

Aplicar metodologías de modelación usando sistema de información geográfico para determinar zonas de inundaciones en el Municipio López de Micay departamento del Cauca, Colombia.

María Camila Lozano Flórez; mclozanof@unadvirtual.edu.co

Fabián Villareal Meza; fvillarreal@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

Las inundaciones recurrentes en Colombia han generado pérdidas significativas. Este estudio se centra en el municipio de López de Micay, ubicado en una región altamente vulnerable debido a sus características geográficas y climáticas. Con el objetivo de identificar y mapear las zonas con mayor riesgo de inundación, se implementó una metodología que combina la potencia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con la versatilidad del análisis multicriterio. A través de la integración de diversos factores de riesgo, como la topografía, la hidrología, la cobertura del suelo y la densidad poblacional, se generó un modelo de zonificación que permite visualizar espacialmente las áreas más propensas a sufrir inundaciones. Los resultados obtenidos ofrecen una herramienta valiosa para la toma de decisiones en materia de gestión del riesgo, planificación territorial y ordenamiento del territorio en López de Micay. Este estudio contribuye a fortalecer el conocimiento sobre la vulnerabilidad de la región y sienta las bases para la implementación de medidas de prevención y mitigación de desastres, alineadas con las políticas nacionales y locales de reducción del riesgo. La alta precipitación es un factor crítico que contribuye significativamente al riesgo de inundación. Las lluvias intensas y frecuentes saturan rápidamente el suelo, reduciendo su capacidad de absorción y aumentando el volumen de escorrentía superficial. Se pudo evidenciar que las áreas con riesgo muy alto y alto de inundación coinciden con las zonas que reciben mayores cantidades de precipitación anual. Esto subraya la importancia de la precipitación como el principal factor de riesgo en el municipio.

Palabras claves: Inundaciones, SIG, análisis multicriterio, riesgo,

Introducción

Las inundaciones representan uno de los desastres naturales más comunes y devastadores, afectando significativamente tanto a nivel global como local. En Colombia, estas catástrofes han causado pérdidas

humanas, daños a la infraestructura y perturbaciones económicas considerables (IDEAM, 2017). El municipio de López de Micay, ubicado en el departamento del Cauca, no es ajeno a estos eventos, debido a su

ubicación geográfica y las características climáticas de la región.

La gestión del riesgo de inundaciones en áreas vulnerables como López de Micay requiere de metodologías avanzadas que permitan una identificación precisa de las zonas de riesgo. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis multicriterio (AMC) se han consolidado como herramientas fundamentales para la modelación y evaluación del riesgo de inundaciones. Estas tecnologías facilitan la integración y el análisis de múltiples variables geoespaciales, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas (Molina et al., 2018).

Diversos estudios en Colombia han demostrado la eficacia del uso de SIG y AMC en la modelación de inundaciones. Por ejemplo, Gómez et al. (2019) aplicaron estas metodologías en el Valle del Cauca, logrando identificar áreas críticas y proponer medidas de mitigación efectivas. De manera similar, Rodríguez y Pérez (2020) implementaron un enfoque integrado de SIG y AMC en la cuenca del río Magdalena, destacando la importancia de estas herramientas para la gestión del riesgo de desastres.

A nivel nacional, el gobierno colombiano ha implementado políticas y estrategias para la reducción del riesgo de desastres, como el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD), que promueve el uso de tecnologías avanzadas en la evaluación y mitigación de riesgos (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2016). En el ámbito local, se han desarrollado iniciativas específicas para mejorar la capacidad de respuesta y adaptación a las inundaciones, aunque aún existen desafíos significativos en términos de recursos y coordinación.

El presente estudio tiene como objetivo aplicar metodologías de modelación utilizando SIG y análisis multicriterio para determinar las zonas de inundación en el municipio de López de Micay. Esta investigación no solo contribuirá a la comprensión del riesgo de inundaciones en la región, sino que también proporcionará una herramienta valiosa para la planificación y gestión del territorio, alineada con las políticas nacionales y locales de reducción del riesgo de desastres.

Objetivo General.

Aplicarse metodología de modelación usando sistema de información geográfico para determinar zonas de inundaciones en el

Municipio López de Micay departamento del Cauca, Colombia

Objetivos Específicos.

- Identificar las áreas más vulnerables a inundaciones, priorizar zonas de intervención y apoyar la toma de decisiones en la gestión del riesgo y la planificación territorial.
- Reclasificar por medio de una metodología de análisis multicriterio para ponderar y combinar los factores de riesgo identificados, asignando a cada uno un peso relativo de acuerdo a su contribución al riesgo de inundación en la zona.
- Elaborar un mapa temático detallado que represente la zonificación del riesgo por inundación en el municipio de López de Micay, clasificando el territorio en categorías de riesgo (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) y cuantificando el área de cada categoría.

Identificación del caso de estudio

El municipio de López de Micay se encuentra en el departamento del Cauca, Colombia, y se caracteriza por su ubicación en la región del Pacífico colombiano, una zona conocida por su alta pluviosidad y diversidad biológica. Geográficamente, López de Micay está situado

a una altitud media de 20 metros sobre el nivel del mar, en una zona predominantemente plana y de baja elevación, lo que lo hace susceptible a inundaciones (DANE, 2018).

El clima de López de Micay es tropical húmedo, con una temperatura promedio anual de 26°C y una precipitación media anual que oscila entre 5,000 y 7,000 milímetros, una de las más altas del país (IDEAM, 2019). Las lluvias son constantes a lo largo del año, pero se intensifican durante los meses de abril y noviembre, siendo noviembre el mes con mayor precipitación. Este patrón climático aumenta la vulnerabilidad del municipio a eventos de inundación, especialmente durante la temporada de lluvias intensas (IDEAM, 2019).

Además de sus características climáticas, López de Micay cuenta con una red hidrográfica densa, compuesta por numerosos ríos y quebradas que desembocan en el Océano Pacífico. Entre los principales cuerpos de agua se encuentra el río Micay, que atraviesa el municipio y es una de las principales fuentes de agua para la población local. Sin embargo, durante las temporadas de lluvias, este río y sus afluentes pueden desbordarse, causando inundaciones en áreas circundantes (Corporación Autónoma Regional del Cauca, 2020).

La economía de López de Micay se basa principalmente en la agricultura, la pesca y la explotación forestal. La infraestructura del municipio es limitada, con vías de comunicación que a menudo se ven afectadas por las condiciones climáticas adversas. Esta situación resalta la importancia de implementar medidas efectivas de gestión del riesgo de inundaciones para proteger tanto a la población como a las actividades económicas locales (Alcaldía de López de Micay, 2021).

Para la presente investigación, se trabajó específicamente con los datos de precipitación del mes de noviembre, el cual ha sido identificado como el periodo con mayor riesgo de inundaciones debido a la alta intensidad de las lluvias. Esta información se obtuvo de registros históricos proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y se utilizó para modelar y analizar las zonas de inundación en el municipio (IDEAM, 2019).

Metodología

Para desarrollar un modelo de zonificación de riesgo por inundación en el municipio de López de Micay, departamento del Cauca, Colombia, se siguió una metodología basada en el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y

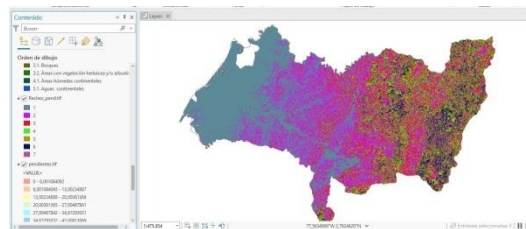
un análisis multicriterio. Esta metodología incluyó la definición de pesos para cada factor relevante, la reclasificación de estos factores y la aplicación del álgebra de mapas para calcular el índice de susceptibilidad a inundaciones.

Pasos de la Metodología

1. Recolección de Datos

- **Modelo Digital de Elevación (MDE):** Se obtuvo un MDE de la zona de estudio para representar la topografía del área de estudio. Este dato es crucial para identificar las zonas de baja elevación susceptibles a inundaciones.
- **Datos de Pendiente:** Derivados del MDE, estos datos ayudan a identificar áreas con pendientes pronunciadas que pueden influir en la velocidad y dirección del flujo de agua y zonas de baja pendiente vulnerables a procesos de inundación.

Figura N° 1. Clasificación de Pendientes en Grados.

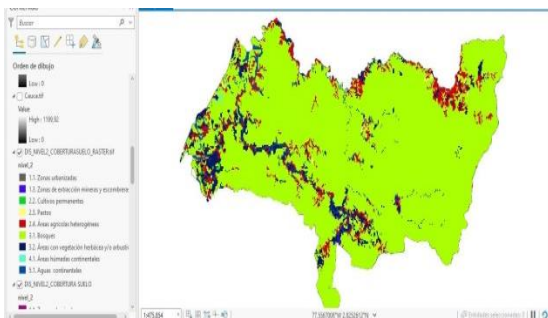


Fuente: Autoría Propia, 2024.

- **Cobertura del Suelo:** Información sobre el uso y la cobertura del suelo fue obtenida de

capas shp de cobertura de suelo Land Cover.

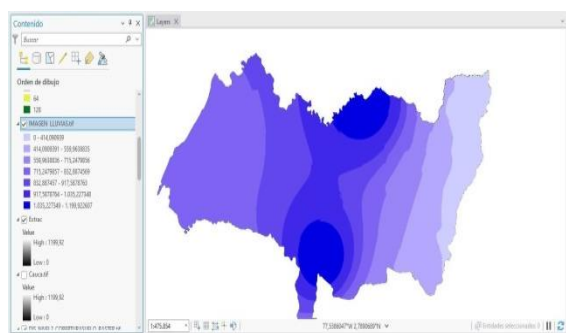
Figura N° 2. Clasificación de Suelos Nivel 2.



Fuente: Autoría Propia, 2024.

- **Precipitación:** Datos históricos de precipitación, especialmente del mes de noviembre, fueron recopilados del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Figura N° 3. Clasificación de Suelos Nivel 2.



Fuente: Autoría Propia, 2024.

- **Distancia a Drenajes:** Se mapearon los principales ríos y quebradas del municipio, y se calculó la distancia de cada punto del

área de estudio a los cuerpos de agua por medio de geo procesos apoyado con el modelo digital de elevación.

2. Reclasificación de Factores

- Cada factor fue reclasificado en una escala del uno al cinco para facilitar la comparación y combinación de los datos. Las clases de cada factor se asignaron valores según su susceptibilidad a inundaciones, con valores más altos indicando mayor susceptibilidad.

3. Asignación de Pesos

- Basado en estudios previos, conocimiento experto y la importancia relativa de cada factor en el contexto del área de estudio, se asignaron los siguientes pesos:

Tabla N° 1. Valoración de Factores.

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

Nota. Esta tabla muestra la ponderación que se dio a cada factor que intervino en el análisis multicriterio.

4. Aplicación del Álgebra de Mapas

- Utilizando herramientas de álgebra de mapas en el SIG, se multiplicó cada raster reclasificado por su peso correspondiente y luego se sumaron los resultados para obtener el índice de susceptibilidad a inundaciones. La ecuación utilizada fue: $\text{Índice de susceptibilidad} = (\text{MDE} \times 0.1) + (\text{Pendiente} \times 0.15) + (\text{Cobertura} \times 0.1) + (\text{Precipitación} \times 0.35) + (\text{Distancia} \times 0.3)$.

5. Generación de Mapas de Susceptibilidad

- El resultado del álgebra de mapas fue un raster continuo que representa el índice de susceptibilidad a inundaciones para el municipio de López de Micay. Este raster fue clasificado en diferentes niveles de riesgo (bajo, medio, alto) para facilitar la interpretación y la toma de decisiones.

Resultados

Los resultados del modelo de zonificación de riesgo por inundación para el municipio de López de Micay, departamento del Cauca, indican que un alto porcentaje del área está en riesgo significativo de inundaciones. A continuación, se presenta un análisis detallado de estos resultados, con énfasis en los factores

de pendiente, precipitaciones y cobertura del suelo.

Distribución de Riesgo

Riesgo Alto: 50%

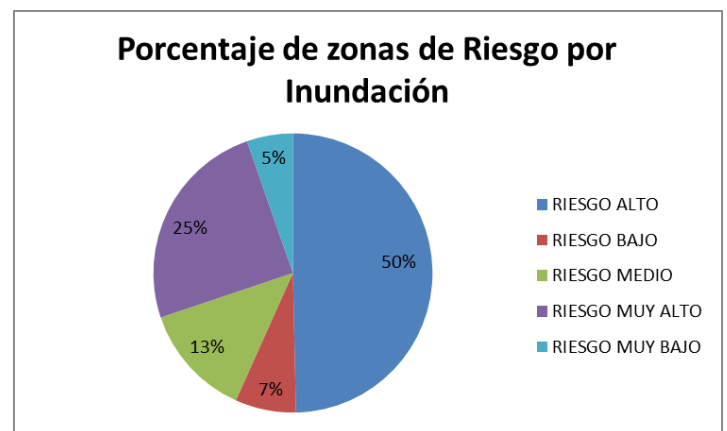
Riesgo Muy Alto: 25%

Riesgo Medio: 13%

Riesgo Bajo: 7%

Riesgo Muy Bajo: 5%

Gráfico N° 1: Muestra los Porcentajes de riesgo por inundación.



Fuente: Autoría Propia, 2024.

Análisis de Factores Clave

Pendiente

Descripción: Las pendientes en el municipio varían considerablemente, con áreas de pendientes pronunciadas y otras de pendientes suaves.

Impacto en el Riesgo: Las áreas con pendientes pronunciadas tienden a tener un mayor riesgo de escorrentía rápida, lo que

puede aumentar la probabilidad de inundaciones en las zonas bajas. Las pendientes suaves permiten una mayor acumulación de agua, incrementando el riesgo de inundación en estas áreas.

Observaciones: Las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto suelen coincidir con áreas de pendientes pronunciadas que facilitan la rápida escorrentía y acumulación de agua en zonas más bajas. seleccionada y, por tanto, los resultados de dicho estudio.

Precipitación.

Descripción: El municipio de López de Micay se caracteriza por tener altas precipitaciones, especialmente durante la temporada de lluvias.

Impacto en el Riesgo: La alta precipitación es un factor crítico que contribuye significativamente al riesgo de inundación. Las lluvias intensas y frecuentes saturan rápidamente el suelo, reduciendo su capacidad de absorción y aumentando el volumen de escorrentía superficial.

Observaciones: Las áreas con riesgo muy alto y alto de inundación coinciden con las zonas que reciben mayores cantidades de precipitación anual. Esto subraya la importancia de la precipitación como el principal factor de riesgo en el municipio.

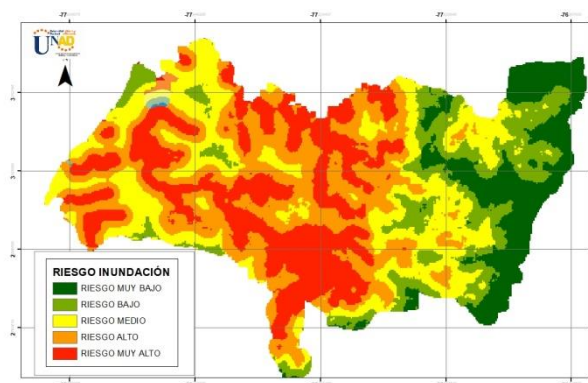
Cobertura del Suelo.

Descripción: La cobertura del suelo en López de Micay incluye áreas de vegetación densa, suelos agrícolas, áreas urbanizadas y cuerpos de agua.

Impacto en el Riesgo: La vegetación densa puede reducir el riesgo de inundación al facilitar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. Sin embargo, áreas urbanizadas y suelos agrícolas pueden aumentar el riesgo debido a la menor capacidad de absorción del suelo y la alteración del flujo natural del agua.

Observaciones: Las zonas urbanizadas y agrícolas tienden a estar clasificadas con riesgo alto y muy alto, lo que indica que estos usos del suelo contribuyen significativamente al riesgo de inundación.

Mapa N° 4. Mapa final de riesgo por inundación.



Fuente: Autoría Propia, 2024.

Conclusiones

El análisis de riesgo por inundación en el municipio de López de Micay revela que una gran parte del territorio está expuesta a peligros significativos, con un 50% del área en riesgo alto y un 25% en riesgo muy alto. Los factores clave que contribuyen a este riesgo son las pendientes pronunciadas, las altas precipitaciones y la cobertura del suelo.

Las pendientes pronunciadas facilitan la escorrentía rápida, aumentando la probabilidad de inundaciones en las zonas bajas (IDEAM, 2019). Las altas precipitaciones saturan rápidamente el suelo, incrementando el volumen de escorrentía superficial (Corporación Autónoma Regional del Cauca, 2020). Además, la cobertura del suelo, especialmente en áreas urbanizadas y agrícolas, reduce la capacidad de absorción del agua, exacerbando el riesgo de inundación (Alcaldía de López de Micay, 2021).

Recomendaciones**Mejorar la Infraestructura de Drenaje**

Se recomienda construir y mantener sistemas de drenaje eficientes en áreas urbanas y agrícolas para gestionar mejor el flujo de agua durante eventos de lluvias intensas. Esto puede incluir la implementación de zanjas de infiltración y

canales de drenaje (Corporación Autónoma Regional del Cauca, 2020).

Promover la Reforestación y Conservación de la Vegetación es crucial implementar programas de reforestación y conservación de la vegetación natural para mejorar la capacidad de infiltración del suelo y reducir la escorrentía superficial. La vegetación actúa como una barrera natural que retiene el agua y disminuye la velocidad de la escorrentía (IDEAM, 2019).

Desarrollar Sistemas de Alerta Temprana

Establecer sistemas de alerta temprana para inundaciones basados en pronósticos meteorológicos y monitoreo continuo de los niveles de precipitación y caudales de los ríos es fundamental para prevenir desastres y proteger a la comunidad (Alcaldía de López de Micay, 2021).

Educación y Concientización Comunitaria

Capacitar a la comunidad sobre las medidas de prevención y respuesta ante inundaciones, fomentando la participación activa en la gestión del riesgo. La educación y la concientización son esenciales para que los residentes comprendan los riesgos y adopten prácticas que mitiguen los impactos de las inundaciones (DANE, 2018).

Referencias bibliográficas

Alcaldía de López de Micay. (2021). Plan de desarrollo municipal 2020-2023.

Corporación Autónoma Regional del Cauca. (2020). Informe sobre la gestión del riesgo de desastres en el departamento del Cauca.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.

Gómez, J. D., Pérez, L. A., y Ruiz, M. (2019). Modelación del riesgo de inundación en el Valle del Cauca utilizando SIG y análisis multicriterio. *Revista de Geografía y Ordenación del Territorio*, 12(2), 45-60.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). Anuario meteorológico 2019.

Molina, A. C., Martínez, R., y Sánchez, P. (2018). Aplicación de SIG y análisis multicriterio en la evaluación del riesgo de

inundaciones en Colombia. *Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 123-139.

Rodríguez, F. J., y Pérez, S. A. (2020). Evaluación del riesgo de inundación en la cuenca del río Magdalena mediante SIG y análisis multicriterio. *Ingeniería y Desarrollo Sostenible*, 15(3), 98-112.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Gobierno de Colombia.

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/vEiXiBT2VT8?feature=share>