montañoso favorece la acumulación de escorrentía en zonas bajas. (Fajardo Rojas & Fajardo Rojas, 2019) Su régimen de precipitación anual entre 1.000 y 1.500 mm, con picos en las temporadas de lluvia intensa influenciadas por fenómenos como La Niña, incrementa la probabilidad de eventos de inundación. (Cundinamarca & Carolina Cárdenas

*Rico Daniel Felipe Castro Gutiérrez, n.d.)* El municipio abarca una superficie de 201.6 km<sup>2</sup> y alberga cerca de 6.000 habitantes, principalmente en áreas rurales con fuerte dependencia agropecuaria, lo que aumenta la exposición de la población y de sus sistemas productivos a los impactos de las emergencias hídricas. (*Cañón-Murcia & Cañón-Murcia, 2021*) Estas cifras oficiales refuerzan la necesidad de aplicar metodologías de análisis espacial para identificar zonas críticas y orientar estrategias de mitigación y planificación territorial.

El municipio presenta características físicas y ambientales que lo hacen susceptible a eventos de inundación, especialmente en las zonas donde convergen quebradas, áreas planas de uso agrícola y sectores con suelos de alta retención hídrica. La presencia de microcuencas asociadas a afluentes locales, sumada a episodios climáticos intensos típicos de la región andina, incrementa la probabilidad de desbordamientos y afectaciones periódicas.

Las dinámicas productivas del municipio, centradas principalmente en la agricultura de clima frío y la ganadería, dependen de la estabilidad del territorio y pueden verse comprometidas por anegamientos temporales que deterioran los cultivos, limitan el acceso a predios y afectan la infraestructura rural. Adicionalmente, el crecimiento poblacional y la ocupación cercana a rondas hídricas representan un factor de riesgo que aumenta la vulnerabilidad social ante eventos extremos.

Debido a estas condiciones, surge la necesidad de analizar espacialmente el riesgo de inundación en Tausa, empleando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar variables como la pendiente, uso del suelo, redes hídricas y características geomorfológicas. La identificación del caso permite reconocer la importancia de generar información cartográfica actualizada que sirva como soporte para la gestión del riesgo, la planificación territorial y la formulación de estrategias preventivas que garanticen la seguridad de la comunidad y la sostenibilidad de las actividades agroambientales. (Vera Rodríguez et al., 2017a)

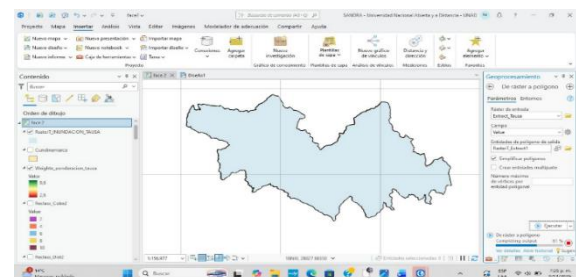


**Fuente:** Mapa de ubicación del municipio de Tausa, Cundinamarca, Colombia

## METOTOLOGIA

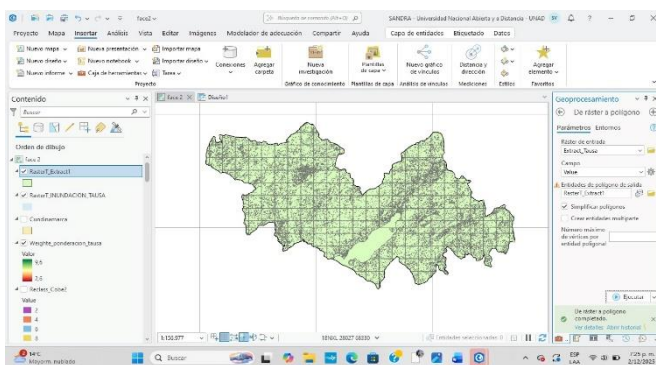
Para el desarrollo del presente análisis de riesgo utilizando herramientas de modelación espacial en ArcGIS Pro, el grupo colaborativo seleccionó como área de estudio el municipio de Tausa, Cundinamarca, uno de los territorios trabajados previamente en la fase 4 del proyecto. A partir de esta elección, se procederá a implementar una metodología estructurada que permitirá integrar información geográfica, variables ambientales y procedimientos técnicos orientados a la identificación, evaluación y representación cartográfica de los factores de riesgo presentes en el municipio.

Este proceso metodológico se organizará en pasos secuenciales, desde la configuración del proyecto en ArcGIS Pro hasta la generación de mapas temáticos y conclusiones, con el fin de garantizar un análisis preciso y aplicable a la gestión del riesgo en Tausa. (figura 1)



### **Figura 1: capa vectorial riesgo de inundación municipio de Tausa tomada de ArcGIS Pro**

En este paso se convierte el ráster de riesgo del municipio en una capa vectorial mediante *Raster to Polygon*, generando polígonos que representan zonas homogéneas de riesgo. El resultado muestra a Tausa cubierto por una malla de polígonos que mantienen el valor del ráster original, facilitando su lectura, el análisis espacial y el cálculo de áreas. Esta capa vectorial permite interpretar mejor la distribución del riesgo, realizar intersecciones con otras capas y servirá como base para los mapas y análisis posteriores dentro de la metodología. (figura 2)

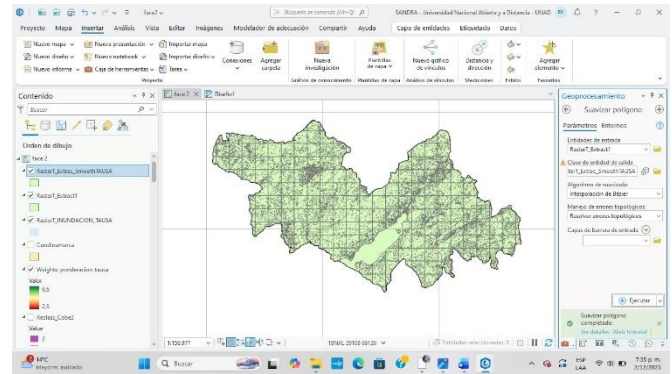


### **Figura 2: Conversión de la Capa Ráster a Formato Vectorial (Raster to Polygon)**

tomada de ArcGIS Pro

Suavizar líneas o polígonos (Smooth Line / Smooth Polygon)

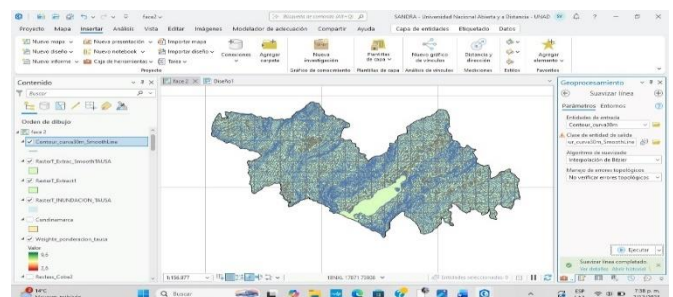
En esta etapa se aplicó el geoproceso de suavizado para eliminar los ángulos cerrados que quedaron después de convertir el ráster a vector. En la imagen se observa que la capa resultante (Contour\_curva30m\_SmoothLine) presenta líneas mucho más fluidas y continuas, generando una representación más limpia del territorio. Antes del suavizado, los polígonos y líneas vectoriales tenían formas muy rígidas y pixeladas debido al tamaño de celda del ráster; (figura3) ahora muestran curvas naturales que mejoran su apariencia cartográfica.



### **Figura 3: Antes de suavizar polígono**

Tomado de: tomada de ArcGIS Pro

El uso del algoritmo Interpolación de Bézier permitió suavizar las líneas sin perder la estructura general del relieve y del mapa. Además, la opción de manejo de errores topológicos ayudó a ajustar pequeñas inconsistencias que se producen al suavizar una geometría compleja. El resultado es una capa más estética, continua y fácil de interpretar, ideal para el mapa final de riesgo y para análisis posteriores dentro del municipio de Tausa. (figura 4)



### **Figura 4 : Suavizar líneas o polígonos (Smooth Line / Smooth Polygon)**

Tomado de: tomada de ArcGIS Pro

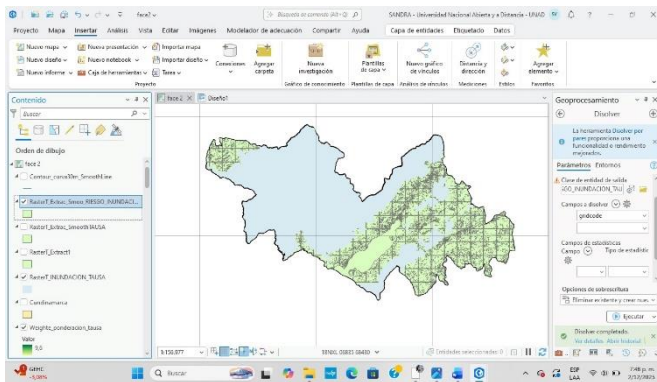
Dissolver (Dissolve) aplicado a la capa de riesgo

En este paso se aplicó el geoproceso Dissolve sobre la capa suavizada (Smooth\_municipio) con el fin de unir todos los polígonos que pertenecen a una misma categoría de riesgo (según el atributo Gridcode). En la imagen se observa que después del proceso se generaron áreas más amplias y homogéneas, representadas por polígonos continuos que agrupan los valores iguales de riesgo

de inundación para el municipio de Tausa. Esto significa que los miles de celdas pequeñas que se formaron inicialmente al convertir el ráster a vector se simplificaron en zonas definidas y limpias. (figura 5)

El proceso es clave porque elimina fronteras internas innecesarias que no aportan información relevante y mejora la claridad cartográfica del mapa. Al disolver por Gridcode, cada nivel de riesgo (bajo, medio, alto, muy alto) queda representado por un solo polígono o por pocos polígonos contiguos, permitiendo visualizar de manera más clara la distribución real del riesgo.

Además, este paso facilita el análisis posterior, ya que con los polígonos unificados es más sencillo calcular áreas, identificar sectores críticos y cruzar información con veredas, vías, cuerpos de agua o usos del suelo. Dissolver permite pasar de una geometría fragmentada a una zonificación limpia y útil para la interpretación y toma de decisiones.



**Figura 5 :Dissolver (Dissolve) aplicado a la capa de riesgo**

**Tomado de: tomada de ArcGIS Pro**

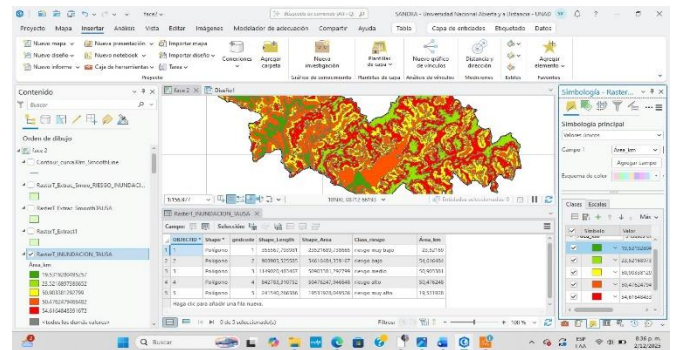
Por ultimo se fortalece la estructura de la capa disuelta para el análisis de riesgo de inundación. Primero, se agregan dos nuevas columnas en la tabla de atributos: “Class\_riesgo”, de tipo texto, destinada a registrar la categoría cualitativa del nivel de riesgo, y “Área\_km2”, de tipo doble, para almacenar el valor cuantitativo del área en kilómetros cuadrados. Luego, en la columna Class\_riesgo se asignan los valores cualitativos definidos en la (tabla 1), lo que permite clasificar cada polígono de manera clara y consistente según

su nivel de exposición. Este procedimiento asegura que la información espacial combine tanto datos numéricos como categóricos, facilitando la interpretación y la toma de decisiones en la gestión del riesgo.

**Tabla 1 reclasificación del riesgo por inundación.**

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

La capa seleccionada representa zonas de riesgo de inundación clasificadas por colores, desde verde (riesgo muy bajo) hasta rojo oscuro (riesgo muy alto). Esta visualización permite identificar rápidamente las áreas más vulnerables dentro del territorio. (figura 6)



**Figura 6 tomada de ARCGIS Pro suma ponderada**

La tabla de atributos muestra que se ha aplicado el cálculo de geometría para determinar el área de cada zona de riesgo en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>). Este paso es esencial para cuantificar el impacto espacial de cada categoría de riesgo. (tabla 2 )

Clase de riesgo	Area (KM <sup>2</sup> )
Riesgo muy alto	19.5313
Riesgo alto	50.4762
Riesgo medio	50.9034
Riesgo bajo	54.6165
Riesgo muy bajo	23.5217

**Tabla 2: “Cálculo de áreas por categoría de riesgo (km<sup>2</sup>)”**

Interpretación detallada de la distribución del riesgo en Tausa

La distribución de áreas por clase de riesgo muestra un predominio claro de las categorías intermedias: riesgo bajo y riesgo medio abarcan aproximadamente 31.42% (54.62 km<sup>2</sup>) y 29.26% (50.90 km<sup>2</sup>) del territorio respectivamente, sumando cerca del 60.68% del área analizada. Esto sugiere una exposición moderada generalizada, donde el peligro de inundación no es extremo pero sí suficientemente recurrente como para exigir medidas de manejo continuo: control de escorrentía, mantenimiento de drenajes, protección de suelos, y regulación de usos del suelo en zonas de laderas y valles con acumulación de flujo. En estas zonas, la planificación debe enfocarse en minimizar la vulnerabilidad (mejorar infraestructura de drenaje, promover soluciones basadas en la naturaleza como franjas de amortiguamiento riparias, y normar construcciones elevadas o con sistemas de drenaje pluvial eficiente).

Zonas críticas de riesgo muy alto y su priorización

Aunque el riesgo muy alto representa alrededor del 11.23% (19.53 km<sup>2</sup>), estas áreas concentran potencial de daño elevado por su probabilidad y severidad combinadas. Aquí la prioridad es preventiva y correctiva: delimitar y señalar franjas de inundación, restringir nuevos desarrollos, revisar edificaciones existentes para medidas de adaptación (muros de contención, reubicaciones puntuales), y establecer protocolos de alerta temprana integrados con pluviómetros y niveles de río. La gestión debe incluir intervenciones estructurales en puntos de estrangulamiento hidráulico (puentes, pasos transversales, cauces canalizados) y restauración de llanuras de inundación para reducir energía y lámina de agua en eventos pico. La articulación con protección civil y sector agrícola es clave para planes de contingencia, rutas de evacuación, y manejo de cultivos menos sensibles en estas zonas.

Uso de áreas en km<sup>2</sup> para comparación y planificación territorial

Medir las zonas en km<sup>2</sup> estandariza el análisis y evita ambigüedades entre unidades, permitiendo comparaciones transparentes entre categorías, veredas y microcuencas. Con áreas bien definidas, es posible:

- Priorización de inversión: asignar presupuesto proporcional al metraje crítico y a la densidad poblacional o de infraestructura expuesta.
- Metas verificables: establecer objetivos cuantitativos (por ejemplo, reducir en X km<sup>2</sup> la exposición alta mediante obras y restauración).
- Zonificación normativa: traducir umbrales de área por riesgo en reglas de uso del suelo y licencias (p. ej., densidades máximas, exigencias de drenaje).
- Seguimiento temporal: comparar km<sup>2</sup> por clase entre años para evaluar la efectividad de intervenciones y cambios por variabilidad climática.

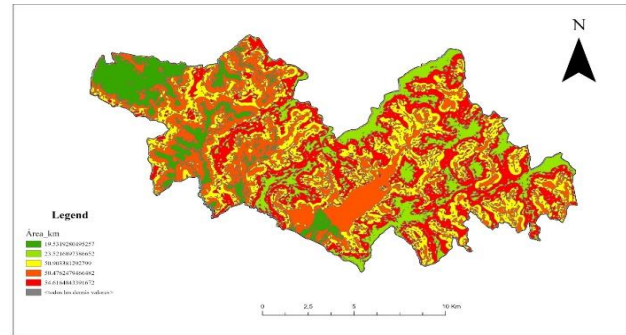
La metodología aplicada en el municipio de Tausa se sustenta en la necesidad de transformar datos espaciales en información útil para la gestión del riesgo. La conversión del ráster a vector mediante Raster to Polygon, seguida del suavizado de polígonos y la aplicación del geoproceto Dissolve, permitió obtener una cartografía más clara y homogénea, eliminando fronteras internas innecesarias y facilitando la interpretación de las zonas de riesgo. Este proceso asegura que los mapas resultantes no solo representen la distribución espacial del peligro, sino que también sean herramientas prácticas para la planificación

territorial y la toma de decisiones en escenarios de vulnerabilidad.

Posteriormente, el fortalecimiento de la capa disuelta mediante la creación de los campos *Class\_riesgo* y *Área\_km2* permitió integrar información cualitativa y cuantitativa en un mismo modelo. Esta combinación de categorías de riesgo con áreas calculadas en kilómetros cuadrados estandariza el análisis y facilita comparaciones entre sectores, veredas y microcuencas. Además, la interpretación detallada mostró que las zonas de riesgo bajo y medio abarcan más del 60% del territorio, mientras que las áreas de riesgo muy alto, aunque menores en extensión, concentran el mayor potencial de daño y deben ser priorizadas en planes de mitigación. De esta manera, la metodología garantiza resultados aplicables y verificables para la gestión del riesgo en Tausa.

La elección de estas variables integradas dentro de la metodología responde a la necesidad de combinar criterios espaciales, ambientales y técnicos que permitan una representación precisa y útil del riesgo de inundación en Tausa. La conversión de ráster a vector facilita la lectura y el cálculo de áreas; el suavizado de polígonos mejora la calidad cartográfica y la interpretación visual; el proceso de disolver unifica categorías de riesgo para obtener zonas homogéneas y claras; y la incorporación de atributos cualitativos y cuantitativos (*Class\_riesgo* y *Área\_km2*) asegura un análisis estandarizado y comparable entre sectores. (Burrough & Mcdonnell, 1998) En conjunto, estas variables garantizan que los resultados no solo reflejen la distribución espacial del peligro, sino que también se conviertan en insumos prácticos para la planificación territorial, la priorización de inversiones y la toma de decisiones en gestión del riesgo, integrando tanto la dimensión técnica como la ambiental y social del territorio. (Güiza Suárez, 2012)

## RESULTADOS



La imagen muestra un mapa temático del municipio de Tausa, Cundinamarca, en el que se representa la distribución espacial del riesgo de inundación mediante una escala de colores asociada al área en kilómetros cuadrados. Los colores van desde el verde (riesgo muy alto) hasta el rojo (riesgo muy bajo), lo que permite una lectura rápida de las zonas más vulnerables. La leyenda indica valores específicos de área para cada categoría, y el mapa incluye elementos cartográficos como escala gráfica y orientación norte, lo que facilita su interpretación técnica. Esta visualización es clave para identificar sectores críticos, planificar intervenciones y comunicar de forma clara los niveles de exposición territorial, integrando tanto el análisis cuantitativo como la representación geográfica del riesgo.

El análisis geoespacial realizado en ArcGIS Pro permitió integrar variables físicas y ambientales relevantes para el municipio de Tausa, logrando una delimitación precisa de las áreas con diferentes niveles de riesgo de inundación. A través de los procesos *Raster to Polygon*, *Smooth Polygon* y *Dissolve* fue posible obtener una cartografía continua y depurada que evidenció patrones espaciales claros asociados a la geomorfología local y al comportamiento de los recursos hídricos.

La conversión del ráster inicial a una capa vectorial facilitó la identificación de unidades espaciales según su grado de riesgo, mientras que el suavizado geométrico generó polígonos más coherentes y uniformes, favoreciendo una interpretación más exacta de la distribución del riesgo respecto a la topografía, la red de drenaje y las zonas de acumulación de escorrentía. Posteriormente, mediante el cálculo del campo *Área\_km2*, se obtuvo la superficie correspondiente

a cada categoría cualitativa de riesgo, lo cual resulta fundamental para la evaluación cuantitativa y comparativa del territorio.

Los resultados del cálculo de áreas por clasificación de riesgo se presentan en la siguiente tabla:

Clase de riesgo	Área (KM <sup>2</sup> )
Riesgo muy alto	19.5313
Riesgo alto	50.4762
Riesgo medio	50.9034
Riesgo bajo	54.6165
Riesgo muy bajo	23.5217

Predominio de riesgo bajo y medio: abarcan más del 60% del territorio (54.62 km<sup>2</sup> y 50.90 km<sup>2</sup> respectivamente).

Zonas críticas de riesgo muy alto: aunque representan solo el 11.23% (19.53 km<sup>2</sup>), concentran el mayor potencial de daño y requieren medidas prioritarias.

Metodología aplicada: Raster → Vector → Suavizado → Disolver → Clasificación → Resultados.

Aplicaciones prácticas: planificación territorial, priorización de inversión, zonificación normativa y seguimiento temporal.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se generaron tres diagramas

Gráfico circular: muestra la proporción de cada clase de riesgo en el municipio.

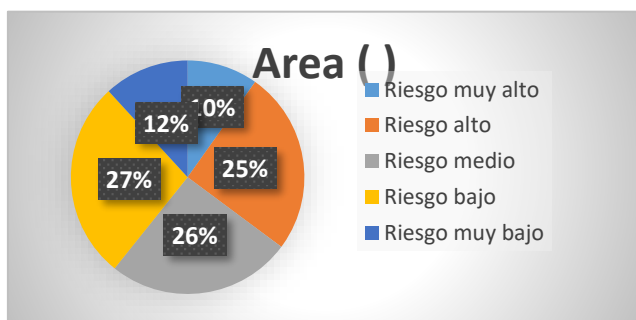
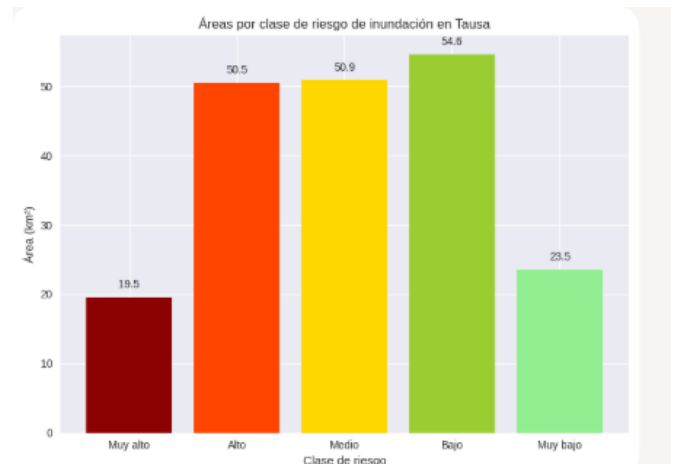


Gráfico de barras: compara las áreas en km<sup>2</sup> por clase de riesgo.



En el municipio de Tausa, Cundinamarca, la mayor parte del territorio se concentra en las categorías de riesgo bajo y medio (60.68%), lo que indica una exposición moderada y recurrente a inundaciones. Estas zonas requieren un manejo continuo que incluya la limpieza y mantenimiento de drenajes, el control de escorrentías mediante obras menores y prácticas de conservación de suelos, así como la regulación de usos del suelo en áreas de laderas y valles. El objetivo es evitar que estas áreas evolucionen hacia niveles de riesgo más altos, garantizando que la población y las actividades económicas puedan desarrollarse con menor vulnerabilidad. Por su extensión, estas categorías son estratégicas para la planificación preventiva, pues abarcan más de la mitad del territorio y constituyen el espacio donde las medidas de gestión ambiental tienen mayor impacto.

Por otro lado, las áreas clasificadas en riesgo alto (29.26%) y muy alto (11.23%) representan sectores críticos que concentran el mayor potencial de daño. En ellas es indispensable aplicar medidas más estrictas como la regulación del uso del suelo, la restricción de nuevos desarrollos, la construcción de obras hidráulicas (diques, muros de contención, ampliación de cauces) y la implementación de protocolos de alerta temprana y planes de contingencia comunitarios. Estas zonas deben ser priorizadas en la inversión pública y en la coordinación con protección civil, dado que cualquier evento extremo puede generar

afectaciones severas. Finalmente, el riesgo muy bajo (13.53%) corresponde a áreas con mínima exposición, que pueden destinarse a actividades menos vulnerables como infraestructura educativa, recreativa o conservación ambiental, funcionando como soporte territorial frente a las áreas críticas

En síntesis, los resultados del análisis de riesgo en Tausa, Cundinamarca confirman patrones ya observados en eventos históricos de inundación registrados por el IDEAM y la CAR en años como 1988, 2000, 2011 y 2012, cuando la saturación de suelos y el desbordamiento de quebradas afectaron amplias zonas del altiplano cundiboyacense. La predominancia de áreas en riesgo bajo y medio (más del 60% del territorio) refleja una exposición recurrente que exige mantenimiento constante de drenajes y control de escorrentías, mientras que las zonas de riesgo alto y muy alto, que coinciden con sectores críticos históricamente impactados, concentran el mayor potencial de daño y requieren medidas inmediatas de mitigación y protocolos de contingencia. (Camila Castro Rey Víctor Hugo Robledo Rodríguez & Orjuela Montoya, n.d.) De esta manera, la metodología aplicada en ArcGIS Pro valida la distribución actual del riesgo y la conecta con la evidencia histórica, mostrando que las inundaciones en Tausa son un fenómeno repetitivo que demanda tanto gestión preventiva como intervenciones urgentes en las áreas más vulnerables

## CONCLUSIONES

A partir del análisis espacial realizado en ArcGIS Pro, que permitió identificar zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el municipio de Tausa, se concluye que es fundamental actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para incorporar criterios de gestión del riesgo por inundación. Esta actualización facilitaría la delimitación de áreas susceptibles y la planificación de medidas orientadas a reducir la exposición y la vulnerabilidad territorial.

Es necesario fortalecer la investigación y el monitoreo en las zonas que presentan niveles altos

de riesgo de inundación, especialmente aquellas cercanas a cuerpos hídricos y planicies con suelos saturables. Esto contribuiría a mejorar la capacidad institucional de respuesta, prevención y reducción de riesgos, mediante sistemas de alerta temprana y estrategias de adaptación local.

El análisis multicriterio evidenció una concentración significativa del riesgo en sectores con pendientes suaves, llanuras aluviales próximas al río Tausa y sus afluentes, y un régimen pluviométrico elevado y estacionalmente concentrado. Estos factores geográficos, climáticos y antrópicos intensifican la amenaza y justifican la necesidad de replantear el uso del suelo en las zonas más vulnerables, priorizando la conservación ambiental y la regulación de

## RECOMENDACIONES

### 1. Territorial

Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) deben establecer normas estrictas que limiten la construcción de viviendas y el desarrollo agrícola en zonas vulnerables o de alto riesgo de inundación, especialmente en rondas hídricas y planicies cercanas a quebradas donde la acumulación de escorrentía es mayor. La regulación territorial en estos sectores críticos es esencial para evitar nuevos asentamientos que incrementen la exposición de la población y la infraestructura, contribuyendo así a la reducción de la vulnerabilidad física y social y a la prevención de pérdidas materiales en futuros eventos de inundación.

Crear una red de vigilancia hidrometeoro lógica en la zona que facilite la renovación regular de los mapas de riesgo y modifique las estrategias preventivas conforme a alteraciones en el clima o en el uso del terreno mediante el Seguimiento climático y la actualización de información

### 2. Ambiental

La implementación de programas de reforestación en zonas de recarga hídrica y la restauración de rondas hídricas invadidas, junto

con la construcción de infraestructura verde como zanjas de infiltración, terrazas agrícolas y reservorios, son medidas clave para las áreas de alto riesgo de inundación, donde el suelo presenta baja capacidad de drenaje. Estas acciones permiten disminuir la velocidad del escurrimiento superficial, aumentar la absorción del suelo y proteger ecosistemas vulnerables, generando mayor resiliencia del territorio frente a lluvias intensas y reduciendo significativamente el impacto de los eventos de inundación.

Diseñar e implementar programas de reforestación en zonas de recarga hídrica y restauración de rondas hídricas invadidas, así como obras de infraestructura verde (zanjas de infiltración, terrazas agrícolas, reservorios) que permitan reducir la velocidad del escurrimiento superficial y aumentar la capacidad de absorción del suelo

### 3. Institucional

El fortalecimiento institucional en Tausa requiere establecer lineamientos claros de control y seguimiento a las autoridades locales, crear una red de vigilancia hidrometeorológica que actualice periódicamente los mapas de riesgo y consolidar la articulación interinstitucional entre la administración municipal, CAR, IDEAM y UNGRD. Estas acciones deben concentrarse en las zonas de alto riesgo de inundación, donde la probabilidad y severidad de los eventos es mayor, con el fin de mejorar la capacidad de respuesta, planificar obras hidráulicas estratégicas y establecer protocolos de alerta temprana que reduzcan la vulnerabilidad de la población y la infraestructura. (Vera Rodríguez et al., 2017b)

### 4. Comunitaria

La sensibilización y el fortalecimiento comunitario son esenciales para promover una cultura de prevención y preparación frente a emergencias, asegurando que la población sepa cómo actuar en caso de inundación. A través de campañas educativas continuas dirigidas a líderes, agricultores, estudiantes y tomadores de decisiones, se fomenta el uso responsable del suelo, las buenas prácticas ambientales y la

elaboración de planes de emergencia. En las zonas de riesgo alto, donde el impacto potencial es mayor, esta capacitación resulta vital para reducir pérdidas humanas y materiales, logrando comunidades más resilientes, organizadas y con participación activa en la planificación territorial y la gestión del riesgo. (Quintero G. et al., 2018)

## Referencias

- Bejarano Barreto, Á. A., Roa Bejarano, A. Y., 1001219486, & 1003684688. (2024). *Evaluación del riesgo de inundaciones en el Municipio de Gama, Cundinamarca aplicando ArcGIS Pro*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/65133>
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*.
- Camila Castro Rey Víctor Hugo Robledo Rodríguez, M., & Orjuela Montoya, E. (n.d.). *Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero Civil Asesor(a)*.
- Cañón-Murcia, D. A., & Cañón-Murcia, D. A. (2021). El problema del desarrollo económico en el Municipio de Tausa - Cundinamarca bajo las administraciones municipales 2004-2019. *Ensayos de Economía*, 31(58), 198–220. <https://doi.org/10.15446/EDE.V31N58.88413>
- Cundinamarca, D. DE, & Carolina Cárdenas Rico Daniel Felipe Castro Gutiérrez, D. (n.d.). *PROYECTO: FOMENTO A LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA ARTESANAL DEL*.
- Fajardo Rojas, A. E., & Fajardo Rojas, A. E. (2019). Variabilidad climática y disponibilidad hídrica en los valles de Ubaté,

Chiquinquirá y Alto Chicamocha, Colombia.  
*Acta Agronómica*, 68(3), 182–195.

<https://doi.org/10.15446/ACAG.V68N3.69082>

**Enlace de sustentación**

<https://youtu.be/aFg9MnZmelk>

Güiza Suárez, L. (2012). Gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. *Letras Verdes: Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, ISSN-e 1390-6631, ISSN 1390-4280, N.º. 12 (Septiembre-Febrero), 2012 (Ejemplar Dedicado a: Políticas y Ambiente), Págs. 25-41, 12, 25–41.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444125&info=resumen&idioma=ENG>

Quintero G., O. P., Thomas B., J. E., Quintero G., O. P., & Thomas B., J. E. (2018). Las redes de política pública: un análisis de la gestión del riesgo ante inundaciones en el Valle alto del río Cauca, Colombia. *Investigaciones Geográficas*, 97.  
<https://doi.org/10.14350/RIG.59559>

Vera Rodríguez, J. M., Albarracín Calderón, A. P., Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (2017a). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109–136.  
<https://doi.org/10.18359/RCIN.2309>

Vera Rodríguez, J. M., Albarracín Calderón, A. P., Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (2017b). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109–136.  
<https://doi.org/10.18359/RCIN.2309>