

Evaluación del Riesgo por Inundación Mediante SIG en Granada (Meta), Colombia: Un Enfoque Multicriterio Cualitativo

Arlin Johana Cardozo ajcardozoc@unadvirtual.edu.co

Darwin Steiner Rodríguez Zubieta dsrodriguez@unadvirtual.edu.co

Mileidy Yised Ramírez myramirezcap@unadvirtual.edu.co

Yeimy Esperanza González Blanco yegonzalezb@unadvirtual.edu.co

Yineth Prieto Vivas gprietov@unadvirtual.edu.co

Tutor Jorge Adrián Oviedo Reyes jorge.oviedo@unad.edu.co

Resumen

En Colombia las inundaciones son uno de los desastres naturales más frecuentes, ocasionados por el desbordamiento de los ríos en regiones con alta densidad hídrica sumado a la alta intensidad de precipitaciones en ciertos periodos del año, por ejemplo, el municipio de Granada, Meta al presentar una topografía mayormente plana, con precipitaciones de entre 2.400 y 2800 mm/año y una economía basada en la agricultura y ganadería, está expuesto a altos niveles de riesgo de inundación. Estas condiciones demuestran la necesidad de aplicar un análisis de riesgo por inundaciones que oriente la gestión del territorio y la planificación del desarrollo urbano y rural.

Es por ello, que este estudio presenta un enfoque de análisis espacial multicriterio cualitativo mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el software ArcGIS Pro para la modelación del riesgo por inundación en todo el territorio del municipio, aplicando e integrando procesos clave para la elaboración de un mapa temático de riesgo, donde se evidenció que el 53% del municipio se encuentra en condición de riesgo alto y muy alto de inundación, concentrando principalmente en el norte y suroccidente, mientras que el 21% representa riesgo bajo o muy bajo.

Este análisis facilita la actualización de los planes de ordenamiento territorial permitiendo establecer zonas riesgo y delimitación de suelos no aptos para el desarrollo urbano, asimismo, los resultados permiten el fortalecimiento de los planes de gestión del riesgo de desastres para apoyar la toma de decisiones preventivas mediante monitoreo y sistemas de alarma temprana.

Palabras claves: riesgo, inundación, multicriterio, territorio, hídrico.

1. Introducción

Las inundaciones son eventos naturales que se producen por el desbordamiento de corrientes de agua, debido a lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de retención del suelo y de los cauces hídricos generando afectaciones en terrenos aledaños a los cursos de agua, especialmente asentamientos humanos en zonas de riesgo (IDEAM, 2024). Según el IDEAM (Glosario IDEAM, s.f.), las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento.

En Colombia, en los últimos años, las inundaciones han representado uno de los desastres naturales más frecuentes y destructivos, especialmente en las regiones que cuentan con una hidrografía densa como es el caso del municipio de Granada. Este municipio se encuentra ubicado en el departamento del Meta, cuenta con un área total de 350 km² y su sistema hídrico tiene como eje principal el Río Ariari, con sus afluentes el Guape y la Cubillera (Alcaldía Municipal de Granada, Meta), cuyas zonas aledañas son propensas a inundaciones en temporadas de lluvia.

De acuerdo con el Plan Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres, se reconoce que el 92 % del territorio del municipio de Granada presenta alto riesgo de inundación, mientras que el 8% representa un riesgo moderado, donde la Cabecera Municipal ha sido afectada en eventos de inundación relacionados con el caño Irique y el caño Piedras. De igual manera, veredas como Canaguaro, Guape, Dos Quebradas, Lislu, Puerto Caldas, Mucuya, La Playa, Puerto Suarez, Punta Brava, Andes y San Ignacio son afectadas drásticamente por el Río Ariari, Guape y Cubillera dejando daños y pérdidas que corresponden principalmente a desplazamiento de familias damnificadas al casco urbano, pérdida de bienes y enseres, pérdida de tramos de vías y terraplenes, saturación del terreno, pérdida de cultivos y ganado. Asimismo, los factores que favorecen la ocurrencia de inundaciones corresponden a viviendas construidas fuera del límite establecido para la ronda hídrica, zonas deforestadas debido al desarrollo de actividades agrícolas, generando erosión y socavación de laderas, inclinaciones con desniveles internos en los terrenos.

Como medida ante la ocurrencia de inundaciones y otras amenazas, se creó la Estrategia Departamental Para la Respuesta a Emergencias y Desastres del Departamento del Meta, documento que describe los protocolos para atención y respuesta ante emergencias o desastres dentro del departamento.

En este contexto, el análisis del riesgo por inundación resulta fundamental para planificar estrategias de prevención, mitigación y ordenamiento territorial, permitiendo que este estudio se centre en la clasificación cualitativa del riesgo por inundación en el municipio de Granada, Meta (Figura 1), mediante un enfoque multicriterio basado en la combinación de diferentes factores para determinar la zonificación del nivel de riesgo a través del análisis espacial, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

2. Objetivos

General

Analizar la susceptibilidad a inundaciones en el municipio de Granada, Meta, mediante la aplicación de técnicas de análisis espacial cualitativo, con el propósito de caracterizar zonas críticas y aportar criterios técnicos para la evaluación del riesgo y la gestión del territorio.

Específicos

- Aplicar geoprocesos en el software ArcGIS Pro para la modelación del riesgo de inundación del municipio de Granada, Meta.
- Clasificar las zonas identificadas según niveles cualitativos de riesgo por inundación (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo), considerando factores físicos y de exposición.
- Elaborar un mapa temático que represente la clasificación del nivel de riesgo por inundación en las distintas zonas del municipio de Granada, Meta, como resultado del análisis espacial realizado.

3. Identificación del caso de estudio



Figura 1. Ubicación del caso de estudio. Elaboración propia

El Municipio de Granada se encuentra ubicado en el departamento del Meta (Figura 1), cuenta con un área total de 350 km², está localizado entre los 3° 18' y 3° 35' de latitud Norte y entre 73° 30' y 74° 03' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, la topografía del municipio es plana, con pendientes que no superan el 3 % a excepción de las zonas de talud. Los accidentes geográficos son la vega del Río Ariari, la zona de sabana y los taludes que marcan la diferencia de nivel entre las anteriores. Granada cuenta con una zona cálida tropical con la presencia de tres subtipos: húmedo megatérmico, muy húmedo megatérmico y húmedo mesotérmico, su temperatura promedio anual oscila entre los 24 °C y los 25,6 °C, la precipitación varía entre 2.400 y 2.800 milímetros por año, la altitud está entre 372 m.s.n.m. y 410 m.s.n.m

La actividad agropecuaria se caracteriza por la producción de plátano, cacao, café, cítricos, aguacate, maíz, yuca, caña de azúcar, palma africana, arroz, mangostino, piña y maracuyá; además de la ganadería.

El municipio de Granada se ubica dentro de la subregión del Ariari, la cual presenta amenazas asociadas a movimientos en masa, inundaciones, incendios forestales y avenidas torrenciales en sectores más planos, estas condiciones geográficas y climáticas hacen necesario priorizar escenarios de riesgos en sectores planos, donde se concentran las principales afectaciones del territorio. (Alcaldía Municipal de Granada, s.f).

4. Metodología

El presente estudio se desarrolló utilizando el análisis espacial multicriterio, una técnica que permitió integrar diversas variables geográficas y ambientales para evaluar y categorizar las zonas con riesgo de inundación (Figura 2). Los datos de partida corresponden a capas vectoriales y ráster, estas últimas permiten identificar la combinación de territorios y aportan valor cuantitativo para priorizar las zonas de acuerdo con la ponderación del riesgo, realizado mediante el uso del software ArcGIS Pro modelando los datos en las siguientes etapas:

4.1 Recopilación de los datos

Las fuentes de datos corresponden a las relacionadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fuente de datos utilizados en el caso estudio.

Dato geoespacial	Fuente	Año
Modelo de elevación digital – (Digital Elevation Model DEM)	Earth Explorer USGS https://earthexplorer.usgs.gov/	2014
Ráster pendientes	Modelo de elevación digital	
Cobertura de tierras	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM https://www.colombiamaps.gov.co/	2018
Precipitación (ráster obtenido de interpolación IDW)	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM Normales climatológicas estándar	Periodo 1991- 2020

4.2 Cargue de Modelo Digital de Elevación DEM

Se realizó la extracción del modelo de elevación digital, el cual representa la superficie de la Tierra en forma digital, utilizando datos de elevación del municipio de Granada, desde los datos tipo ráster obtenidos del geo portal USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos).

4.3 Capa uso y cobertura del suelo

El término "cobertura de suelo" se refiere a la descripción del material físico en la superficie de la Tierra, diferenciándose así del término "uso de suelo", el cual está definido por las asignaciones derivadas de la actividad humana en un territorio. Sin embargo, ambos están estrechamente relacionados, razón por la que muchos proyectos combinan el mapeo de uso y la cobertura de suelo (Conabio, n.d.).

Esta representación cartográfica muestra la distribución de los diferentes tipos de suelo y el uso que se le da para actividades agrícolas o comerciales permitiendo la identificación de las áreas con mayor y menor permeabilidad de suelos, así como las áreas aledañas a las cuencas hidrográficas.

4.4 Reclasificación del ráster de precipitaciones del Municipio

Se seleccionó el mes de mayo de 2024 como el mes con mayores precipitaciones en el municipio, realizando a partir de este, la reclasificación para representar la intensidad de las lluvias en toda la zona, se evidencia la clasificación de 2 hasta 10 donde el valor 2 representa las intensidades más bajas y 10 las intensidades más fuertes. De acuerdo con el color aplicado para estas intensidades se puede identificar dentro del territorio, la zona norte del municipio como la que ha presentado más intensidad de lluvias.

La figura 2 muestra el proceso de análisis espacial multicriterio aplicado en ArcGIS Pro para la evaluación del riesgo por inundación en el municipio de Granada, Meta. Se incluyen cinco mapas temáticos que representan: (i) el modelo de elevación digital (DEM), (ii) uso y cobertura de suelos, (iii) la intensidad de precipitaciones, (iv) la distancia de los drenajes y (v) acumulación de flujo.

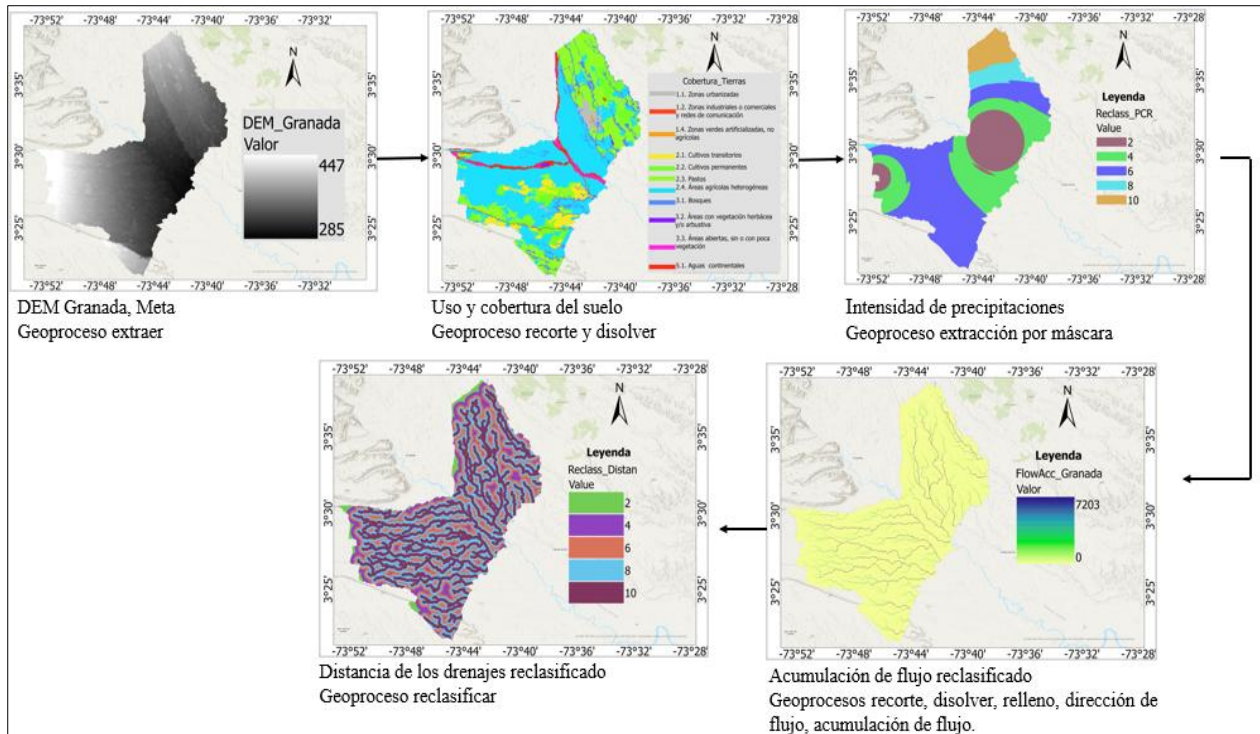


Figura 2 Flujo de elaboración de mapa. Elaboración propia.

4.5 Suma Ponderada del Riesgo

Se aplicó la suma ponderada, la cual permite combinar múltiples capas de datos, donde cada factor tendrá un peso específico de importancia relativa en la modelación del riesgo de inundación, de acuerdo con la información de la tabla 2.

Tabla 2. Factores Del Análisis De Riesgo De Inundación Y Su Porcentaje De Influencia.

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

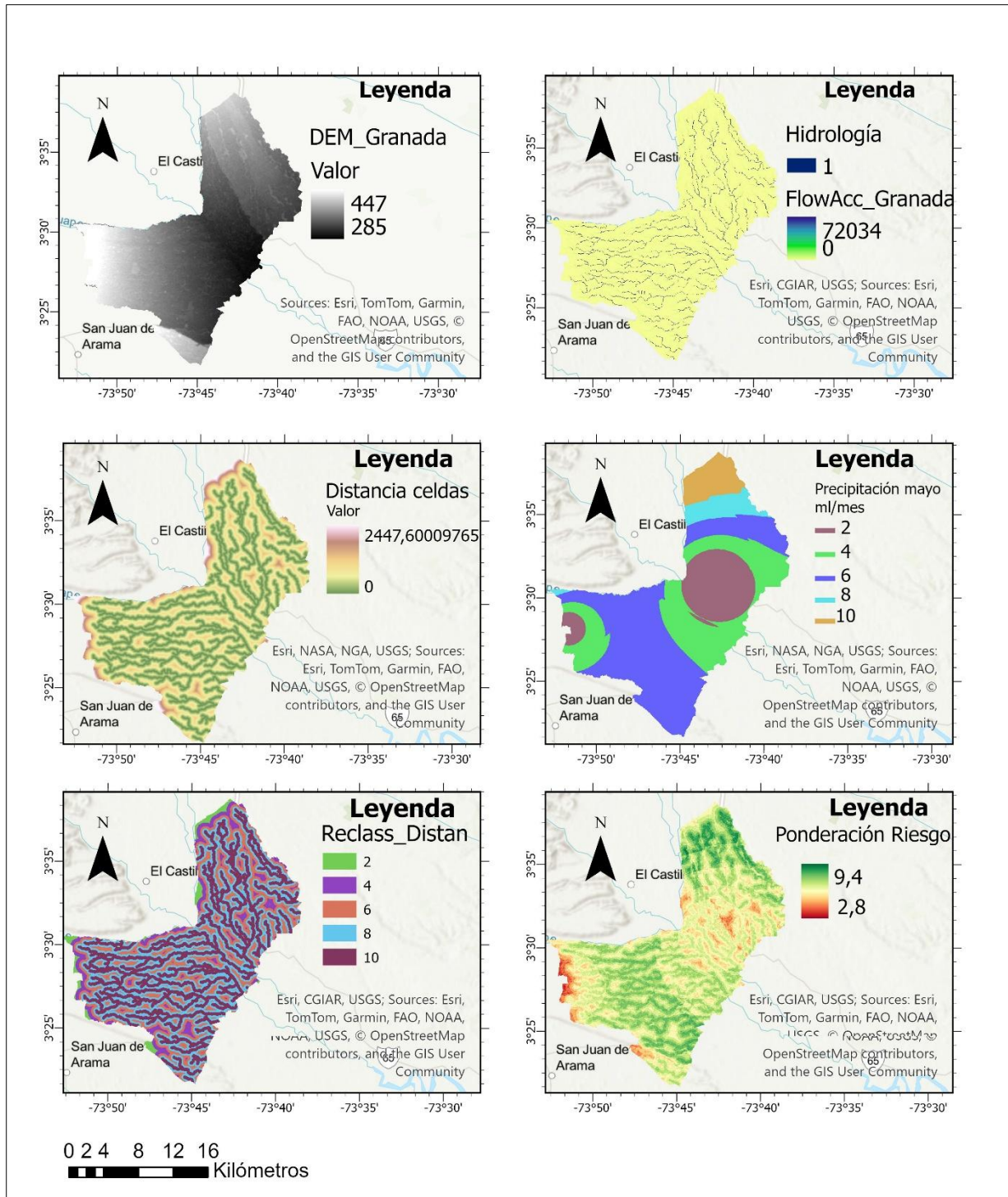


Figura 3. Geoprocesos Realizados. Elaboración propia.

5 Reclasificación del riesgo

Las herramientas de reclasificación cambian o reclasifican los valores de las celdas a valores alternativos mediante diversos métodos, siendo posible reclasificar un valor a la vez o grupos de valores de una sola vez utilizando campos alternativos, basándose en criterios, como intervalos especificados (Esri). Este proceso consiste en transformar valores de capa ráster a vectorial, que representan variables de amenaza, vulnerabilidad y exposición en clases homogéneas de riesgos, facilitando la interpretación y la toma de decisiones.

El uso de la herramienta de ArcGIS permite integrar múltiples capas de información geográfica como las pendientes, uso de suelo, cobertura vegetal, zonas de inundaciones, fallas geológicas, densidad poblacional, entre otros conceptos que se involucran en la evaluación de riesgos.

5. Resultados

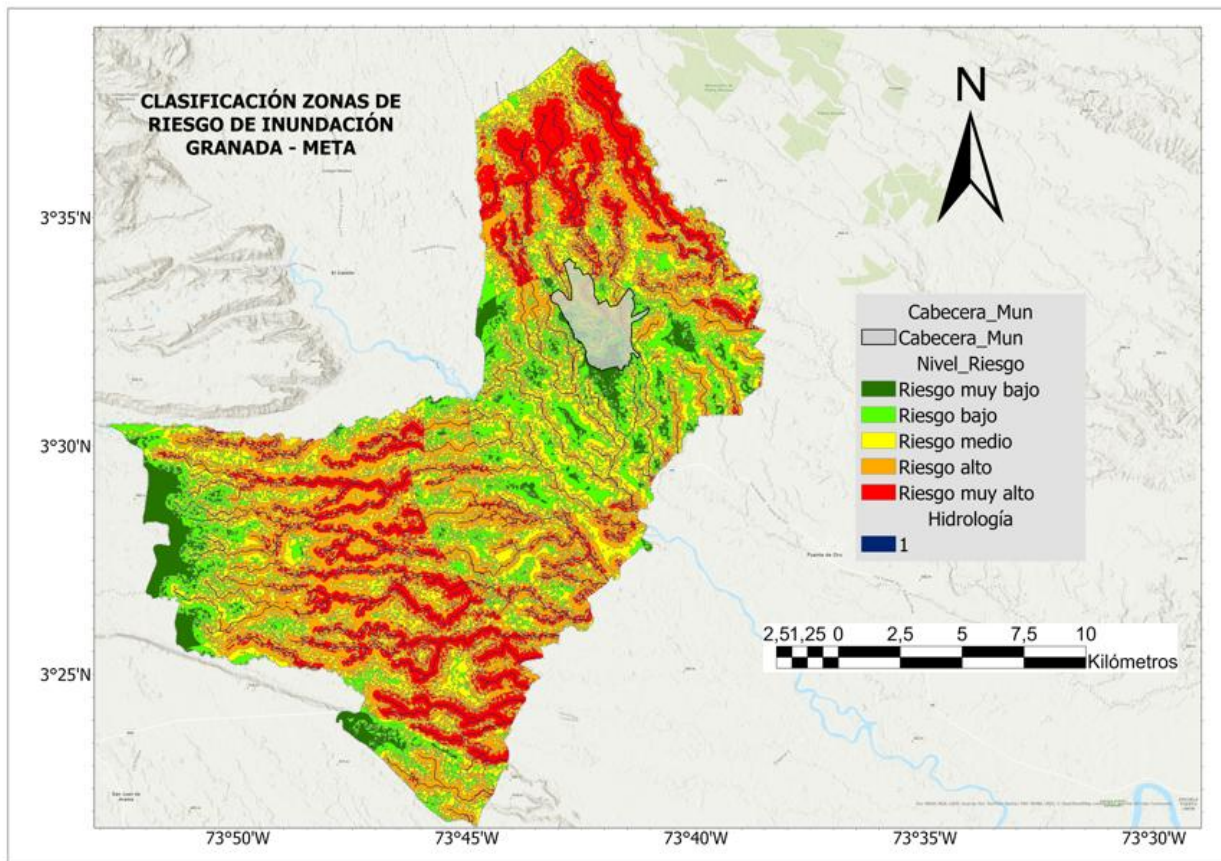


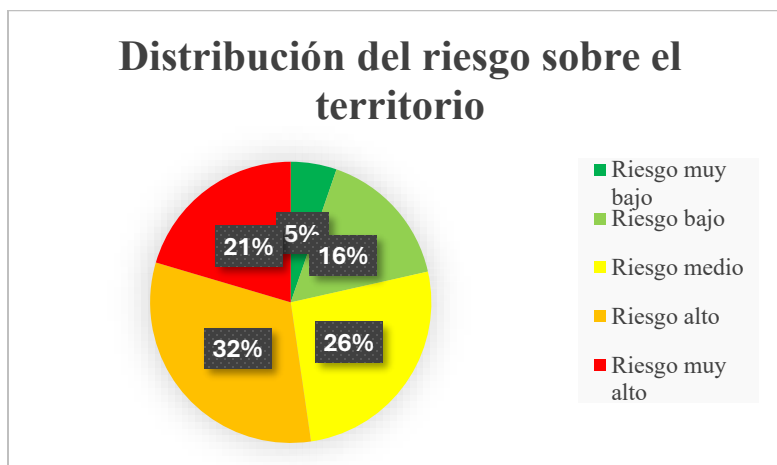
Figura 4. Mapa de Clasificación de Zonas de Riesgo de Inundación Granada, Meta

El mapa representa la clasificación de las zonas de riesgo por inundación, se identifican con muy bajo riesgo en color verde oscuro, bajo riesgo en verde claro, riesgo medio en amarillo, riesgo alto en naranja y finalmente, riesgo muy alto en rojo. Se evidencia que predominan las zonas de alto y muy alto riesgo, especialmente hacia el norte y suroccidente del municipio, lo que está relacionado con la presencia de fuentes hídricas siendo la principal el Río Ariari, con sus afluentes el Guape y la Cubillera (Figura 1). Asimismo, la topografía en esta zona es baja lo que permite la acumulación de agua en temporada de lluvias aumentando el riesgo de inundación, mientras que, las zonas de menor riesgo se reflejan en el centro del municipio y hacia el este, indicando que son más altas o con mejor drenaje, por ejemplo, el casco urbano del municipio donde el uso del suelo es mayormente pavimentado para infraestructura.

Figura 7. Tabla de Atributos Clasificación del Riesgo

Objeto ID	Área (Ha)	Clase de Riesgo
1	1821	Riesgo muy bajo
2	5587	Riesgo bajo
3	9031	Riesgo medio
4	10992	Riesgo alto
5	7042	Riesgo muy alto

La tabla representa la extensión de las áreas clasificadas de acuerdo con el riesgo, donde la de menor tamaño corresponde a las áreas con riesgo muy bajo, ocupando un territorio total de 1821 hectáreas, por el contrario, la zona más amplia está clasificada como riesgo alto con 10991 hectáreas. A continuación, se presenta, un gráfico con la distribución del riesgo sobre el territorio de acuerdo con las áreas de riesgo clasificadas y calculadas en hectáreas.

Gráfico 1. *Distribución de Riesgo Sobre el Área del Municipio*

En este estudio se calculó la superficie total en hectáreas para cada categoría de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) mediante el análisis multicriterio espacial en ArcGIS Pro, realizando la estimación a partir de criterios como pendiente, proximidad a cuerpos de agua, uso del suelo y precipitación.

De acuerdo con el Plan Departamental para la Gestión del Riesgo de desastres (Gobernación del Meta, 2020, pag.185) el municipio de Granada presenta un 31% de su territorio con amenaza alta por fenómeno de inundaciones debido a su topografía, afectando especialmente veredas como Aguas Claras, Canaguaro y Punta Brava. Además, un 33% del área se clasifica como amenaza baja, mientras que el restante 31% corresponde a zonas de bajo riesgo de inundación.

Tabla 3. *Zonificación de amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales en Granada, Meta.*

Grado de amenaza	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Alta	103,81	31%
Baja	111,40	33%
Moderada	0,40	0%
Muy baja	16,20	5%
No susceptible	104,92	31%
Total	336,73	100%

Fuente: *Gobernación del Meta – UDGRD (2020, p.185)*

Según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019, durante este periodo el municipio de Granada fue uno de los más afectados por eventos de inundación, se registraron al menos 10 eventos de este tipo, destacándose la emergencia del 2011, afectando alrededor de 17000 personas en el territorio (Alcaldía Municipal de Granada, 2016).

Al comparar las áreas correspondientes de cada categoría del gráfico de distribución de riesgo sobre el área del municipio de Granada, se observa que el municipio presenta una distribución espacial crítica; el 53% del territorio se encuentra en condición de riesgo alto o muy alto; diversos estudios demuestran que las zonas con pendientes suaves o planas, cercanas a cuerpos de agua y uso intensivo del suelo (urbanización desorganizada y cobertura vegetal reducida) presentan mayor exposición a inundaciones (IDEAM, 2021) explicando así la concentración del riesgo alto o muy alto en ciertos sectores del municipio.

Por el contrario, el 21% corresponde a zonas clasificadas como de riesgo bajo o muy bajo, generalmente localizadas en zonas más elevadas o con cobertura vegetal, esta distribución evidencia la necesidad de priorizar las estrategias de mitigación de riesgo, especialmente en veredas y sectores urbanos con alta densidad poblacional.

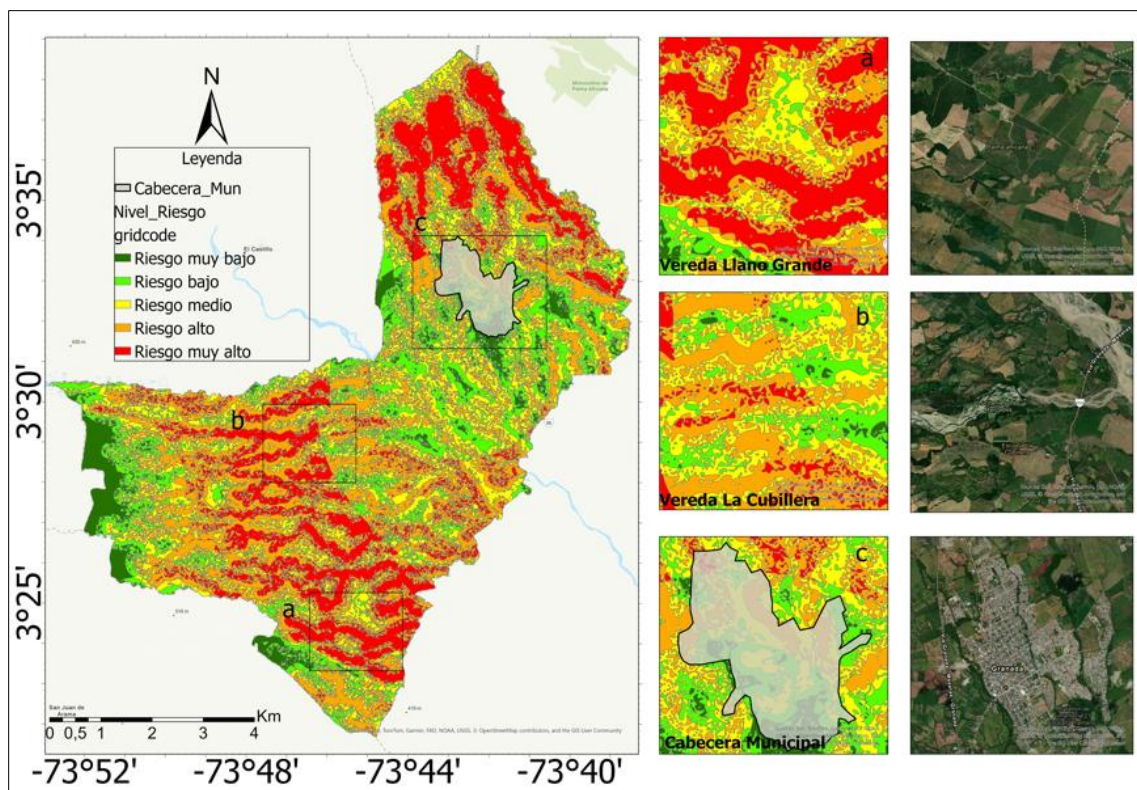


Figura 5. *Vistas del Nivel de Riesgo en Diferentes Zonas del Municipio. Elaboración propia*

La Figura 5 evidencia diferentes zonas del municipio, se representa el grado de riesgo para las veredas Llano Grande y la Cubillera, las cuales se encuentran en áreas con nivel de riesgo alto de inundación por encontrarse cercanas al Río Guape o aguas abajo del mismo, contrario a esto, se representa también el casco urbano de Granada, el cual se ubica en una zona con riesgo de inundación bajo, siendo relevante debido a que la mayor parte de la población se concentra en la cabecera municipal. A partir de esta zonificación del nivel de riesgo de inundación, se identifican las afectaciones que pueden presentarse ante una crecida de los caños Irique y Piedras, llegando a causar daños en vías terciarias de acceso a las veredas, redes eléctricas, instituciones educativas, puentes veredales y acueductos comunitarios, que cumplen funciones vitales para la movilidad, servicios públicos y atención a la población. De acuerdo con la Unidad Nacional para la gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2022), la identificación de infraestructura crítica es un componente clave para la planificación territorial y la gestión del riesgo.

Cabe señalar que este estudio de caso presenta limitaciones, debido a la escasa y desactualizada información detallada sobre infraestructura y la falta de información que consideren el impacto del cambio climático en los patrones de precipitación y escorrentía en la zona, además de la inexistencia de estudios de ordenamiento ambiental de cuencas hidrográficas, y poco monitoreo y registro sobre eventos de inundaciones (UNGRD, 2022).

6. Conclusiones

El uso de información geográfica (SIG) demostró ser una herramienta eficaz para mapear zonas con riesgo de inundación, facilitando una visión integral del territorio y sus niveles de vulnerabilidad mediante la integración de factores físicos como pendiente, uso del suelo, y cercanía a fuentes hídricas permitiendo una clasificación más precisa del riesgo de inundación, útil para la toma de decisiones en gestión territorial.

De acuerdo con los resultados podemos evidenciar que para el municipio de Granada la clasificación del territorio, según los niveles de riesgo por inundación, se evidencia que una proporción significativa del área municipal se encuentra en riesgo alto o medio, especialmente en zonas planas cercanas a cuerpos hídricos. Esta información es fundamental para priorizar intervenciones, definir zonas no aptas para urbanización y orientar el uso adecuado del suelo pues la extensión de estas áreas reafirma la necesidad de fortalecer la planificación territorial y la prevención del riesgo para proteger a la población y los ecosistemas.

En el análisis del mapa de riesgo de inundación se identificaron con precisión las zonas más críticas de inundación en el municipio de Granada Meta, donde se destaca las áreas cercanas al Río Ariari y Guayuriba como los más vulnerables por su proximidad a cauces y la topografía baja de la zona.

El estudio revela que las zonas más afectadas corresponden a sectores con alta densidad poblacional y condiciones de vulnerabilidad, entendidas estas como la exposición a riesgos y factores socioeconómicos como bajos ingresos, limitado acceso a servicios básicos, baja escolaridad, viviendas precarias y escasa capacidad de respuesta de las instituciones ante eventos extremos. Dicha situación da a conocer la urgencia de implementar programas de educación ambiental, una reubicación planificada con el objetivo de reducir al máximo la exposición de las comunidades locales.

Los resultados obtenidos permiten sugerir la importancia de los planes de ordenamiento territorial y los planes de gestión del riesgo, con el fin de orientar el desarrollo urbano hacia zonas seguras y lograr mitigar los futuros impactos de eventos extremos, así mismo, se recomienda promover la elaboración o revisión de la cartografía de riesgo siguiendo lineamientos como los establecidos por la UNGRD y los POT municipales, estas acciones pueden fortalecer los sistemas de monitoreo climático e hidrológico en el municipio facilitando la preparación para atender eventos de inundaciones optimizando los tiempos de respuesta ante cualquier eventualidad.

Recomendaciones

- Reforzar zonas de ronda hídrica y márgenes de ríos para disminuir erosión, mejorar infiltración y mitigar el riesgo de inundación.
- Establecer áreas aptas para la producción agrícola según tipo de suelo, pendiente y riesgo de inundación, evitando cultivos en zonas vulnerables.
- Capacitar a comunidades campesinas sobre prácticas sostenibles, agroecología y conservación de recursos naturales, a la vez que se promueven campañas de sensibilización a la comunidad sobre la gestión del riesgo para desastres dirigidas directamente a la población ubicadas en las zonas críticas.
- Para evitar la expansión urbana en zonas de alta amenaza de inundaciones se recomienda incorporar los mapas de riesgos en los instrumentos de planificación

territorial como los planes de ordenamiento territorial y la gestión del riesgo de desastres.

- Incrementar los monitoreos de alertas tempranas con la instalación de estaciones hidrometeorológicas, sensores de nivel y apoyo de las redes de comunicación de la zona para la comunidad, con el fin de anticiparse a las inundaciones a los que son expuestas con frecuencia para reducir el impacto en la región de los granadinos. Asimismo, el uso de herramientas como ArcGIS Pro para mapear coberturas vegetales, cuerpos de agua y áreas degradadas, facilitando decisiones informadas

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de Granada, Meta. Mi Municipio. <https://granada-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Alcaldía Municipal de Granada. (2016). Plan de Desarrollo Municipal 2016–2019. <https://granadameta.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipal%202016-2019.pdf>

Conabio. (n.d.). Monitoreo de la cobertura de suelo | Biodiversidad Mexicana. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/cobertura-suelo>

Departamento del Meta. Estrategia Departamental Para la Respuesta a Emergencias y Desastres del Departamento del Meta https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2020/06/12/Estrat%C3%A9gia_Dptal_para_la_Respuesta_a_Emergencias.pdf

Departamento del Meta. Instituto de Turismo. Granada. <https://turismometa.gov.co/el-meta/informacion-general/simbolos/item/258-granada.html#:~:text=El%20sistema%20H%C3%ADdrico%20tiene%20como,entre%20otros%20en%20la%20sabana.>

Departamento del Meta. Plan Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres. https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2020/06/12/Plan_Dptal_para_la_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_de_Desastres.pdf

- Escolano Utrilla, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano Utrilla (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>
- ESRI. ArcGis Pro. *Comprender la reclasificación*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/3.3/tool-reference/spatial-analyst/understanding-reclassification.htm>
- Gobernación del Meta. (2020). Plan Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres. Unidad Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres – UDGRD. https://meta.gov.co/sites/default/files/2020-06/Plan_Dptal_para_la_Gestion_del_Riesgo_de_Desastres.pdf
- Gobernación del Meta. (2025, julio 3). Lluvias afectaron varios municipios del Meta. Gobernación del Meta. <https://meta.gov.co/noticias/lluvias-afectaron-varios-municipios-del-meta/3788>
- IDEAM. (s. f.). *Inundación (Alertas hidrológicas)*. Glosario hidro-meteorológico. Recuperado de <https://www.ideam.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/glosario/inundacion-alertas-hidrologicas>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2021). Atlas de riesgo climático de Colombia. <https://www.ideam.gov.co/documents/21021/626760/Atlas+Riesgo+Clim%C3%A1tico+Colombia+2021.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Inundación (Alertas Hidrológicas). <https://www.ideam.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/glosario/inundacion-alertas-hidrologicas>
- Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cities and Flooding A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. En The World Bank
- Mi Municipio*. (s/f). Gobernador.co. <https://granada-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx>

- Parra Saad, A., Sanabria Buitrago, M., Sanabria, R., & Piñeros Dueñas, K. N. (2022). Incorporación de factores socioeconómicos al análisis de vulnerabilidad del riesgo por inundación en vías usando un modelo geoespacial. *Investigaciones Geográficas*, (78), 1–17. <https://doi.org/10.14198/INGEO.25788>
- Ríos, L. A., & Martínez, J. F. (2021). *Vulnerabilidad de la infraestructura vial rural ante eventos hidrometeorológicos extremos en zonas del Piedemonte Llanero*. *Revista Ingeniería y Región*,9(2),45–58. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_region/article/view/14060
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD. (2022). *Guía para la identificación y priorización de zonas críticas por inundación*. UNGRD. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2020). *Lineamientos para la articulación de escenarios de riesgo en los instrumentos de planificación territorial*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/40604>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2021). Marco conceptual para la reducción del riesgo de desastres en Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/40576>
- Zambrano, M., & Acosta, D. (2023). Evaluación cualitativa del riesgo por inundaciones en municipios del Meta mediante geotecnologías. *Revista Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 12(1), 67–80. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/ambienteydesarrollo>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/Cwseu3q8wNs>