

Modelación del riesgo de inundación en el municipio de Yopal, Casanare

Autores:

Carlos Javier Castro Rodríguez - cjastroro@unadvirtual.edu.co

Juan Alexander Calderón Ruiz - Jacalderonrui@unadvirtual.edu.co

María Alejandra Rueda Güiza - maruedag@unadvirtual.edu.co

Maryori Tatiana Leiva Ubillús - mtleivau@unadvirtual.edu.co

Raquel Alejandra Zambrano Duque - razambranodu@unadvirtual.edu.co

Docente: Gina Carolina Posada Correa - gina.posada@unad.edu.co

Resumen

Este artículo presenta la aplicación de herramientas de geoprocésamiento en la gestión del riesgo por inundación en el municipio de Yopal, Casanare. Se describe una metodología basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para transformar, analizar y visualizar datos espaciales, permitiendo la identificación y categorización de zonas de riesgo. El análisis multicriterio realizado en el municipio permitió identificar que el 8,9% del municipio presenta un riesgo muy alto de inundación, mientras que el 24,9% se clasifica en riesgo alto y el 27,4% en riesgo medio, lo que implica que más de la mitad del territorio con un 52,3%, asociado a las zonas de minera, pastos y vegetación herbácea, y las zonas agrícolas y húmedas, y en contraste las zonas urbanizadas que evidencian un nivel muy bajo de riesgo. Lo anterior, requiere de acciones preventivas prioritarias, donde se fortalezca la gestión del riesgo hacia los sectores rurales y productivos, anticipando obras de mitigación y estrategias de monitoreo continuo para reducir el impacto por las inundaciones y protegiendo la infraestructura, la economía y la vida de los habitantes del municipio.

Palabras clave: Geoprocésamiento, gestión territorial, ráster, riesgo, SIG, vectorial.

Summary

This article presents the application of geoprocessing tools in flood risk management in the municipality of Yopal, Casanare. It describes a methodology based on the use of Geographic Information Systems (GIS) to transform, analyze, and visualize spatial data, enabling the

identification and categorization of risk zones. The multi-criteria analysis conducted in the municipality revealed that 8.9% of the area is at very high risk of flooding, 24.9% is classified as high risk, and 27.4% as medium risk. This means that more than half of the territory, 52.3%, is associated with mining areas, pastures, herbaceous vegetation, agricultural, and wetland zones, whereas urbanized areas show a very low level of risk. These findings call for urgent preventive actions, strengthening risk management in rural and productive sectors, anticipating mitigation works, and implementing continuous monitoring strategies to reduce the impact of floods and protect the municipality's infrastructure, economy, and the lives of its inhabitants.

Keywords: Geoprocessing, GIS, raster, risk, territorial management, vector.

Introducción

Los fenómenos del niño y la niña, el comportamiento de los vientos alisios del noreste y del sureste, la zona de convergencia intertropical y la presencia de la cordillera oriental son factores determinantes en el comportamiento climático en el departamento del Casanare; el área más lluviosa está ubicada en el pie de monte y la vertiente baja de la cordillera con promedios superiores a 4000 mm y una franja de lluvias intermedias que se sitúa en las vertientes medianas. avalanchas, vendavales y deslizamientos que generan daños no solo la infraestructura departamental como son viviendas, vías, puentes, servicios públicos, entre otros; sino de igual forma al sector agropecuario y ganadero que se ha visto altamente afectado por la pérdida de animales cultivos y pastos, adicionalmente de vidas humanas que son irremplazables en cualquier contexto u ámbito (Becerra, 2020).

El uso de herramientas tecnológicas para la gestión del ordenamiento y planeación del territorio permiten desarrollar estrategias para la conservación de la biodiversidad y prevención de desastres naturales, como en este caso de estudio el riesgo por inundaciones; esta herramienta permite la toma de datos geoespaciales que se transforman en una representación cartográfica para la interpretación y análisis de los acontecimientos agroclimáticos como son las lluvias y sus efectos sobre el territorio (Cruz y Rodríguez, 2023). El aumento de los desastres naturales en todo el mundo ha generado grandes pérdidas económicas, ambientales y de vidas humanas, es por ello por lo que los sistemas de alerta temprana se han desarrollado como una herramienta para mitigar el impacto de estos eventos (Domínguez, 2014).

La gestión del riesgo por inundaciones es un reto prioritario para el municipio de Yopal, Casanare, dada su ubicación geográfica y la recurrencia de eventos climáticos extremos que afectan tanto a zonas urbanas como rurales. Este trabajo, desarrollado en el marco del diplomado en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio, aborda de manera integral la problemática mediante la aplicación de metodologías avanzadas de geoprocésamiento y análisis multicriterio en ArcGIS Pro.

A lo largo del documento, se describe la configuración y procesamiento de datos espaciales, la selección y reclasificación de variables clave como precipitación, pendiente, elevación, distancia a drenajes y cobertura de tierras, así como la asignación de ponderaciones específicas para modelar el riesgo de inundación. Los resultados obtenidos permiten identificar y clasificar áreas de riesgo en cinco niveles, facilitando la priorización de intervenciones y la toma de decisiones informadas. Además, se analizan las zonas más vulnerables, los impactos recientes de las lluvias intensas y las acciones institucionales implementadas, como obras de mitigación y la coordinación interinstitucional ante emergencias. Finalmente, se proponen recomendaciones para fortalecer el ordenamiento agroambiental y la resiliencia de las comunidades, demostrando el valor de los SIG como herramienta fundamental para la gestión territorial y la reducción de riesgos en contextos complejos como el de Yopal.

Objetivos

Objetivo General

Analizar y mapear el riesgo de inundación en el municipio de Yopal, Casanare, con el fin de fortalecer la gestión del riesgo y el ordenamiento agroambiental del territorio.

Objetivos Específicos

Transformar y optimizar la información espacial mediante la conversión de capas ráster a vectorial y el suavizado de polígonos para mejorar la calidad cartográfica de los mapas de riesgo.

Clasificar y calcular áreas de riesgo de inundación utilizando criterios cualitativos y métricas geométricas, facilitando la interpretación y priorización de zonas vulnerables.

Proponer recomendaciones para la gestión territorial y el diseño de estrategias de mitigación del impacto por inundaciones.

Identificación del caso de estudio

El fenómeno de La Niña sigue influyendo en las condiciones climáticas del Pacífico Tropical, lo que traerá lluvias por encima de lo normal en varias regiones de Colombia, incluida la Orinoquía. El municipio de Yopal, capital del departamento de Casanare, enfrenta periódicamente riesgos significativos debido a inundaciones, especialmente durante la temporada de lluvias. Estos eventos afectan tanto a las zonas urbanas como rurales, comprometiendo la infraestructura, la seguridad de los habitantes y la economía local.

Desde el mes de abril del presente año Corporinoquia hace un llamado urgente a las entidades territoriales, a los actores locales y a los habitantes de la región, para que adopten medidas preventivas ante la llegada de la primera temporada de lluvias del año 2025.

Esta solicitud, se basa en los pronósticos climáticos más recientes emitidos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), así como en informes técnicos de la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA) y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI).

Cómo lo menciona (CORPORINOQUIA, 2025) la temporada de lluvias puede traer consigo eventos como:

Inundaciones: Tanto lentas, que afectan grandes áreas durante semanas o meses, como súbitas, que llegan rápido y con fuerza tras lluvias intensas.

Avenidas torrenciales: Flujos rápidos de agua y sedimentos en zonas de alta pendientes

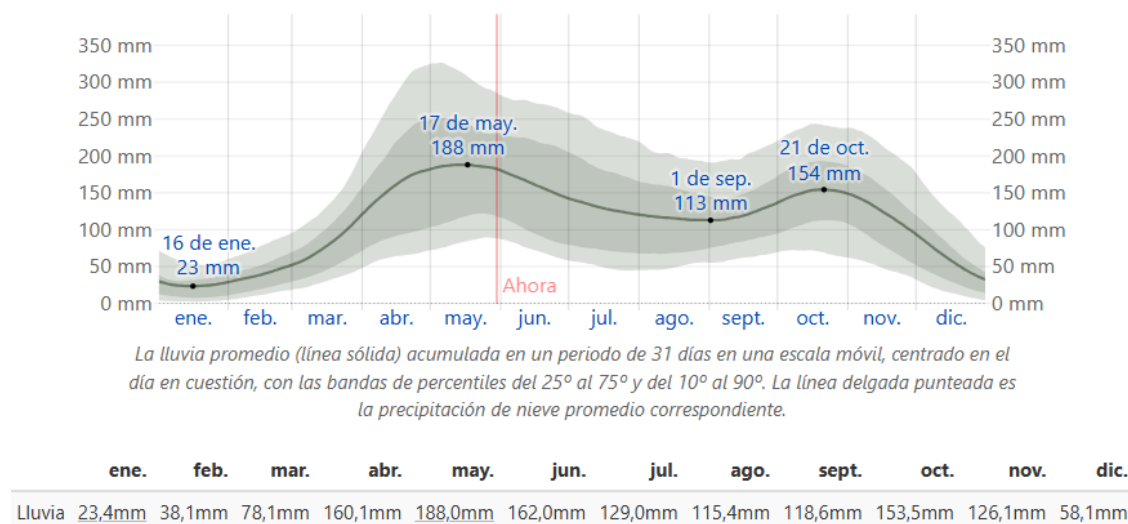
Deslizamientos: Movimientos de tierra en laderas, que pueden ser lentos o repentinos.

Vendavales y tormentas: Vientos fuertes, granizo o rayos que afectan viviendas y cultivos.

Estos fenómenos son naturales, pero sus efectos pueden ser mayores si no estamos preparados, sin embargo, las fuertes lluvias de los últimos días en veredas y corregimientos de Yopal han causado graves inundaciones, se han identificado 34 puntos críticos y varias comunidades están afectadas, lo que representa una amenaza para sus viviendas, cultivos y vías hacia la zona rural. Además, el río Cravo Sur se mantiene en alerta roja, según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

Figura 1.

Grafica de precipitación anual del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: [Fotografía] por Weather Spark, s.f https://es.weatherspark.com/y/25256/Clima-promedio-en-Yopal-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette

Conforme los registros del clima suministrados por la página web Weather Spark durante el año 2024, en Yopal la temporada más húmeda en cuanto a precipitaciones dura 8,5 meses, que corresponde al periodo del 19 de marzo al 3 de diciembre. El mes con más precipitaciones es el mes de mayo, con un promedio de 21,2 días para el año del reporte (Figura 1).

En respuesta, se han implementado diversas medidas de mitigación para reducir el impacto de estos fenómenos naturales entendiendo que las inundaciones en Yopal son causadas principalmente por el desbordamiento de ríos como el Cravo Sur y el Charte, debido a precipitaciones intensas y prolongadas. Estas inundaciones provocan daños en viviendas, pérdida de cultivos, afectación de vías y riesgo para la vida de los habitantes. Además, la obstrucción de sumideros y sistemas de drenaje pluvial agrava la situación, especialmente en áreas urbanas como la carrera 23, donde se han reportado inundaciones recurrentes debido a la falta de mantenimiento adecuado (Prensa Libre Casanare, 2017).

Estudios realizados en sectores como Isla La Manga han identificado zonas de alta vulnerabilidad mediante modelamiento espacial, lo que permite una planificación más efectiva para la gestión del riesgo (Fonseca Arias, 2019). La Oficina de Gestión del Riesgo de Casanare activó de manera

permanente un Puesto de Mando Unificado (PMU), como respuesta a la fuerte ola invernal que afecta al departamento.

Hasta el momento, las inundaciones han dejado más de 1.800 familias damnificadas. La decisión se tomó tras la activación del Comité Departamental para el Manejo de Desastres, en una sesión del PMU en la que se determinó su funcionamiento continuo. Esta medida busca coordinar acciones frente a las emergencias generadas por el desbordamiento de varios ríos, entre ellos el Meta, Cravo Sur, Ariporo, Upía, Túa, Pauto y Casanare.

De igual manera, se presentó el desbordamiento de los ríos Charte y Tocaría, así como de algunos caños y canales de agua, por lo que alertaron a los habitantes aledaños a las zonas riverañas a que mantengan protocolos de prevención y estén atentos al incremento en los niveles de las aguas.

Para enfrentar estos desafíos, las autoridades locales y departamentales han desarrollado e implementado diversas obras y estrategias como lo son la canalización y construcción de Jarillones en sectores críticos como la vereda Palomas y La Manga, con el objetivo de redirigir el cauce del río Cravo Sur y proteger las áreas habitadas y productivas (Prensa Libre Casanare, 2025). Además, se ha realizado la construcción de Diques en la vereda San Pascual con el fin de proteger a más de 500 familias de las constantes inundaciones causadas por el río Cravo Sur. Esta obra incluye la utilización de bolsas big bag y mantos geotextiles para controlar la erosión (La Voz de Yopal, 2025).

Por otro lado, se han invertido más de 4.000 millones de pesos en la reposición y optimización de la red de alcantarillado pluvial en la carrera 23, una de las zonas más afectadas por inundaciones en la ciudad (Gobernación de Casanare, 2019). Ahora bien, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se han identificado áreas de alta amenaza y vulnerabilidad, lo que permite una mejor planificación y toma de decisiones en la gestión del riesgo (Fonseca Arias, 2019). Las obras de mitigación han contado con la participación de la comunidad, así como con el apoyo de la alcaldía, la gobernación y empresas privadas, lo que ha permitido optimizar recursos y fortalecer el sentido de pertenencia y responsabilidad compartida (Prensa Libre Casanare, 2024).

Metodología

Para identificar los riesgos de inundación presentes en el municipio de Yopal, Casanare se han desarrollado diferentes geoprocetos en la herramienta ArcGIS Pro realizando un análisis

multicriterio para culminar con la elaboración de un mapa de riesgo por inundación. El desarrollo se realizó a través de un enfoque metodológico estructurado en fases secuenciales (Figura 2). Inicialmente, se configuró el entorno de trabajo en ArcGIS Pro bajo el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS CMT12, y se integraron capas ráster y vectoriales pertinentes (Figura 3). En la fase de procesamiento de datos, se aplicaron recortes, disoluciones y conversiones de datos para garantizar homogeneidad espacial y temática.

Figura 2.

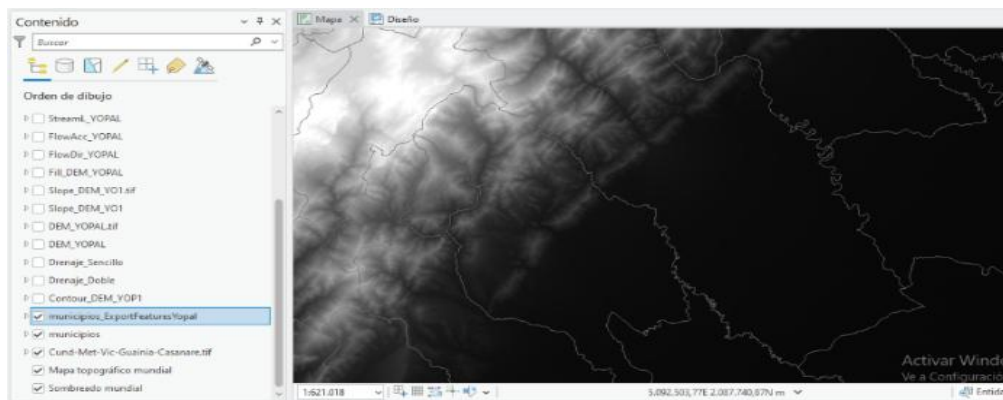
Diagrama Metodológico.



Fuente: Autoría propia, 2025

Figura 3.

Capa ráster y vectoriales en el sistema MAGNA-SIRGAS CMT12 del municipio de Yopal, Casanare.

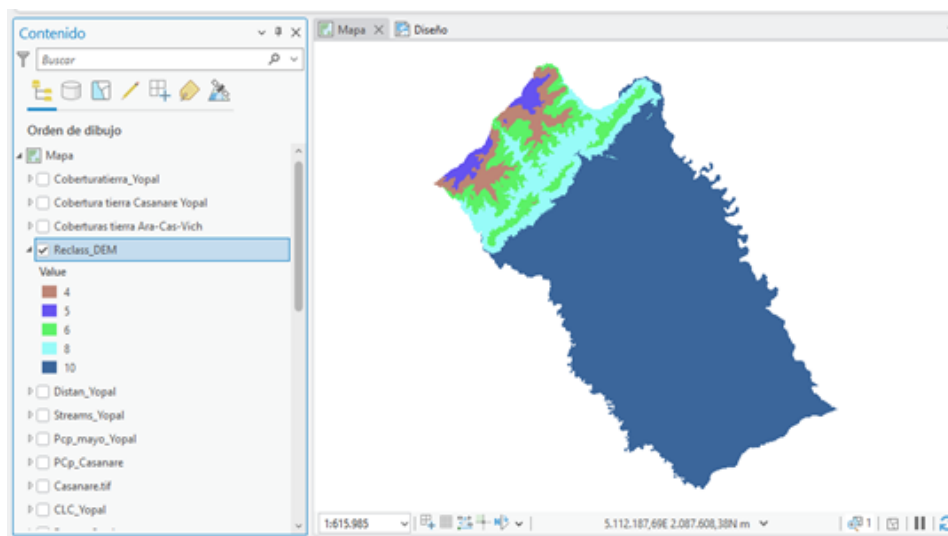


Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Posteriormente, se realizó la reclasificación de cinco variables clave como los son el Modelo Digital de Elevación DEM (Figura 4), Modelo de pendientes (Figura 5), Modelo de precipitación (Figura 6), Modelo de distancia a drenajes (Figura 7) y Modelo de cobertura de tierras (Figura 8), estandarizando sus valores en unas escalas, lo cual permitió homogenizar los criterios de análisis.

Figura 4.

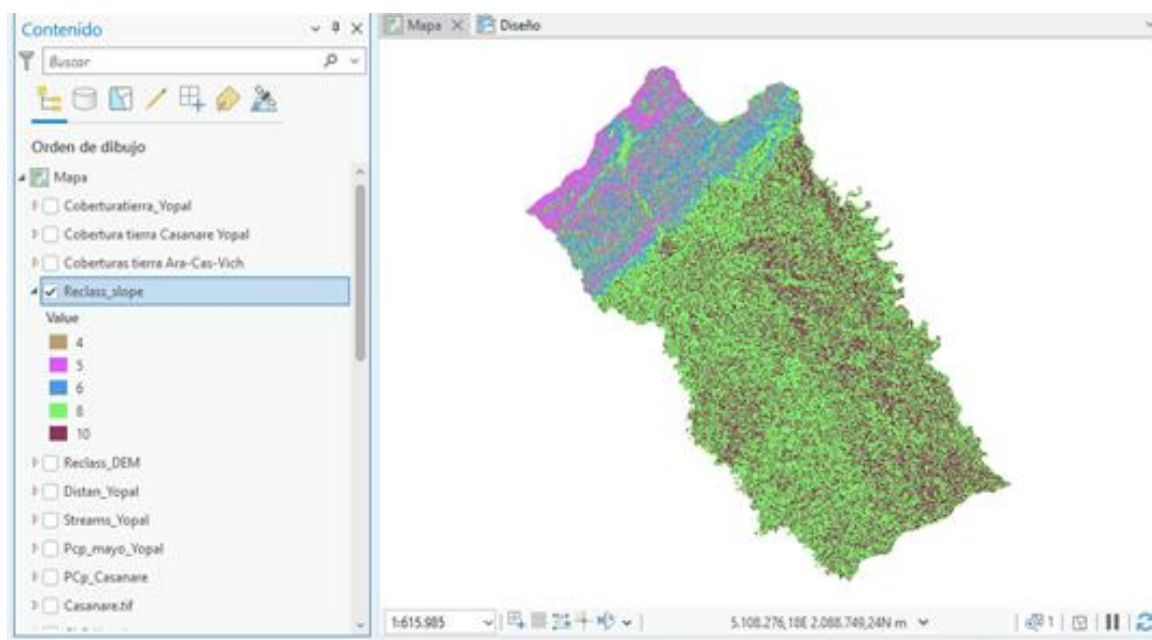
Modelo Digital de Elevación DEM reclasificado del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 5.

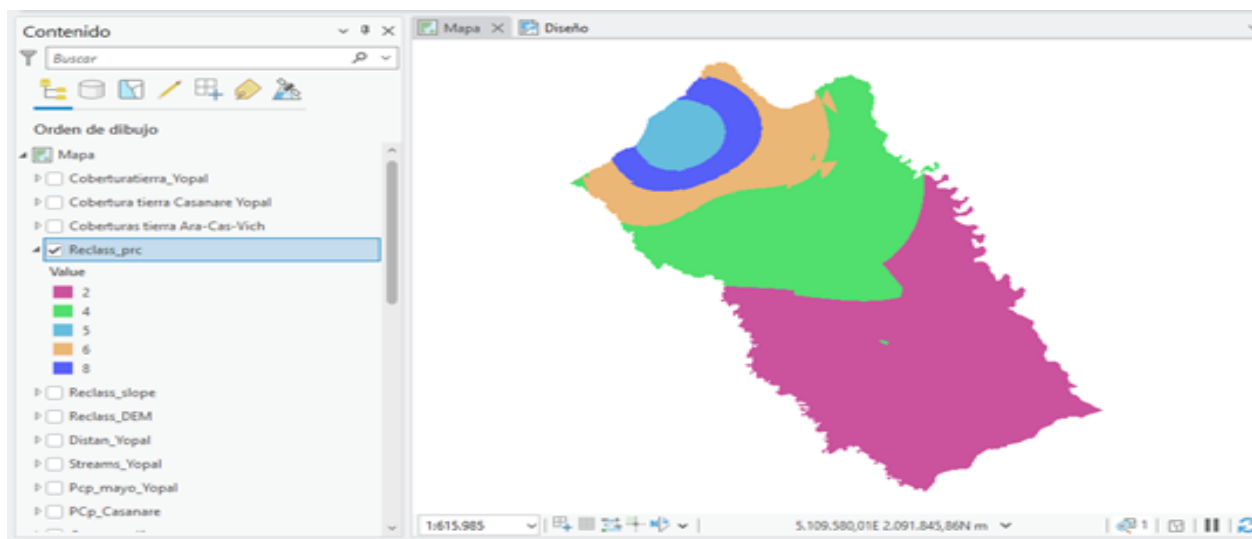
Modelo de Pendientes reclasificado del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 6.

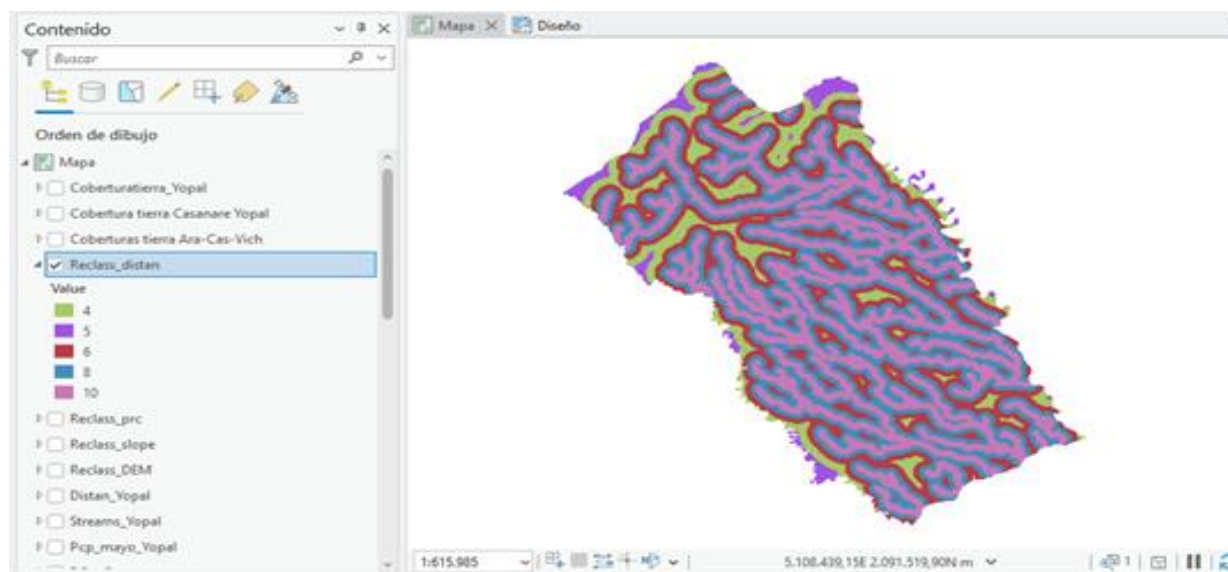
Modelo de precipitación reclasificado del municipio de Yopal, Casanare del mes de mayo 2024.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 7.

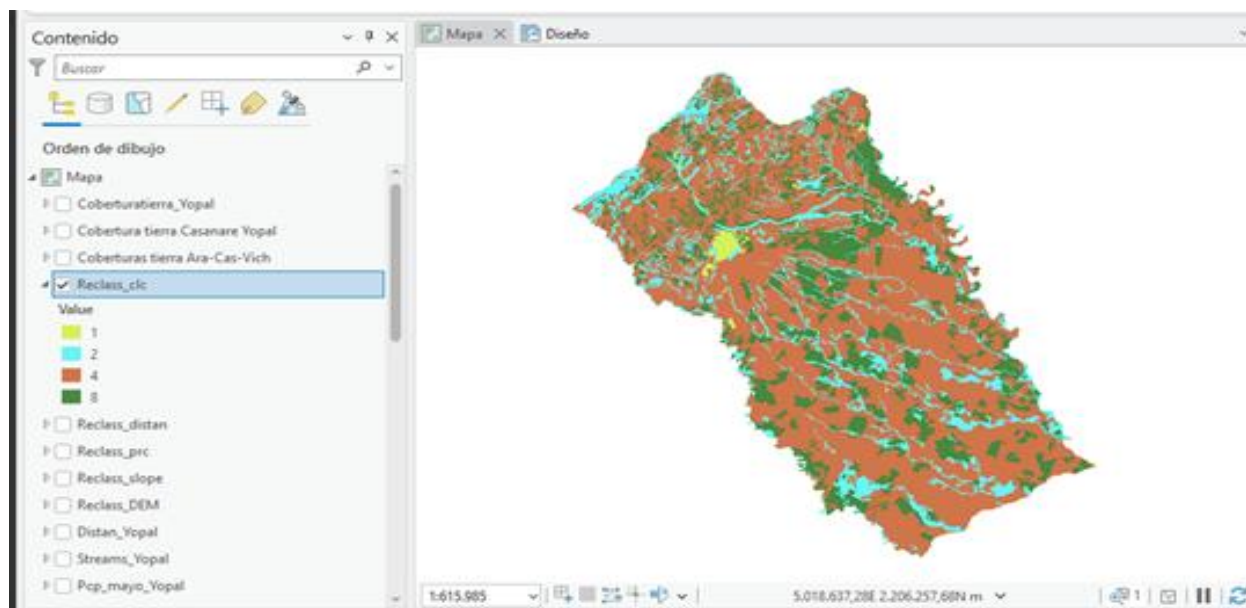
Modelo de distancia a drenajes reclasificado del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 8.

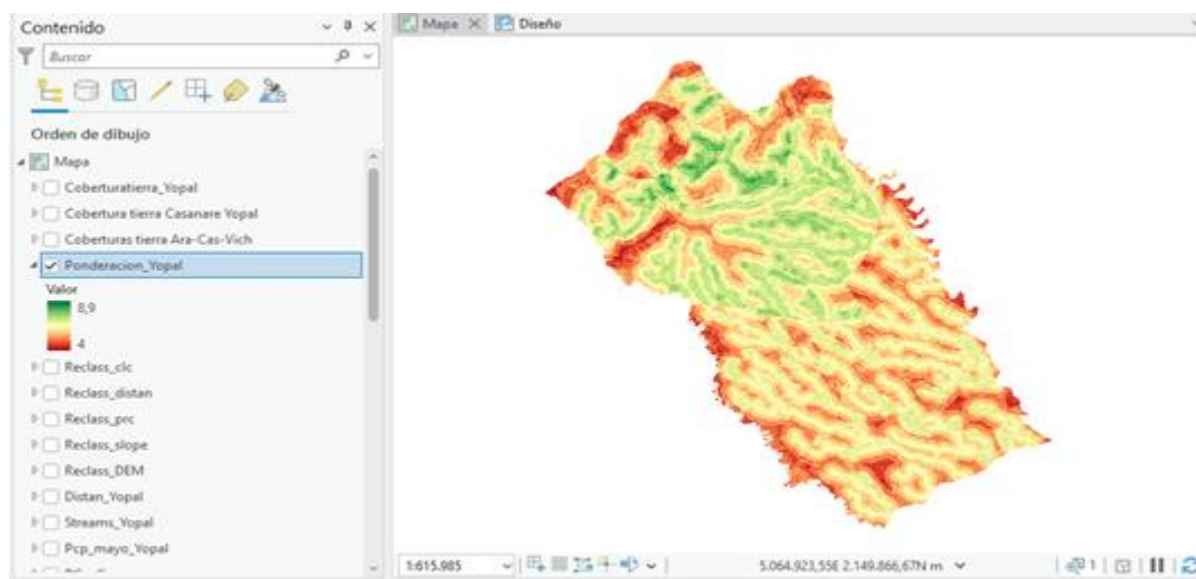
Modelo de cobertura de tierras reclasificado del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 9.

Ponderación de los niveles de riesgo del municipio de Yopal, Casanare.



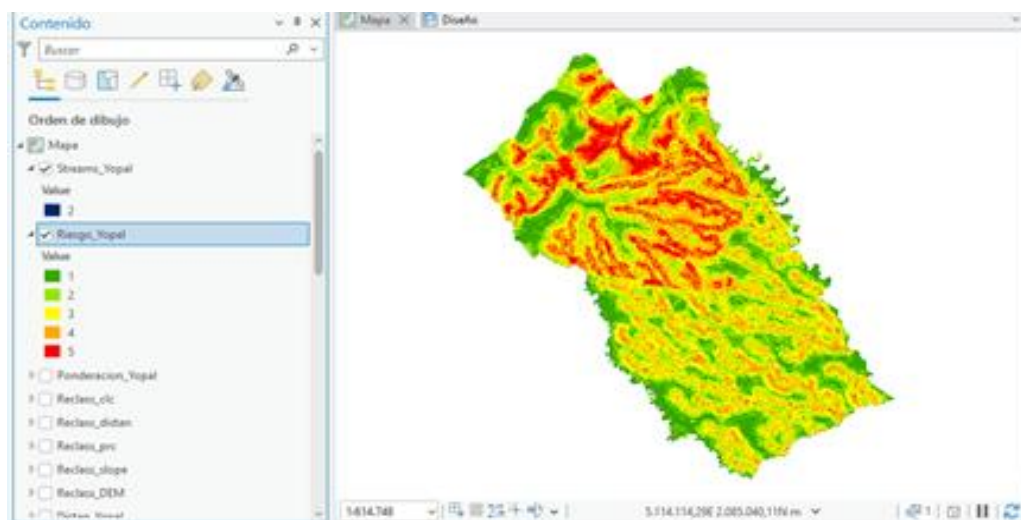
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

En la fase analítica, se aplicó el modelo de análisis multicriterio mediante la herramienta de suma ponderada, asignando pesos diferenciados según la influencia de cada factor en el riesgo de inundación (Figura 9). El porcentaje asignado fue el siguiente: Precipitación (35%), Distancia entre drenajes (30%), Pendientes (15%), Modelo de elevación digital (10%) y Cobertura de tierras (10%) para un total del 100% del análisis.

El resultado fue reclasificado cualitativamente en cinco clases (Figura 10) denominadas cuantitativamente del 1 al 5. Finalmente se transformó el mapa para tenerlo en formato vectorial, se suavizaron polígonos, se calcularon áreas en hectáreas y se ajustó la simbología obteniendo los niveles de riesgo en una clasificación cualitativa, todo esto con el fin de obtener el mapa de riesgos por inundación del municipio de Yopal (Figura 11), al mapa se le realiza en una escala de 1:150.000 y con la explicación de las convenciones requeridas.

Figura 10.

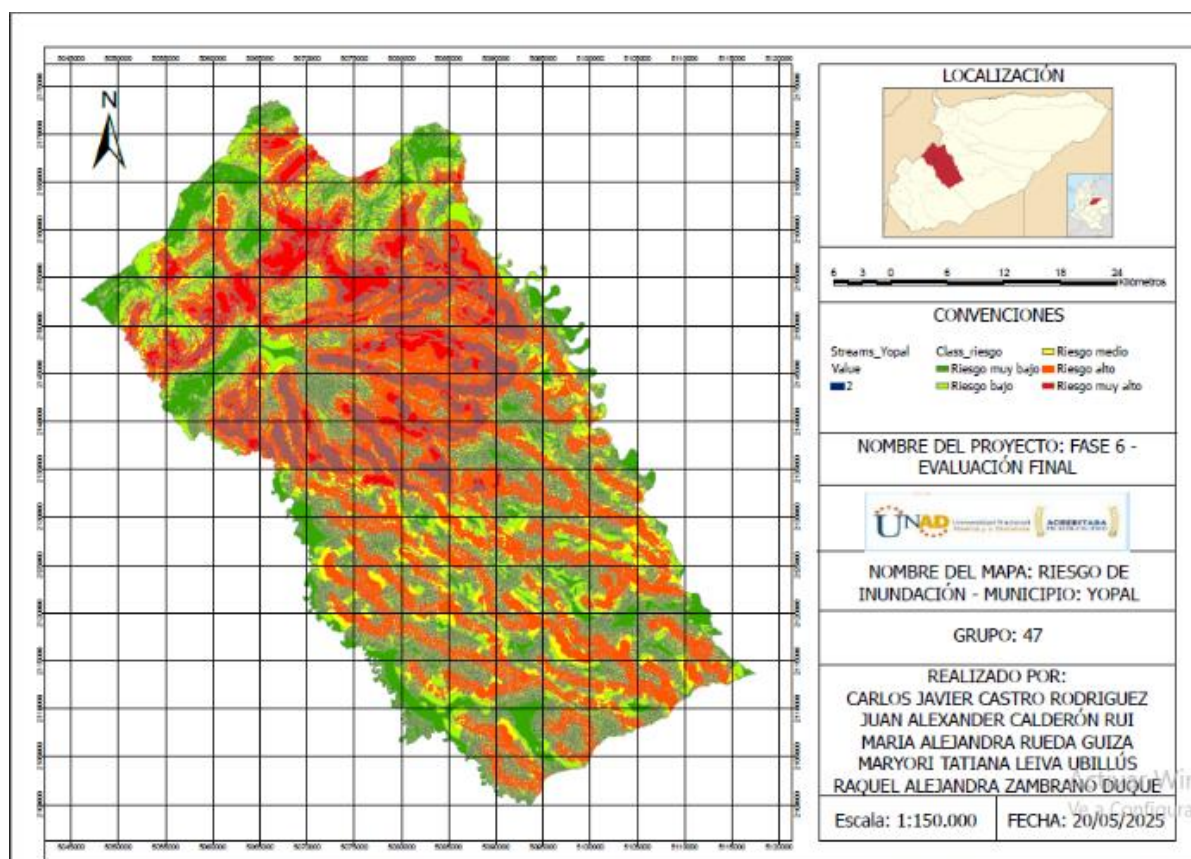
Reclasificación de las clases de riesgo del municipio de Yopal, Casanare.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 11.

Mapa de riesgo por inundación del municipio de Yopal, Casanare.







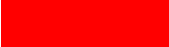
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Resultados y discusión

Con el desarrollo de la metodología de análisis multicriterio del municipio de Yopal, la reclasificación de riesgo cualitativo (Tabla 1) y el área de afectación por clasificación del riesgo (Tabla 2) se logra identificar que en este municipio el 8,9% de su área se encuentra clasificado como riesgo muy alto y que requieren intervención para mitigar los riesgos de manera oportuna. El riesgo alto tiene una participación del 24,9% seguido del riesgo medio con el 27,4% lo que significa que el 52,3% del municipio demanda medidas preventivas (Figura 12).

Tabla 1.

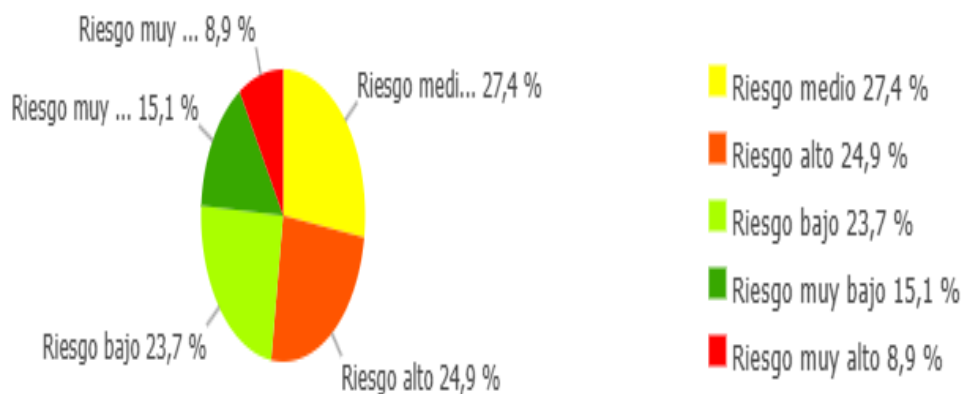
Reclasificación de riesgo por inundación.

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

Fuente: Guía de aprendizaje – Fase 6 - Evaluación Final UNAD

Figura 12.

Porcentaje de riesgo de inundación del municipio de Yopal, Casanare



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 2*Áreas de riesgo por inundación*

N°	Clasificación riesgo	Área (ha)	Porcentaje (%)
1	Riesgo muy bajo	37149.67	15.1
2	Riesgo bajo	58602.44	23.7
3	Riesgo medio	67602.05	27.4
4	Riesgo alto	61557.84	24.9
5	Riesgo muy alto	21913.11	8.9

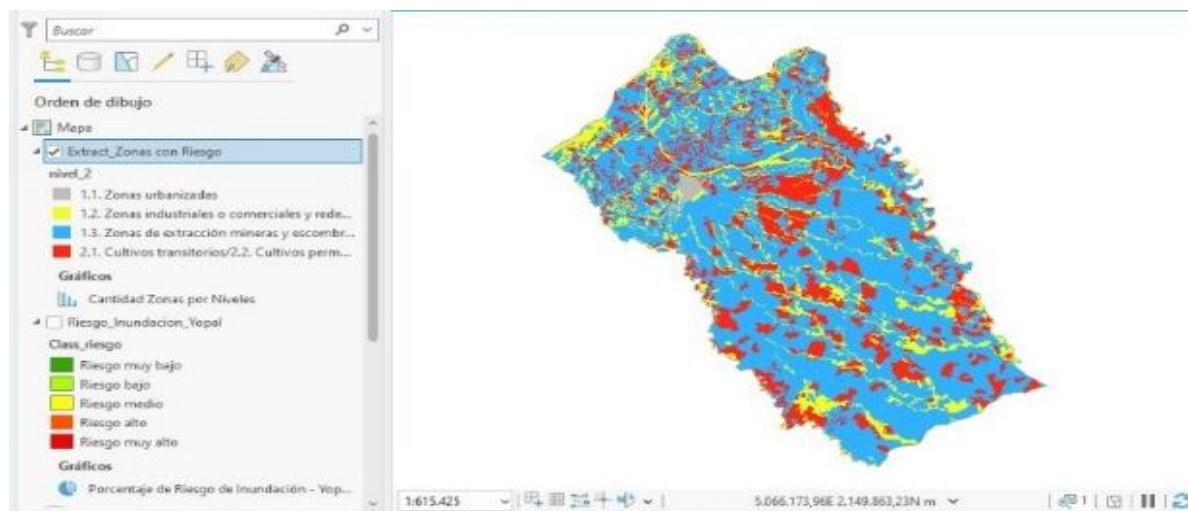
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro). Tabla de atributos procesamiento.

Ahora bien, el 38.8% de la zona se encuentra en riesgo bajo y muy bajo lo que significa que en estas zonas no se cuenta con un potencial de riesgo que requiera atención inmediata, sin embargo, se debe tener presente que la condición de riesgo cambia en el momento dado en que los niveles de precipitación mensuales tengan comportamientos mayores o iguales al mes de mayor precipitación histórica (mayo 2024) que oscila entre 188 mm/mensuales (Weather Spark, s.f).

Por otro lado, al realizar una extracción por máscara adicional (Figura 13) para entender cuáles de las zonas del municipio de Yopal, Casanare vs las zonas de riesgo de inundación, se obtiene que las zonas de extracción minera y escombreras, pastos, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y las áreas abiertas son las que se encuentran en el nivel más alto de riesgo con 1.756.355 zonas afectadas, seguido de los cultivos transitorios, permanentes, áreas agrícolas heterogéneas y áreas húmedas continentales presentes en el municipio de Yopal, Casanare con 573.165 zonas afectadas. Es importante resaltar que las 21.940 zonas de urbanización que corresponden al color azul se encuentran con nivel muy bajo de riesgo por inundación (Figura 14, Tabla 3).

Figura 13.

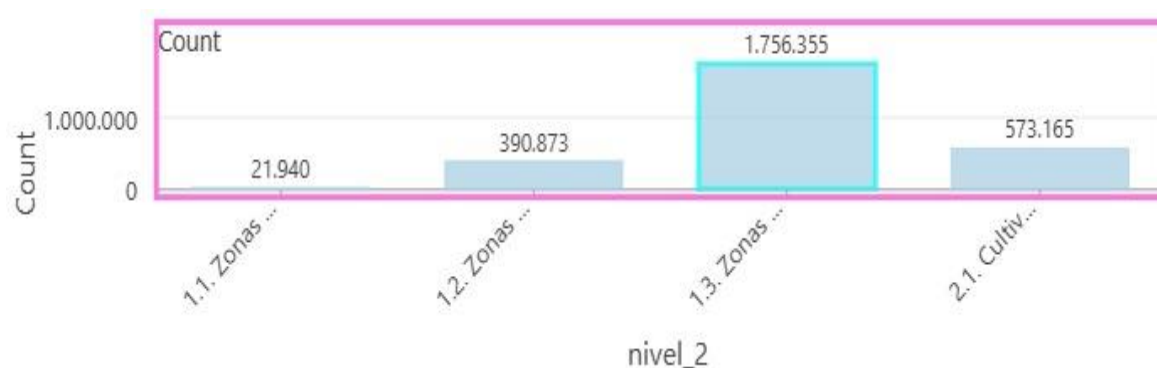
Extracción por máscara de las zonas del municipio de Yopal, Casanare vs las zonas con riesgo de inundación



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 14.

Cantidad de zonas afectadas por niveles de riesgo por inundación



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 3

Nivel 2: Identificación de las zonas afectadas por niveles de riesgo por inundación

Nivel_2
1.1 Zonas urbanizadas
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación/1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas/3.1 Bosques/5.1

1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras/2.3 Pastos/3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva/3.3 Áreas abiertas.

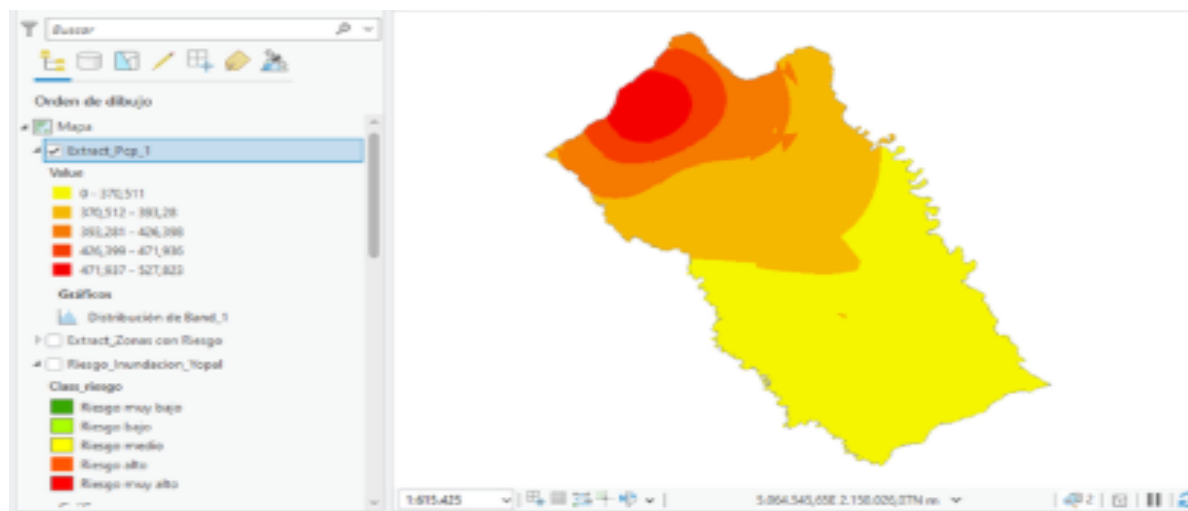
2.1. Cultivos transitorios/2.2 Cultivos permanentes/2.4 Áreas agrícolas heterogéneas/4.1 Áreas húmedos continentales

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

De igual manera, se desarrolla una extracción por máscara entre las zonas de precipitación y las zonas de riesgo de inundación del municipio de Yopal (Figura 15), de la cual se obtiene un histograma donde se observa que las mayores precipitaciones se presentan en una zona de riesgo de inundación en su mayoría en las zonas de riesgo bajo y medio bajo con unos volúmenes de precipitación de 0 mm hasta 527.8 mm, el valor medio de dichas precipitaciones es de 381.7 mm lo que indica que está cerca del pico de la distribución y los valores se encuentran concentrados entre 362.9 mm y 412.4 mm (Figura 16). Estas precipitaciones tan pronunciadas se deben a que en estas partes de Yopal se colinda con la cordillera oriental, en estas zonas las corrientes del llano chocan con las corrientes frías de las cordilleras generando que el aire húmedo se eleve obteniendo condensación de vapor y formando nubes lo que conlleva a altas precipitaciones (Barry, 2008). Esto implica que cuando en las partes altas llueve hay una gran cantidad de agua que se va para las partes planas del llano y estas escorrentías que se generan aumenta el caudal de los ríos, sin embargo, los desbordamientos no se generan en estas zonas pues estos se generan en las partes llanas entendiendo que la velocidad del caudal disminuye gradualmente dependiendo a la pendiente que presente el río que reciba estas escorrentías.

Figura 15.

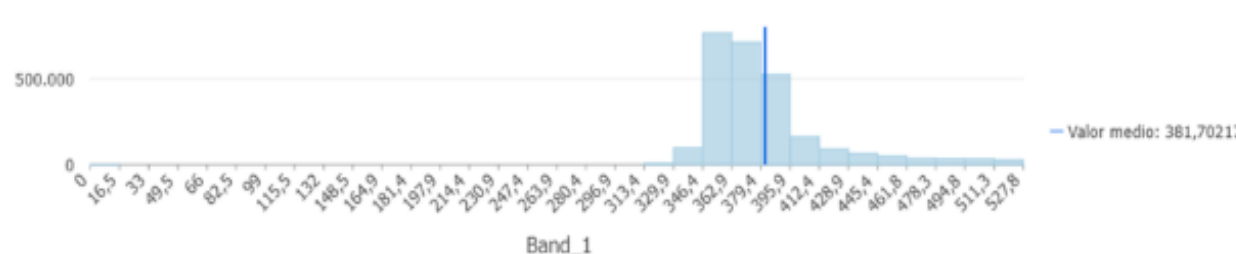
Extracción por máscara de precipitaciones del municipio de Yopal, Casanare vs los riesgos de inundación del municipio.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 16.

Precipitaciones que generan los riesgos de inundación.

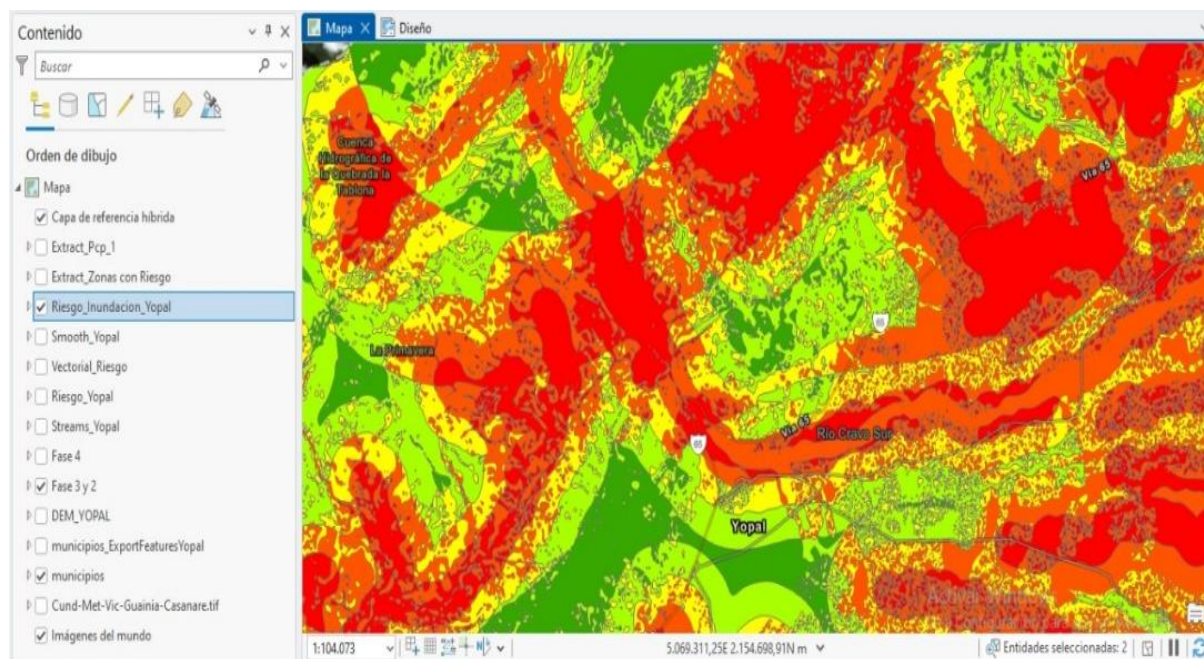


Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Finalmente, al analizar con un mapa base los ríos presentes en las zonas de riesgo identificadas (Figura 17), se logra observar que el río Cravo Sur efectivamente es el que genera mayor potencial de riesgo por desbordamiento, como se había identificado en el estudio del caso. Según el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo, se realizó la autorización de los consejeros para la declaratoria de la calamidad pública en Yopal, por la actual temporada de lluvias, por tanto, se declaró alerta máxima debido al incremento del nivel del río Cravo Sur, que alcanzó los 4,42 metros, una cifra histórica (RTVC, 2025).

Figura 17.

Extracción por mascara de precipitaciones del municipio de Yopal, Casanare vs los riesgos de inundación del municipio.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Conclusiones

La aplicación de herramientas de geoprocésamiento y análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió alcanzar el objetivo general de analizar y mapear el riesgo de inundación en el municipio de Yopal, Casanare. Mediante la integración y reclasificación de variables clave como precipitación, pendiente, elevación, distancia a drenajes y cobertura del suelo, se transformó y optimizó la información espacial, permitiendo la generación de mapas temáticos de alta precisión. Esto facilitó la clasificación del territorio en cinco niveles de riesgo, identificando que más de la mitad del municipio (52,3%) presenta condiciones de riesgo medio a muy alto, especialmente en áreas rurales y productivas, mientras que las zonas urbanas muestran una vulnerabilidad considerablemente menor.

La metodología empleada demostró ser eficaz para visualizar espacialmente los patrones de riesgo y orientar decisiones informadas en la gestión territorial. Los resultados permitieron identificar umbrales críticos de precipitación mensual de entre 346,4 m y 395,9mm, que incrementan significativamente el riesgo de inundación, en particular en áreas urbanas adyacentes a zonas con altos niveles de lluvia. Este hallazgo evidencia la necesidad de reforzar los planes de prevención y

ajustar las estrategias de mitigación ante eventos extremos, optimizando así la capacidad de respuesta municipal frente a escenarios hidrometeorológicos adversos.

Finalmente, los mapas de riesgo generados constituyen una herramienta fundamental para la gestión municipal, ya que facilitan la identificación de áreas críticas que requieren atención prioritaria, como aquellas afectadas por el crecimiento de 4,42 metros del río Cravo Sur, principal fuente de amenaza para la infraestructura, el ambiente y el desarrollo sostenible del municipio. En este contexto, los resultados obtenidos subrayan la importancia de orientar las estrategias de mitigación y prevención hacia los sectores más vulnerables, priorizando obras de infraestructura, mantenimiento de sistemas de drenaje y fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alerta temprana, contribuyendo así a la gobernanza y resiliencia territorial de Yopal.

Recomendaciones

Para realizar los POT, EOT y PBOT en cada municipio se deben integrar los sistemas de información geográfica con el fin de establecer las variables agroclimáticas y topográficas del territorio con el fin de planificar de manera correcta el uso del suelo, de esta manera se reducen los focos de riesgo generados por los desastres naturales que puedan afectar a la población humana, cultivos, ganaderías y biodiversidad en general.

Desde el campo de la agronomía y muchos campos profesionales, los SIG representan una herramienta importante para el ordenamiento agroambiental, al facilitar la identificación precisa de zonas de riesgo, suelos con aptitud agrícola y áreas vulnerables a procesos de degradación. Estas herramientas de sistemas de gestión geográfica nos pueden ayudar a tomar decisiones en el suelo, como implementar un sistema de monitoreo que integre variables climáticas, edáficas e hídricas, para orientar la planificación del uso del suelo, para proteger ecosistemas estratégicos y fomentar prácticas agrícolas sostenibles que se ajusten a las condiciones del entorno. A partir del análisis multicriterio y la superposición de capas como uso actual del suelo, pendientes, precipitación y cobertura vegetal, nos fue posible delimitar zonas con alta aptitud para cultivos específicos, así como identificar áreas de exclusión donde deben priorizarse procesos de restauración ecológica o conservación.

Esta información se puede integrar de forma pública con los planes de desarrollo municipal y los esquemas de manejo predial, integrando estrategias como rotación de cultivos, implementación de

barreras vivas, sistemas agroforestales y manejo eficiente del recurso hídrico. Esto incrementará la productividad agrícola de manera sostenible y contribuirá a mitigar riesgos asociados a inundaciones y pérdida de fertilidad, promoviendo así la resiliencia territorial. Para el aspecto del municipio de Yopal se podría usar el SIG para zonificar el territorio según su aptitud agropecuaria, identificando áreas óptimas para cultivos, zonas de conservación y suelos en riesgo de degradación, planificando el uso del suelo con base en criterios técnicos, priorizando prácticas agrícolas sostenibles. Con esta zonificación se pueden prevenir impactos ambientales y riesgos de riesgo de desastres, como es la inundación, mediante mapas que integren pendiente, cobertura vegetal y disponibilidad hídrica, para tomar decisiones informadas en la gestión territorial.

Desde el campo de la agronomía y otras perspectivas disciplinares se recomienda fortalecer el ordenamiento agroambiental mediante la implementación de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta central para la toma de decisiones territoriales, usando el uso eficiente de la información cartográfica que se tiene en los municipios y POT. Gutiérrez y Urrego (2011) señalan que los SIG permiten superar las deficiencias en la estructura de datos geográficos, facilitando la articulación entre los planes de ordenamiento y de desarrollo, lo cual permite a las instituciones gubernamentales gestionar adecuadamente las variables biofísicas del suelo e integrando aspectos como la gestión del riesgo de desastres en los territorios. En esta misma línea Villamil (2022) resalta la necesidad de integrar dimensiones ecológicas, económicas y sociales bajo un enfoque sostenible que promueva la conservación y el uso racional de los recursos, ya que en un municipio con riesgos hídricos y presión sobre el suelo, como lo es Yopal, permitiendo delimitar zonas agrícolas, áreas de restauración y corredores ecológicos, garantizando un uso del suelo coherente con las dinámicas territoriales, las capacidades productivas locales y los retos del cambio climático.

Estableciéndonos en un campo de Gestión del Riesgo de Desastres, que también aplica para el campo profesional, debe ser asumida como un componente transversal en el ordenamiento territorial, utilizando los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para identificar amenazas, vulnerabilidades y escenarios de riesgo. Según GFDRR (2011), el incremento de desastres en Colombia no responde exclusivamente a fenómenos naturales, sino a una deficiente planificación territorial, falta de control del uso del suelo y debilidades en la articulación de políticas públicas, es por esto que como profesionales se debe garantizar y establecer la correcta

implementación de la gestión del riesgo en los territorios. Marín (2023) también enfatiza que el uso de los SIG permite simular escenarios de riesgo y obtener mapas de vulnerabilidad precisos, facilitando acciones preventivas eficaces, reduciendo la exposición al riesgo y anticipar eventos como inundaciones o deslizamientos, promoviendo una cultura de prevención y una gobernanza más resiliente frente a fenómenos climáticos, especialmente en municipios como Yopal, altamente expuestos por sus condiciones topográficas e hidrometeorológicas.

Referencias bibliográficas

Ahmad, N., Hussain, M., Riaz, N., Subhani, F., Haider, S., Alamgir, K. S., & Shinwari, F. (2013). Flood prediction and disaster risk analysis using GIS based wireless sensor networks, a review. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(8), 632-643.

Alcaldía de Yopal. (2013). Plan de Ordenamiento Territorial POT. Yopal, Colombia: Oficina Asesora de Planeación Municipal. Convenio 438 de 2012.

American Psychological Association. (s.f.). Style and Grammar Guidelines. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

Aydin, M. C., & Sevgi Birincioğlu, E. (2022). Flood risk analysis using gis-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province. *Applied Water Science*, 12(6), 122.

Barry, R. G. (2013). *Mountain weather and climate*. Routledge.

Buitrago García, V. H., Camacho Alegría, J. J., & Quiñones Cabezas, J. E. Modelación de riesgos de inundación mediante sistemas de información geográfica (SIG) para el municipio de Tuluá (Valle del Cauca).

CORPORINOQUIA. 2025. Corporinoquia hace un llamado a "la prevención", ante la temporada de lluvias del año 2025. <http://corporinoquia.gov.co/es/atencion-al-ciudadano/informativos/noticias/lluvia-prevencion-2025.html>

Dang, A. T. N., & Kumar, L. (2017). Application of remote sensing and GIS-based hydrological modelling for flood risk analysis: a case study of District 8, Ho Chi Minh city, Vietnam. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 1792-1811.

- Diriba, D., Takele, T., Karuppanan, S., & Husein, M. (2024). Flood hazard analysis and risk assessment using remote sensing, GIS, and AHP techniques: a case study of the Gidabo Watershed, main Ethiopian Rift, Ethiopia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 15(1), 2361813.
- Feizizadeh, B., Gheshlaghi, H. A., & Bui, D. T. (2021). An integrated approach of GIS and hybrid intelligence techniques applied for flood risk modeling. *Journal of Environmental Planning and Management*, 64(3), 485-516.
- Flórez Sáenz, N. C., & Julio Contreras, A. C. Análisis de los índices de susceptibilidad de inundación a través de Sistemas de Información Geográficas (SIG), en la ciudad de Bogotá DC, Colombia.
- Fonseca Arias, K. J. (2018). Zonificación de la amenaza y vulnerabilidad por inundación, mediante modelamiento espacial en el sector isla la Manga municipio de Yopal, Casanare. <https://repository.udistrital.edu.co/items/8fc9677e-45cc-4201-9799-12e40f5d3d0a>
- García Valenzuela, W. D. Determinación del riesgo por inundación mediante modelación y análisis multicriterio aplicando sistemas de información geográfica SIG para el municipio de Carcasí, Santander.
- GFDRR (2011). Analysis of disaster risk management in Colombia: A contribution to the creation of public policies. The World Bank / GFDRR. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6015>
- Gobernación de Casanare. (2019). Con el inicio de nueva red de alcantarillado en Yopal se dará fin a las inundaciones de la carrera 23. <https://www.casanare.gov.co/Prensa/saladeprensa/Paginas/Con-el-inicio-de-nueva-red-de-alcantarillado-en-Yopal-se-dar%C3%A1-fin-a-las-inundaciones-de-la-carrera-23.aspx>
- Gutiérrez, F., & Urrego, J. (2011). Los sistemas de información geográfica y los planes de ordenamiento territorial: elementos para una propuesta metodológica. Universidad Nacional de Colombia. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/23723>

- Komolafe, A. A., Adegboyega, S. A. A., & Akinluyi, F. O. (2015). A review of flood risk analysis in Nigeria. *American journal of environmental sciences*, 11(3), 157.
- Moreno Palacio, C., & Bermúdez Ordoñez, Ó. A. (2016). Análisis del riesgo por inundación utilizando herramientas SIG para la cuenca del Río Quito.
- Lagos, O. J., & Fajardo Hoyos, H. E. Estudio de riesgo de inundación durante el mes de noviembre en el municipio de Montenegro, Quindío, mediante sistema de información geográfica (SIG).
- La Voz de Yopal. (2025). Dique en vereda de Yopal busca proteger a familias de inundaciones causadas por el río Cravo Sur. <https://www.lavozdeyopal.co/dique-en-vereda-de-yopal-busca-proteger-a-familias-de-inundaciones-causadas-por-el-rio-cravo-sur/>
- Leal Bernal, A. Y., Anturi Sotto, J. A., & Ortiz Calderon, M. R. Análisis del riesgo de inundación mediante la integración de factores físicos y ambientales en un SIG, en el municipio de Pitalito, Huila.
- Londoño Acevedo, A. G., Paramo Campos, L. J., & Ordoñez González, L. V. Identificación de áreas vulnerables a inundaciones en Supatá Cundinamarca, mediante técnicas de sistemas de información geográfica (SIG).
- Luna Marín, V. (2023). Aplicación de los SIG en el análisis de riesgo de desastres generados por amenazas naturales y antrópicas: Una revisión bibliográfica [Trabajo de grado de especialización, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>
- Lyu, H. M., Sun, W. J., Shen, S. L., & Arulrajah, A. (2018). Flood risk assessment in metro systems of mega-cities using a GIS-based modeling approach. *Science of the Total Environment*, 626, 1012-1025.
- Paquette, J., & Lowry, J. (2012). Flood hazard modelling and risk assessment in the Nadi River Basin, Fiji, using GIS and MCDA. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences*, 30(1), 33-43.

Prensa Libre Casanare. (2017). Advierten riesgo de inundaciones por sumideros tapados en Yopal. <https://prensalibrecasanare.com/yopal/24995-advierten-riesgo-de-inundaciones-por-sumideros-tapados-en-yopal.html>

Prensa Libre Casanare. (2024). Tres obras de mitigación sobre el Río Cravo Sur en Yopal. <https://prensalibrecasanare.com/yopal/51332-tres-obras-de-mitigaciun-sobre-el-rno-cravo-sur-en-yopal.html>

Prensa Libre Casanare. (2025). Obra para reducir inundaciones del río Cravo Sur en las veredas Palomas y La Manga de Yopal. <https://prensalibrecasanare.com/yopal/53954-obra-para-reducir-inundaciones-del-rno-cravo-sur-en-las-veredas-palomas-y-la-manga-de-yopal.html>

Ramos Mercado, G. A., Bernal López, Y. L., & Barriga Redondo, J. Evaluación del riesgo de inundación en el municipio Totoró usando factores que contribuyan a zonificarlo mediante métodos de modelación y uso de SIG.

Rodríguez, E. M., & Botero, V. (s.f.). Flood vulnerability assessment: A multiscale, multitemporal and multidisciplinary approach. Colombian case. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 34, Part XXX.

RTVC. 2025. Radio Nacional de Colombia. Casanare activó Puesto de Mando Unificado permanente ante emergencia por ola invernal. <https://www.google.com/amp/www.radionacional.co/noticias-colombia/invierno-en-casanare-pmu-y-municipios-mas-afectados-por-lluvias%3famp>

RTVC. 2025. Radio Nacional de Colombia. Casanare activó Puesto de Mando Unificado permanente ante emergencia por ola invernal. <https://www.google.com/amp/www.radionacional.co/noticias-colombia/invierno-en-casanare-pmu-y-municipios-mas-afectados-por-lluvias%3fa>

Villamil Castillo, H. A. (2022). Gestión del ordenamiento territorial sostenible en Latinoamérica: Una revisión sistemática de literatura. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(98), 417–434. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.3>

Wang, X., & Xie, H. (2018). A review on applications of remote sensing and geographic information systems (GIS) in water resources and flood risk management. *Water*, 10(5), 608.

Weather Spark (s.f). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Yopal [Precipitaciones mensuales]. <https://es.weatherspark.com/y/25256/Clima-promedio-en-Yopal-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zerger, A. (2002). Examining GIS decision utility for natural hazard risk modelling. *Environmental modelling & software*, 17(3), 287-294.

Zerger, A., & Wealands, S. (2004). Beyond modelling: linking models with GIS for flood risk management. *Natural Hazards*, 33, 191-208.

Enlace sustentación: <https://youtu.be/Yt9dpASVPL0?si=LakK7iLCKKOXpozX>