

Análisis de riesgo de inundación mediante sistema de información geográfico, S.I.G en municipio de morales del departamento del Cauca, Colombia.

Andrés Ríos Parra. afriosp@unadvirtual.edu.co

Oscar Leandro Hernández Roa. ohernandez@unadvirtual.edu.com

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

Resumen

El estudio analiza el riesgo de inundaciones en el municipio de Morales mediante un enfoque multicriterio basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se integraron factores como topografía, precipitación, uso del suelo, pendiente, y proximidad a cuerpos de agua para generar un mapa de índice de riesgo. Los resultados clasificaron el territorio en cinco categorías de riesgo, destacando que un 20% del área (10,207.3 hectáreas) presenta niveles alto y muy alto de vulnerabilidad. Esta información es clave para priorizar intervenciones y optimizar recursos destinados a la mitigación de desastres.

La metodología utilizó modelos digitales de elevación y herramientas de SIG para reclasificar y ponderar los datos, permitiendo un análisis detallado de la distribución espacial del riesgo. Las zonas críticas se identificaron para diseñar medidas de prevención y planificación urbana, mientras que las áreas de menor riesgo ofrecen oportunidades para el desarrollo sostenible. Los hallazgos subrayan la utilidad del SIG para la toma de decisiones estratégicas en gestión de riesgos y planificación territorial.

Palabras claves: Riesgo de inundación, SIG, planificación territorial..

Introducción

Las inundaciones representan uno de los fenómenos naturales con mayor impacto sobre el territorio, afectando infraestructuras, ecosistemas y comunidades humanas. Este problema ha adquirido relevancia en el contexto del cambio climático, que intensifica la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, agravando la vulnerabilidad en zonas expuestas (Recinos,2023). A nivel nacional, los municipios enfrentan desafíos significativos en

la gestión del riesgo de inundaciones debido a limitaciones en infraestructura, planeación urbana y políticas públicas (Barton,2009).

En el caso del municipio de Morales, se identifican características geográficas y climáticas que aumentan el riesgo de inundación, como la topografía variada y la proximidad a cuerpos de agua. La evaluación de este riesgo es crucial para prevenir daños materiales y proteger vidas humanas. Según Fernández y Lutz (2010), el uso de herramientas como los Sistemas de

Información Geográfica (SIG) y la evaluación multicriterio proporciona una perspectiva integral para analizar y mitigar estos riesgos (Amaya & Gutiérrez 2023).

Este trabajo tiene como objetivo integrar diversas capas de información geográfica para elaborar un mapa de riesgo de inundaciones en Morales, proporcionando un insumo fundamental para la toma de decisiones en planeación territorial. La metodología aplicada permite identificar áreas críticas, priorizar intervenciones y contribuir al desarrollo sostenible del municipio.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el riesgo de inundación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el municipio de Morales del departamento del Cauca, Colombia.

Objetivos Específicos:

- Identificar las características geográficas, climáticas y socioeconómicas del municipio de Morales.
- Generar un mapa de riesgo de inundaciones utilizando datos obtenidos de modelos digitales de elevación.
- Proponer medidas de mitigación basadas en los resultados del análisis, orientadas a la planificación territorial.

Identificación del caso de estudio

El municipio de Morales, ubicado en el departamento del Cauca, Colombia, presenta una geografía diversa caracterizada por terrenos montañosos y valles, que lo hacen susceptible a eventos naturales como inundaciones. Su ubicación estratégica entre diferentes cuencas hidrográficas incrementa la exposición a riesgos asociados a cuerpos de agua. Según

datos del IDEAM (2024), Morales tiene una precipitación promedio anual que supera los 1,500 mm, concentrándose los mayores niveles de lluvia entre los meses de abril y noviembre, siendo octubre el mes más crítico en términos de precipitación acumulada (Carvajal et al;2020).

El análisis de riesgo en Morales es fundamental debido a su estructura poblacional predominantemente rural y dependiente de actividades agrícolas, las cuales son altamente vulnerables a los efectos de las inundaciones. Además, las características del suelo, como su textura y capacidad de infiltración, junto con el uso intensivo del territorio, agravan las condiciones de vulnerabilidad.

Este caso de estudio permite evaluar cómo la interacción entre los factores naturales y las actividades humanas influye en el nivel de riesgo de inundación. La implementación de un enfoque basado en SIG y evaluación multicriterio facilita identificar áreas críticas y diseñar estrategias para la gestión integral del territorio, mejorando así la resiliencia frente a desastres (Iguayo & Benjamín 2024).

Metodología

La evaluación multicriterio en SIG es una técnica que permite integrar diversos factores para tomar decisiones complejas en el ámbito espacial (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005). Esta metodología combina y pondera diferentes capas de información geográfica para producir un análisis comprensivo del riesgo de inundación.

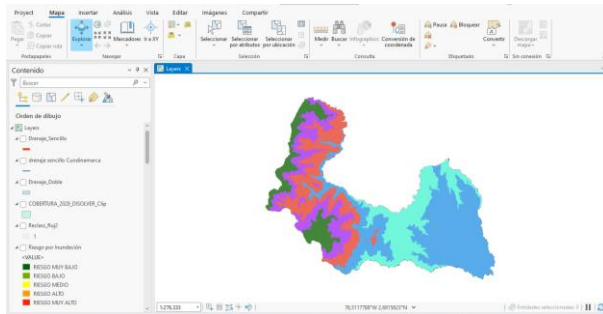
Los factores considerados para determinar el riesgo de inundación incluyen:

Modelo Digital de Elevación (MDE):
Representa la topografía del terreno.

Altitud: Obtenida directamente del MDE.

Estos factores se reclasifican en una escala de 10, 8, 6, 4 y 2, donde 10 representa el mayor riesgo y 2 el menor, correspondiendo a las zonas más elevadas (Olaya, 2014).

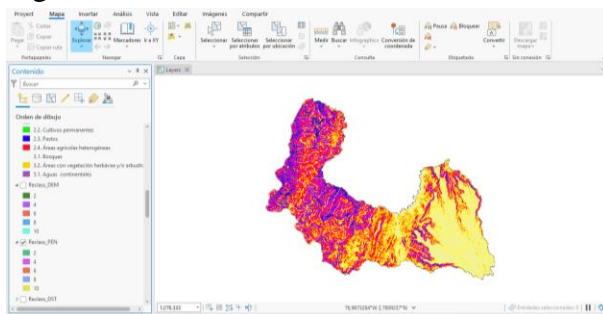
Figura 1. MDE



Fuente: Autoría propia, 2024

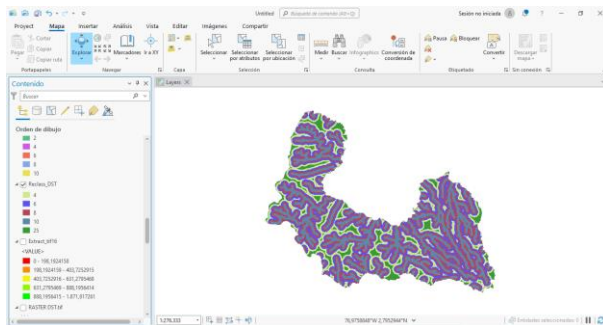
Pendiente: Derivada del MDE, indica la inclinación del terreno.

Figura 2. Pendiente.



Distancia entre drenajes: Mide la proximidad a cuerpos de agua.

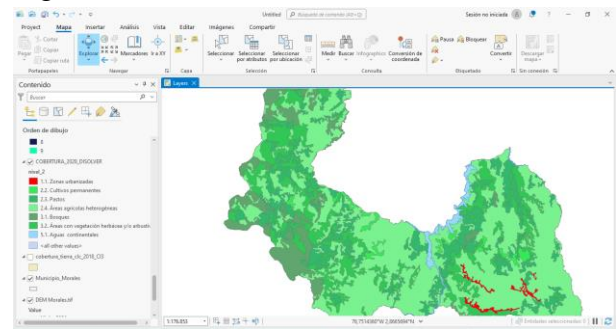
Figura 3. Distancia drenajes.



Fuente: Autoría propia, 2024

Cobertura del suelo: Refleja el uso y tipo de superficie.

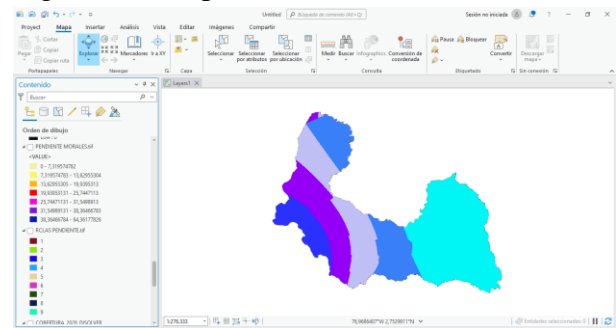
Figura 4. Cobertura del suelo.



Fuente: Autoría propia, 2024

Precipitación: Indica la cantidad de lluvia en el área.

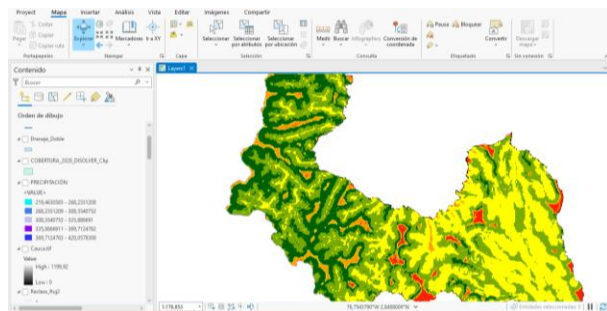
Figura 5. Precipitación



Fuente: Autoría propia, 2024

El mapa final de riesgo de inundaciones se genera mediante una suma ponderada de estos factores reclasificados, asignando pesos específicos a cada uno según su importancia relativa en el riesgo de inundación (Conesa García y García Lorenzo, 2007). El resultado se clasifica en cinco categorías de riesgo: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Figura 6. Distancia entre Drenajes.



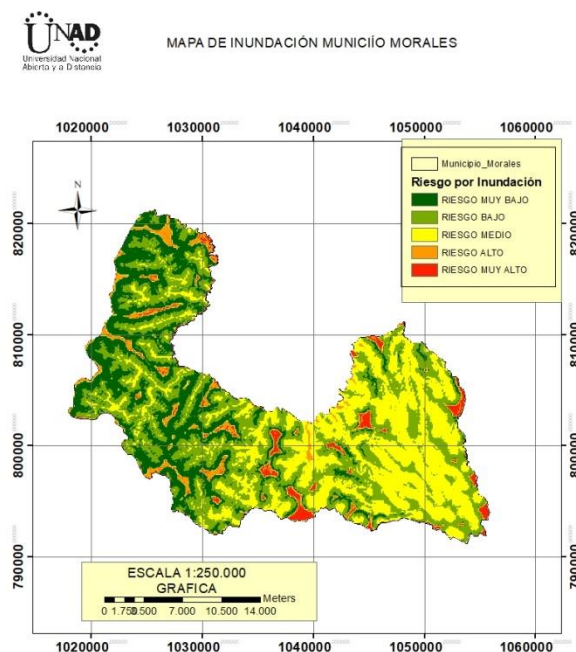
Fuente: Autoría propia, 2024

Finalmente, para el cálculo de áreas, el mapa raster resultante se convierte a formato vectorial utilizando ArcGIS Pro, permitiendo un análisis cuantitativo preciso de las áreas en riesgo (Moreno Jiménez et al., 2012).

Resultados

Basado en los resultados proporcionados para el municipio de Morales, se puede realizar el siguiente análisis partiendo del mapa obtenido y los datos que este genera tanto cualitativos como cuantitativo.

Mapa 1. Índice de riesgo por Inundación



Fuente: Autoría propia, 2024

Distribución del riesgo de inundación:

Tabla 1. Riesgo por inundación.

Riesgo	Area Hectareas	Porcentaje %
Muy Bajo	10666,6	20,9
Bajo	12606,0	24,7
Medio	17556,5	34,4
Alto	6124,4	12
Muy Alto	4082,9	8
Total Municipio	51036,3	100

Nota. La tabla muestra cómo se distribuyen los riesgos en hectáreas y porcentaje con respecto al área total del municipio.

Análisis general:

El municipio de Morales presenta una distribución variada de riesgos de inundación, con un predominio de áreas de riesgo medio a bajo. Sin embargo, es importante notar que un

20% del territorio (10,207.3 hectáreas) se encuentra en las categorías de riesgo alto y muy alto, lo que representa una porción significativa del municipio expuesta a un peligro considerable de inundación.

Identificación de áreas críticas:

Las zonas de mayor riesgo (alto y muy alto) cubren un total de 10,207.3 hectáreas, lo que equivale al 20% del área total del municipio. Estas áreas deben ser consideradas como críticas y prioritarias para la implementación de medidas de prevención, vigilancia y control.

Áreas con mayor y menor riesgo:

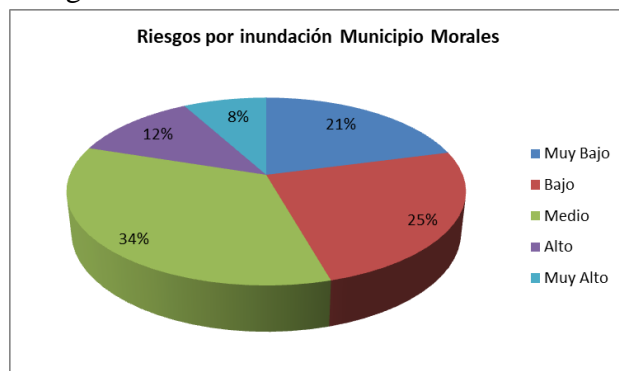
Mayor riesgo: Las áreas clasificadas como de riesgo muy alto (8% del territorio) son las más vulnerables y requieren atención inmediata.

Menor riesgo: Las zonas de riesgo muy bajo (20% del territorio) son las menos propensas a sufrir inundaciones severas.

Distribución espacial del riesgo:

La mayor parte del municipio (60%) se encuentra en las categorías de riesgo medio a bajo, lo que sugiere que una porción significativa del territorio tiene un nivel de vulnerabilidad moderado frente a inundaciones.

Grafico 1. Distribución en porcentaje de los Riesgos.



Interpretación de los datos e impacto potencial:

Planificación urbana: El hecho de que el 45% del territorio se encuentre en zonas de riesgo bajo y muy bajo ofrece oportunidades para la planificación del crecimiento urbano futuro, dirigiendo el desarrollo hacia estas áreas más seguras (Ríos & González 2021).

Gestión de recursos hídricos: Las áreas de riesgo medio (35%) podrían beneficiarse de la implementación de sistemas de alerta temprana y mejoras en la gestión de cuencas hidrográficas para reducir el riesgo de inundaciones.

Conclusiones

La aplicación del análisis multicriterio en combinación con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha demostrado ser una herramienta poderosa y eficaz para la generación del mapa de índice de inundación en el municipio de Morales. Esta metodología ha permitido integrar diversos factores que influyen en el riesgo de inundación, como la topografía, la precipitación, y el uso del suelo, proporcionando una visión holística y espacialmente explícita de la vulnerabilidad del territorio (Fernández y Lutz, 2010).

Los resultados obtenidos revelan una distribución heterogénea del riesgo de inundación en el municipio, con un 20% del área total (10,207.3 hectáreas) clasificada como de riesgo alto y muy alto. Esta información es crucial para la toma de decisiones informadas en materia de planificación territorial y gestión

del riesgo (Díaz-Delgado y Gaytán Iniestra, 2014).

La identificación precisa de las zonas de mayor riesgo, que representan el 8% del territorio en la categoría de riesgo muy alto, permite priorizar las intervenciones y optimizar la asignación de recursos para la prevención y mitigación de desastres. Asimismo, el hecho de que el 45% del municipio se encuentre en zonas de riesgo bajo y muy bajo ofrece oportunidades para el desarrollo sostenible y la planificación estratégica del crecimiento urbano (Pérez Morales et al., 2016).

Recomendaciones:

Implementar medidas de mitigación específicas en las áreas identificadas como de alto y muy alto riesgo, incluyendo la construcción de infraestructuras de protección y el mejoramiento de los sistemas de drenaje (Perles Roselló et al., 2017).

Desarrollar planes de ordenamiento territorial que consideren los resultados del análisis de riesgo, promoviendo el uso adecuado del suelo y restringiendo la expansión urbana en zonas de alto riesgo (Olcina Cantos, 2012).

Establecer sistemas de alerta temprana y planes de evacuación, especialmente en las áreas identificadas como críticas (Camarasa-Belmonte y Soriano-García, 2012).

Fomentar la conservación y restauración de ecosistemas naturales en las zonas de alto

riesgo, como medida de mitigación basada en la naturaleza (Vásquez et al., 2016).

Realizar actualizaciones periódicas del mapa de riesgo, incorporando nuevos datos y considerando los efectos del cambio climático en los patrones de precipitación (Ribera Masgrau, 2004).

Promover la educación y concientización de la comunidad sobre los riesgos de inundación y las medidas de prevención, especialmente en las áreas más vulnerables (Lara et al., 2017).

Referencias bibliográficas

- Amaya Quiroga, A. V., & Gutiérrez Camacho, A. C. (2023). Amazonas bajo amenaza: Implementación de un sistema de información geográfica para la visualización y análisis de las presiones y amenazas en la Amazonía colombiana basado en un modelo multicriterio. <http://redi.ufasta.edu.ar/jspui/handle/123456789/601>
- Amarasa-Belmonte, A. M., & Soriano-García, J. (2012). Evaluación y cartografía del riesgo de inundación en entornos periurbanos mediterráneos utilizando hidrogeomorfología. Aplicación a arroyos efímeros en la región de Valencia (este de España). *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 189-200.
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), 5-30. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/21266>

- Bull, M. T. (2022). Incorporación de la comunidad en Sistemas de Alerta Temprana en Desastre. Universidad, Ciudadanía y Desarrollo Sostenible. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina, 87. <https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/af836a2d-ea36-4b03-bb50-49c2bdbdc268/content#page=88>
- Carvajal, Y., González, N., Enciso, A. M., Loaiza, W., Gaviria, A., Canchala, T., & Ocampo, C. (2020). Atlas: Eventos extremos de precipitación en el Valle del Cauca. Universidad del Valle.
- Conesa García, C., & García Lorenzo, R. (2007). Erosión y diques de retención en la Cuenca Mediterránea: Efectividad hidrogeomorfológica de los diques de retención en cuencas torrenciales del Sureste Español. Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua.
- Díaz-Delgado, C., & Gaytán Iniestra, J. (2014). Evaluación del riesgo de inundación en el diseño de procesos de logística humanitaria. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(5), 976-984.
- Fernández, D. S., & Lutz, M. A. (2010). Zonificación del riesgo de inundación urbana en la Provincia de Tucumán.
- Gómez Delgado, M., & Barredo Cano, J. I. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio (2ª ed.). Ra-Ma.
- Iguago, G., & Benjamín, S. (2024). Estudio geoespacial mediante imágenes satelitales del recurso agua y suelo, para la definición de zonas de riesgo a inundación y deslizamiento en la sierra norte.
- Moreno Jiménez, A., Cañada Torrecilla, R., Cervera Cruaños, B., Fernández García, F., & Gómez García, N. (2012). Sistemas y análisis de la información geográfica: Manual de autoaprendizaje con ArcGIS (2ª ed.). Ra-Ma.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Perles Roselló, J., García Hernández, A., & Martínez Pons, J. (2017). Evaluación del riesgo de inundación en zonas urbanas: Herramientas y aplicaciones para la gestión del riesgo.
- Recinos, L. E. M. (2023). Cambio climático, gestión territorial y gestión del riesgo de desastres. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 6, e266-e266. <https://rias.unesum.edu.ec/index.php/revista/article/view/266>
- Ribera Masgrau, M. (2004). Impacto del cambio climático en las inundaciones: Estudio de casos en Europa.
- Ríos, R. C., & González, G. P. (2021). Cambio climático y planificación urbana: Desafíos y oportunidades para la Evaluación Ambiental Estratégica. *Revista de Derecho Ambiental*, 2(16), 73-107.

Enlace de sustentación:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gxg3kgc1aq0>