

Análisis del riesgo de inundación mediante sistemas de información geográfica del municipio de Santa Rosa de Osos ubicado en el departamento de Antioquia.

Susana Mesa Vanegas - smesav@unadvirtual.edu.co

Wilmar Alberto Herrera Mesa- waherreram@unadvirtual.edu.co

Dahillan Daniel Correa Amador- ddcorraam@unadvirtual.edu.co

Wilmar Antonio Mejía Parra -wamejiapa@unadvirtual.edu.co

María Alejandra Sánchez Alzate - masancheal@unadvirtual.edu.co

Tutor:

Luis Alejandro Ospina Sánchez- luisa.ospina@unad.edu.co

Resumen.

Este estudio presenta los resultados del análisis del riesgo de inundación en el municipio de Santa Rosa de Osos, el objetivo fue identificar y clasificar zonas con distintos niveles de vulnerabilidad mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el software ArcGIS Pro. La metodología combinó un enfoque de toma de decisiones multicriterio (MCDM) con análisis espacial de capas ráster y vectoriales, lo cual hizo posible la construcción de representaciones cartográficas del riesgo.

Los resultados muestran que, si bien este municipio presenta condiciones geográficas y climáticas particulares, existen áreas críticas con riesgo alto o muy alto de inundación asociadas a la cercanía de cuerpos de agua, topografía plana y coberturas del suelo alteradas. El 44% del territorio municipal se encuentra en condiciones de riesgo bajo o muy bajo de inundación, lo que indica una baja susceptibilidad general. Sin embargo, el 30.3% del área presenta un riesgo medio, mientras que el 16.4% y el 9.3% corresponden a zonas de riesgo alto y muy alto, respectivamente, afectando zonas ganaderas y viviendas.

Este trabajo aporta elementos claves para el ordenamiento agroambiental y la planificación territorial, priorizando medidas de mitigación en áreas vulnerables para reducir el impacto sobre comunidades, infraestructura y sistemas productivos.

Palabras claves: Riesgo de inundación, Sistemas de Información Geográfica (SIG), análisis multicriterio, ordenamiento territorial, vulnerabilidad ambiental, cartografía temática.

Introducción.

En Colombia, las inundaciones han sido relevantes en temas de fenómenos naturales con mayor impacto o afectación sobre la vida humana, ecosistemas, medio ambiente, infraestructura y a su vez en la economía local. Esta problemática se ha intensificado a lo largo de los años debido a diversidad de factores como la variabilidad climática, crecimiento urbano y rural no planificado, deforestación a gran escala y a su vez en ocupación de zonas de alto riesgo no mitigable ante siniestros naturales.

La temporada de lluvias presentada en el último semestre del año 2024 evidenció la magnitud del problema, ya que el país enfrentó una emergencia nacional que afectó a más de 46.000 familias en alrededor de 186 municipios, llevando así que el gobierno nacional declarará el estado nacional en desastre natural (Contreras, 2024) (Stacey, 2024).

En este argumento, el presente trabajo se encamina en la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Santa rosa de Osos ubicado en el departamento de Antioquia mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando capas ráster y vectoriales para la construcción del producto cartográfico temático. A partir de la evaluación espacial, se busca identificar áreas críticas de riesgo, analizar sus implicaciones sobre sistemas productivos y ecosistemas, y proponer estrategias de intervención desde un enfoque agroambiental.

Frente a la problemática por inundaciones, se tiene que Colombia ha promovido medidas de adaptación a lo largo de sus municipios en temas de reubicación de comunidades con alto riesgo, recuperación de zonas de amortiguamiento (humedales y rondas hídricas) y el fortalecimiento de los planes de ordenamiento territorial (POT) con enfoque de gestión del riesgo. No obstante, persisten desafíos importantes en la implementación efectiva de estas políticas, especialmente en los municipios con menor capacidad institucional y recursos técnicos limitados.

Por último, la finalidad de este documento es analizar los resultados de mapificación del riesgo por inundación del municipio Santa Rosa de Osos, brindando a su vez, recomendaciones para el ordenamiento de mejoras futuras en la parte agroambiental del territorio.

Objetivo General.

Realizar la cartografía temática del análisis del riesgo de inundación en el municipio de Santa Rosa de Osos ubicado en el departamento de Antioquia.

Objetivos Específicos.

Clasificar las zonas con distintos niveles de vulnerabilidad de riesgo de inundación municipio de Santa Rosa de Osos ubicado en el departamento de Antioquia.

Utilizar la metodología de análisis de multicriterio para determinar los niveles de vulnerabilidad de riesgo de inundación municipio de Santa Rosa ubicado en el departamento de Antioquia.

Utilizar herramientas interactivas para mostrar los resultados obtenidos, mediante el uso de lenguaje técnico y científico en la aplicación de técnicas de modelación espacial en el ordenamiento agroambiental del territorio.

Identificación del caso de estudio.

Santa Rosa de Osos, es un municipio ubicado en el norte este del departamento de Antioquia, cuya extensión total es de 812 km², además, se encuentra sobre una meseta de formación elevada e irregular, situada en uno de los ramales de la Cordillera Central.

El municipio abarca territorios en el altiplano conocido como Valle de los Osos, así como en el afluente que desciende hacia el Río Porce. Su extensión se distribuye en un piso térmico frío que ocupa 732,42 km², representando el 90,2 % del área total, y un piso térmico medio con 79,58 km², equivalente al 9,8 % del territorio. Estos pisos térmicos pertenecen, respectivamente, a un bosque muy húmedo montano bajo en el altiplano y un bosque muy húmedo premontano en la vertiente. La precipitación media anual fue de 2238,9 mm y una humedad relativa del 79 %, con una altura 2550 msnm.

Los meses más lluviosos suelen ser octubre y noviembre con precipitaciones que varían entre 283 mm y 327 mm (WeatherSpark, 2025).

Metodología.

El estudio se centró en el municipio de Santa Rosa de Osos, ubicado en la subregión Norte del departamento de Antioquia, Colombia. Este municipio fue seleccionado por su vulnerabilidad histórica a fenómenos hidrometeorológicos, mediante una metodología que integró un enfoque de toma de decisiones multicriterio (MAMC) con herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), particularmente con el uso del software ArcGIS Pro.

La metodología se estructuró en varias fases, conforme a los lineamientos establecidos en las guías de aprendizaje del curso, y se detallan a continuación las aplicadas:

Fase 3: Procesamiento Geoespacial mediante Modelo Ráster.

En esta fase se emplearon procedimientos geoespaciales a través del modelo ráster, lo que permitió procesar información topográfica, climática e hidrológica para obtener el archivo Flow Dir municipio, base para el análisis de escorrentía y acumulación de flujo. Esta etapa fue clave para identificar las zonas propensas a la concentración de aguas superficiales.

Fase 4: Análisis Espacial y Clasificación del Riesgo.

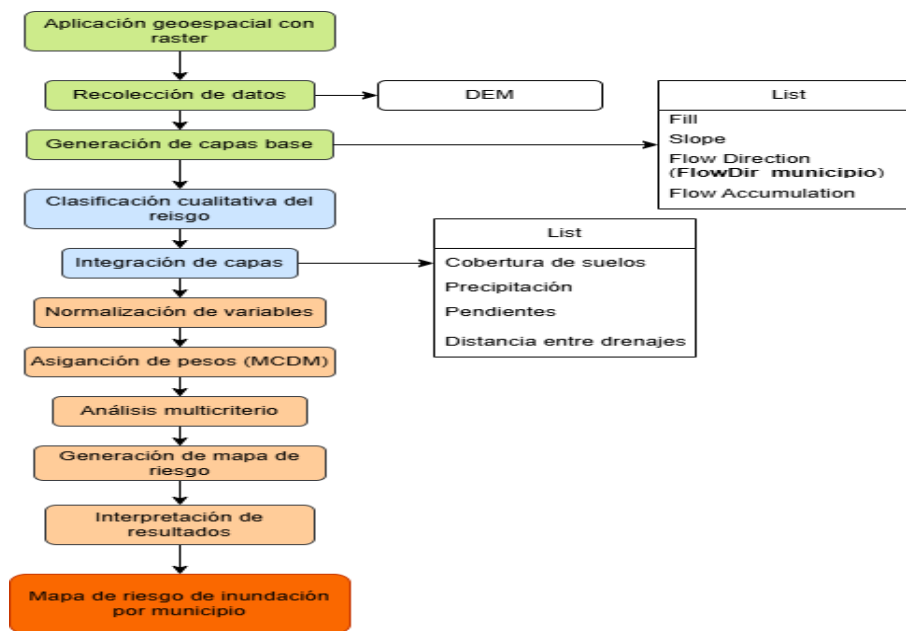
Con base en el documento consolidado en la fase anterior, se llevó a cabo el análisis espacial, integrando diversas capas de información temática (pendientes, uso del suelo, cobertura vegetal, precipitación, etc.). A partir de ello se procedió a clasificar el territorio municipal según niveles de riesgo de inundación, aplicando técnicas de superposición espacial en ArcGIS Pro.

Fase 6: Aplicación de MAMC y Generación del Mapa Final.

En esta fase se aplicaron los pasos 1 al 9 del enfoque ((MAMC)Se integraron capas temáticas previamente normalizadas y se aplicó una ponderación de factores con base en su importancia relativa. Para ello se utilizó un enfoque jerárquico de evaluación. El resultado fue la elaboración del mapa final de riesgo de inundación para Santa Rosa de Osos, donde se identificaron zonas de riesgo clasificadas en categorías de Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

Para lograr este objetivo, se implementó una metodología de varios pasos, como se muestra en la Fig. 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología empleada.



Fuente: Autoría propia, 2025.

Esta metodología permitió una caracterización precisa y geoespacialmente fundamentada del riesgo de inundación en el municipio Santa Rosa, ofreciendo una herramienta útil para la toma de decisiones en gestión del riesgo y planificación territorial.

Tabla 1. Detalles de las fuentes tomadas para el estudio.

Recopilación de datos	Recursos
Modelo de elevación digital	USGS
Cobertura de suelos	Colombia en mapas IGAC
Precipitación	Datos climáticos de IDEAM 1991-2021
Pendientes	DEM
Distancia de drenajes	DEM

Nota: Esta tabla muestra los recursos utilizados para obtener la información necesaria para realizar cada mapa de riesgo de inundación.

Fuente: Autoría propia, 2025.

Resultados.

Santa Rosa de Osos - Antioquia.

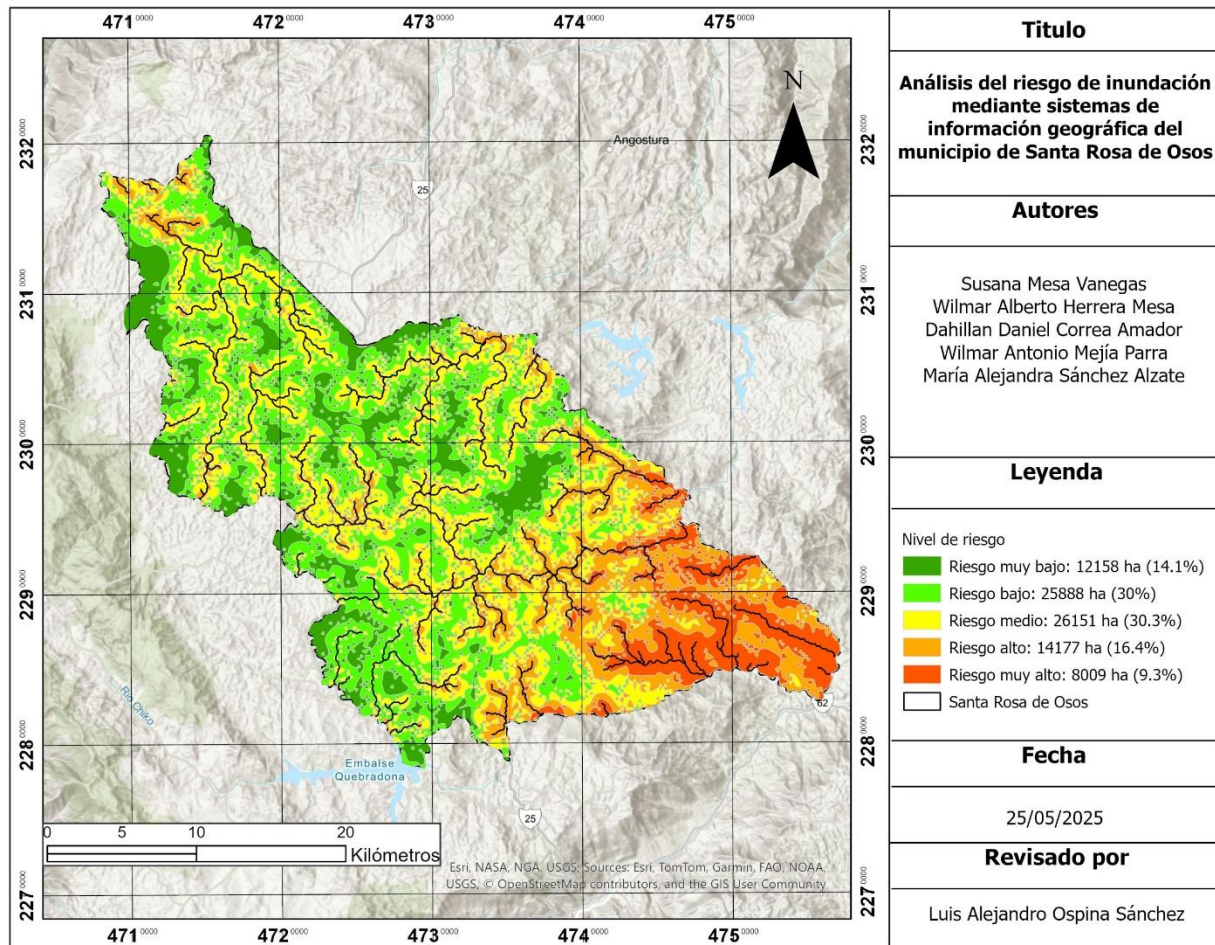
Santa Rosa de Osos es un municipio ubicado geográficamente en la cordillera central, caracterizándose por su relieve y suelos diversos; esto influye directamente en los niveles de riesgo de inundación del territorio (Arias & Gonzalez, 2003).

Como se observa en la figura 2 una gran parte del municipio se encuentra en riesgo muy bajo (verde oscuro) y bajo (verde claro), ocupando aproximadamente 44.1% del total (figura 3). Esto nos dice que Santa Rosa de Osos tiene la mayor parte del territorio en baja susceptibilidad a eventos de inundación.

Las áreas con riesgo medio de inundación (amarillo), representan un 30.3% (figura 3), esto significa que, un tercio del territorio podría estar en riesgo moderado, y esto depende también del suelo y de las condiciones climáticas.

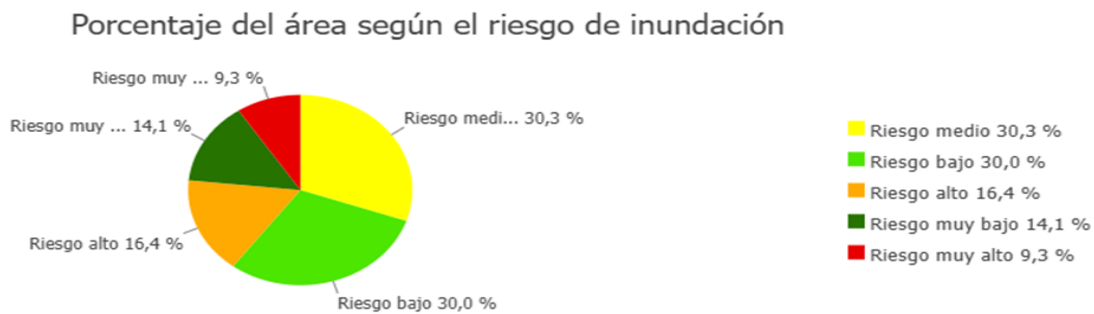
Por otro lado, las áreas con riesgo alto (naranja) y muy alto (rojo), representan 16.4% y 9.3% respectivamente (figura 3), observándose claramente en el mapa (figura 2), corresponde a la región suroriental del municipio, son zonas más vulnerables a inundaciones que pueden comprometer la infraestructura y zonas destinadas a la agricultura o al sector pecuario, esto se debe a la poca pendiente de los terrenos y a su cercanía al río Porce y río Grande (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres Municipio de Santa Rosa de Osos, 2017).

Figura 2. Mapas de riesgo por inundación del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 3. Gráfico del porcentaje de riesgo según el área del municipio de Santa Rosa de Osos.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Conclusiones.

Se desarrolló la cartografía temática del riesgo de inundación en el municipio de Santa Rosa de Osos, ubicado en el departamento de Antioquia, empleando herramientas avanzadas de sistemas de información geográfica (SIG) mediante el software ArcGIS Pro. Este proceso permitió identificar y delimitar las zonas más vulnerables a eventos de inundación, facilitando una comprensión espacial precisa del fenómeno.

A través de la metodología de análisis multicriterio (MAMC), se determinaron los distintos niveles de vulnerabilidad en el territorio, considerando factores como pendiente, uso del suelo, precipitación y proximidad a fuentes hídricas. Estos criterios fueron ponderados y combinados mediante técnicas de modelación espacial, permitiendo clasificar el territorio en categorías de riesgo que orientan la planificación y gestión ambiental.

Adicionalmente, se implementaron herramientas interactivas para la visualización de los resultados, empleando un lenguaje técnico y científico que respalda la aplicación de modelos espaciales en el marco del ordenamiento agroambiental del municipio. Esta metodología no solo fortalece la capacidad local para enfrentar eventos hidrometeorológicos, además ofrece una base sólida para la toma de decisiones informadas y sostenibles en el territorio.

Recomendaciones.

Con base en el análisis espacial realizado mediante SIG y la metodología multicriterio aplicada, se proponen las siguientes recomendaciones articuladas desde los enfoques profesionales de zootecnia, tecnología en saneamiento ambiental, agronomía, ingeniería agroforestal e ingeniería ambiental, orientadas a la prevención, mitigación y adaptación frente al riesgo de inundaciones:

1. Ordenamiento Agroambiental del Territorio.

Zonificación agroambiental: Delimitar áreas de alto y muy alto riesgo para restringir cultivos intensivos y ganadería extensiva. Fomentar prácticas agroecológicas y sistemas silvopastoriles, especialmente en laderas y márgenes fluviales.

Protección de zonas ribereñas: Establecer franjas de protección con vegetación nativa en torno a cuerpos de agua para reducir la erosión, filtrar escorrentías y proteger la biodiversidad.

Restauración ecológica: Priorizar la restauración de humedales especialmente en zonas degradadas por la actividad agropecuaria.

2. Gestión Ambiental y de Saneamiento.

Manejo de residuos sólidos: Implementar campañas para evitar el depósito de residuos en canales y cauces, complementado con programas de reciclaje para reducir la contaminación de fuentes hídricas.

Drenaje urbano y rural eficiente: Construcción o mejoramiento de sistemas de alcantarillado pluvial y estructuras de drenaje controlado en zonas habitadas y productivas para facilitar la evacuación de aguas.

Infraestructura verde: Promover soluciones como zanjas de infiltración, canales vegetados, y reservorios de agua de lluvia para uso agropecuario.

3. Planificación Territorial Basada en SIG.

Restricciones de uso del suelo: Usar la cartografía temática generada con SIG para actualizar los Planes de ordenamiento territorial (POT), evitando construcciones en zonas inundables.

Modelación hidráulica: Utilizar herramientas SIG para diseñar obras de mitigación como diques, canales de alivio o áreas de amortiguación con base en datos reales.

Reubicación planificada: Aplicar la Ley 388 de 1997 para reubicar viviendas en zonas de riesgo alto, garantizando condiciones dignas y seguras (Samper, 1997) .

4. Educación Ambiental y Participación Comunitaria.

Capacitación local: Utilizar plataformas SIG accesibles para involucrar a las comunidades en la identificación de sus propias zonas de riesgo y en la recopilación de información local relevante (Mendoza & Vásquez, 2016).

Monitoreo participativo: Involucrar a las comunidades rurales en la identificación de riesgos mediante el uso de plataformas SIG accesibles y recolección de datos locales.

Sensibilización ambiental: Crear materiales didácticos interactivos, incluyendo mapas de riesgo, que informen a la población sobre rutas de evacuación y medidas de autoprotección.

Estas estrategias multidisciplinarias promueven una gestión integral del riesgo de inundación, articulando el desarrollo rural sostenible con la conservación ambiental y la resiliencia climática en el municipio de Santa Rosa de Osos - Antioquía.

Referencias Bibliográficas.

- Arias, L. A., & Gonzalez, L. H. (2003). *La diversidad del relieve y los suelos en el altiplano de Santa Rosa de Osos (Antioquia)*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7988862>
- Contreras, E. (11 de Noviembre de 2024). *Fenómeno “La Niña” deja lluvias con devastaciones que afectan a casi 50 mil familias en Colombia; Petro declara estado de desastre en todo el país*. Obtenido de <https://www.elimparcial.com/mundo/2024/11/11/ahora-colombia-la-nina-deja-lluvias-con-estragos-devastadores-que-afectan-a-casi-50-mil-familias-petro-declara-estado-de-desastre-en-todo-el-pais/>

- Mendoza, J. E., & Vásquez, L. F. (2016). SIG y participación comunitaria en gestión del riesg. *Revista de Ingeniería*, 44; 45-53.
- Samper, E. (18 de julio de 1997). *LEY 388 DE 1997*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Stacey, D. (11 de Noviembre de 2024). *El inicio de la temporada de lluvias en Colombia empuja al Gobierno a declarar la situación de desastre natural*. Recuperado el 24 de May de 2025, de EL PAÍS: <https://elpais.com/america-colombia/2024-11-12/el-inicio-de-la-temporada-de-lluvias-en-colombia-empuja-al-gobierno-a-declarar-la-situacion-de-desastre-natural.html>
- WeatherSpark. (25 de Mayo de 2025). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Santa Rosa de Osos, Colombia*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/22525/Clima-promedio-en-Santa-Rosa-de-Osos-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Enlace de sustentación:

https://youtu.be/Ghgy_kKsKVM