

ANÁLISIS DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE URABÁ – ANTIOQUIA

Caleb Morelo Tordecilla- cmorelot@unadvirtual.edu.co

Uberley Cano López - ucanol@unadvirtual.edu.co

Victor Hernando Heredia Valero - vhherediav@unadvirtual.edu.co

Karen Dayana Oviedo Ramos - kdoviedoo@unadvirtual.edu.co

Duverney Londoño Gaviria - dlondonoga@unadvirtual.edu.co

Grupo - 302278112_13

Tutor: Rolando Santos Santos - rolando.santos@unad.edu.co

Resumen

El estudio tuvo como objetivo general generar un mapa de riesgo por inundación para el municipio de San Juan de Urabá mediante la aplicación de un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de identificar y valorar las áreas más vulnerables del territorio. La metodología integró la recolección, procesamiento y estandarización de variables físicas y ambientales, incluyendo el Modelo de Elevación Digital (MED), pendientes, cobertura y uso del suelo, red de drenajes, y datos de precipitación, los cuales fueron reclasificados y ponderados según su influencia en la susceptibilidad a inundaciones. Posteriormente, se realizó una superposición ponderada en ArcGIS Pro para obtener el mapa final de riesgo. Los resultados evidenciaron que las zonas de riesgo alto y muy alto se concentran principalmente en las áreas cercanas al río San Juan, el río Mulatos y otros drenajes secundarios, donde predominan pendientes suaves y suelos con alta saturación. Estas zonas coinciden con áreas históricamente afectadas por inundaciones, incluyendo sectores productivos y corredores viales rurales. En contraste, las áreas de riesgo bajo y muy bajo se ubican en zonas elevadas con mejor drenaje natural. El análisis realizado constituye una herramienta clave para la planificación territorial y la gestión preventiva del riesgo en el municipio.

Palabras claves: Inundaciones; SIG; análisis multicriterio; ordenamiento territorial; vulnerabilidad hídrica.

Introducción

En el contexto actual, el cambio climático se manifiesta a través de la intensificación de eventos hidrometeorológicos extremos como lluvias torrenciales y sequías prolongadas, los cuales

incrementan significativamente el riesgo de inundaciones (ONU-Habitat 2021; Iberdrola, 2021). Estudios recientes evidencian que desde el año 2000, los desastres relacionados con inundaciones han aumentado en más de un 130%, debido a modificaciones en los patrones de precipitación y al aumento de la frecuencia e intensidad de estos fenómenos (ONU-Habitat 2021; Miteco, 2018). Esta situación se agrava por el impacto del cambio climático sobre las variables hidrológicas y el uso del suelo, que en conjunto afectan la vulnerabilidad de territorios frente a las inundaciones (Miteco, 2018; Colombo, L. 2025).

La evaluación del riesgo de inundación en el municipio de San Juan de Urabá resulta crucial, dada su vulnerabilidad sobre todo en las áreas cercanas al río las cuales, por su ubicación geográfica y el incremento en la ocurrencia de eventos naturales presentan un riesgo latente que amenazan la seguridad de la población; aunque se dispone de poca información sobre caudales máximos y períodos de retorno, se han registrado eventos recientes que han afectado la infraestructura local y las actividades productivas, especialmente agropecuarias (Técnica, C., Mejía, P. V., Martha, S., Rojas, L., Juan, A., Molina, R., Luz, A., Oviedo, V., & Martínez, C. H. (1999). Las inundaciones no solo provocan pérdidas económicas directas en sistemas productivos y daños en viviendas, sino que también afectan la movilidad y el acceso a servicios básicos, poniendo en riesgo la calidad de vida de sus habitantes (Planes de Desarrollo local). Por ello, conocer y anticipar las zonas de mayor riesgo se vuelve indispensable para la planificación territorial y la gestión adecuada del riesgo.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) juegan un papel fundamental en la evaluación y gestión del riesgo de inundación. Estos sistemas permiten integrar y analizar información espacial de múltiples variables para generar mapas temáticos que facilitan la identificación de áreas vulnerables, apoyan la toma de decisiones y el diseño de estrategias de mitigación y adaptación (Alvarado-Bello, 2014; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, 2011).

El propósito de este ejercicio es aplicar un modelo de análisis multicriterio en SIG que permita generar un mapa de riesgo de inundación para el municipio de San Juan de Urabá, con el fin de identificar y realizar una primera interpretación de las zonas más críticas, contribuyendo así en la formulación de estrategias de manejo y ordenamiento territorial.

Objetivos

General

Generar un mapa espacial de riesgo de inundación del municipio de San Juan de Urabá mediante el modelo de análisis de multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de reconocer las zonas más vulnerables y aportar insumos para la toma de decisiones en el ordenamiento agroambiental del territorio.

Específicos

1. Analizar datos geoespaciales relevantes, como elevación digital, pendientes, cobertura de suelo, precipitaciones y drenajes, que constituyen factores determinantes del riesgo de inundación en el municipio de San Juan de Urabá.
2. Construir productos cartográficos temáticos utilizando herramientas SIG que permitan plasmar los niveles de riesgo por inundación en las diferentes áreas del municipio de San Juan de Urabá.
3. Interpretar los resultados del mapa de riesgo generado para determinar las áreas críticas, compararlas con información histórica y formular recomendaciones para la planificación y gestión territorial sostenible.

Identificación del caso de estudio

El municipio de San Juan de Urabá hace parte de la subregión de Urabá (norte de Antioquia), en la costa del Caribe (ilustración 1). Limita al norte con el Mar Caribe, al oriente y sur con Arboletes y al oeste con Necoclí, posee una extensión total de 239 km² de los cuales 21.5km² son de zona urbana y 217.5 km² de zona rural, de acuerdo con el censo DANE del 2018 reporta 20000 habitantes aproximadamente, de los cuales 6600 habitan la zona urbana y 13400 la zona rural.

Figura 1.

Ubicación San Juan de Urabá



Nota: a) Representa la ubicación geográfica San Juan de Urabá.

Fuente: Adaptado de Alcaldía Municipal de San Juan de Urabá. (s.f.).

San Juan de Urabá presenta un conjunto de condiciones físicas particulares que incrementan de manera significativa su susceptibilidad a inundaciones. La cabecera municipal se ubica en una franja costera de muy baja altitud, con niveles que oscilan entre los 2 y 3 metros sobre el nivel del mar. Esta característica genera un escenario donde el territorio tiene poca capacidad para evacuar aguas superficiales y fluviales, especialmente durante episodios de lluvias intensas. La presencia de planicies costeras y pendientes suaves o casi nulas favorece la acumulación y permanencia del agua en el terreno, reduciendo la eficiencia del drenaje natural y prolongando los períodos de anegamiento.

La red hídrica del municipio se destaca por el río San Juan, cuya cuenca baja atraviesa el territorio antes de desembocar en el mar Caribe. Esto genera un efecto de doble presión: por un lado, los caudales altos durante temporadas de lluvia aumentan el riesgo de desbordamientos; y por el otro, las mareas y los procesos de oleaje en la zona costera pueden obstaculizar la salida natural del río, provocando represamientos e incrementos súbitos en los niveles hídricos. En eventos de lluvia extrema o tormentas costeras, esta interacción río a mar intensifica la probabilidad de inundaciones tanto en la cabecera como en áreas rurales cercanas a la desembocadura.

A nivel ecosistémico, el municipio cuenta con zonas de manglar, como en el sector de Damaquiel, que funcionan como amortiguadores naturales ante crecidas y oleaje. Sin embargo, la degradación o intervención de estos ecosistemas reduce su capacidad de regulación, aumentando la velocidad de escorrentía y disminuyendo la retención natural del agua. Además, los cambios en el uso del suelo, particularmente la expansión agrícola o los asentamientos humanos en zonas bajas, contribuyen a que el territorio pierda resiliencia ante los eventos de inundación, pues se altera la dinámica natural de los cauces y se incrementa la impermeabilización del suelo.

Finalmente, con un promedio anual cercano a los 1.345 mm de lluvia y más de 300 días lluviosos por año, el municipio presenta condiciones de humedad casi permanentes. Incluso en los meses considerados relativamente secos, como febrero, la frecuencia de días con lluvia continúa siendo significativa, de este modo se evidencia un régimen pluviométrico continuo más que estacional. Esta persistencia de lluvias limita la capacidad del suelo para recuperarse o secarse entre eventos, favoreciendo la saturación casi constante y reduciendo la infiltración efectiva en el terreno.

La distribución mensual de la precipitación muestra dos periodos importantes: uno en abril – mayo (caso de estudio de inundación) y otro en octubre – noviembre. Estos picos son críticos para la gestión del riesgo, teniendo en cuenta que coinciden con momentos del año en que la humedad relativa alcanza sus valores más altos, superando frecuentemente el 80 %. Esta combinación de humedad elevada, lluvias intensas y suelos ya saturados incrementa la probabilidad de escorrentías superficiales significativas, desbordamientos de cuerpos de agua y anegamientos prolongados en zonas de baja pendiente, como las presentes en la cabecera municipal y en la franja costera.

Las condiciones térmicas del territorio, con temperaturas medias que oscilan entre 23 °C y 32 – 34°C, lo cuales refuerzan el ciclo de humedad y evaporación, generando un ambiente de alta evaporación potencial, pero insuficiente para contrarrestar la continuidad de las lluvias. La humedad relativa elevada durante la mayor parte del año favorece la persistencia de suelos húmedos y limita el secado rápido del terreno tras los eventos de precipitación.

Metodología

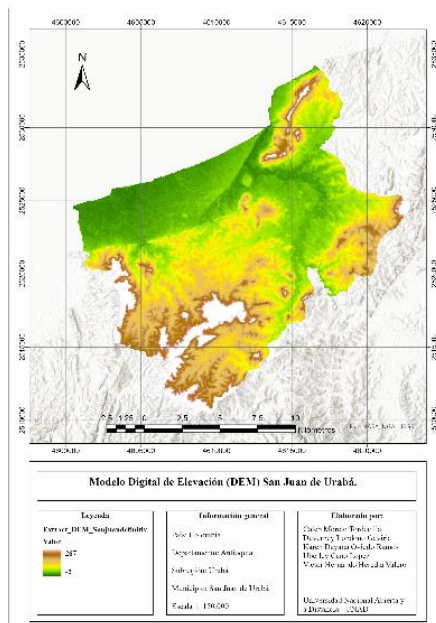
Para el presente estudio, la metodología utilizada fue el análisis multicriterio, la cual fue fundamental para poder identificar y clasificar las diferentes zonas de riesgo del municipio de San Juan de Urabá, ubicado en el departamento de Antioquia. El uso de esta metodología es muy importante ya que permite evaluar alternativas de manera objetiva y sistemática a través de la consideración de múltiples criterios y factores (Cantos Sánchez et al., 2024).

El estudio se llevó a cabo en tres etapas, que abarcaron definición del área de estudio y recolección de información, identificación de la cuenca y trazado de la red de drenaje y modelación del riesgo por inundación.

Definición del área de estudio y recolección de información.

El análisis espacial se desarrolló a partir de la recopilación de información geográfica relevante. El insumo principal fue un Modelo de Elevación Digital (DEM), a partir del cual se obtuvieron variables como la altitud y la pendiente. Esta información resultó clave para comprender cómo se comporta el escurrimiento superficial y cómo se acumula el agua en diferentes zonas del municipio de San Juan de Urabá.

Figura 2.
Modelo de Elevación Digital



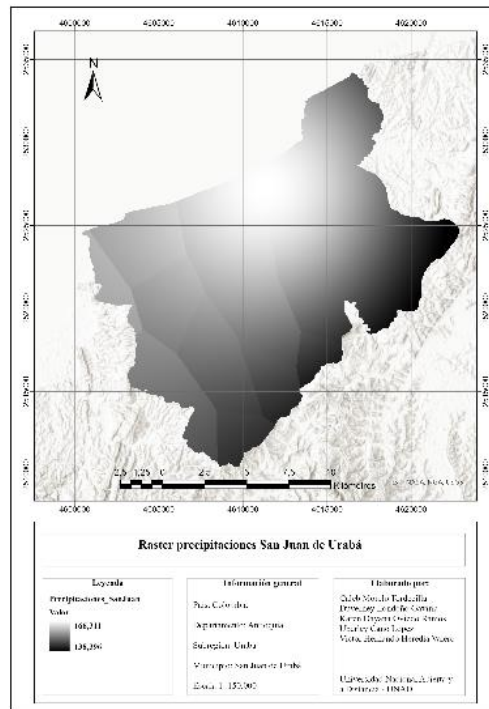
Nota: a) Representa el Modelo de Elevación Digital (DEM) del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

De igual forma, se incorporaron los archivos vectoriales en formato shapefile que contienen los límites tanto del municipio como del departamento de Antioquia. Estos insumos permitieron recortar y ajustar la información de la zona de interés, de manera que el análisis se mantuviera centrado en el territorio de San Juan de Urabá y no aparecieran datos ajenos al área real de estudio.

En cuanto al clima, se añadió un ráster de precipitación correspondiente al mes de marzo, que suele ser uno de los periodos más lluviosos del municipio según los registros pluviométricos del IDEAM. Este dato resulta especialmente útil para evaluar el riesgo hídrico, porque permite ubicar con mayor precisión las zonas que tienden a recibir lluvias intensas y presentan mayor vulnerabilidad a episodios de inundación.

Figura 3.
Ráster precipitaciones

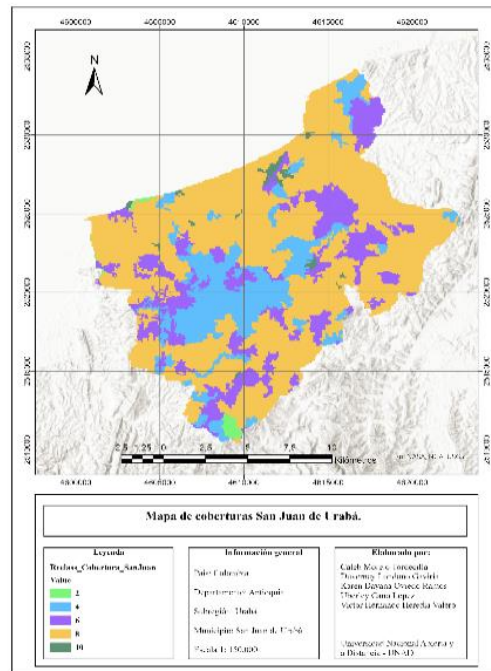


Nota: a) Representa el ráster de precipitaciones del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Adicionalmente se incorporó la capa nacional de cobertura terrestre, la cual permite identificar de manera detallada los diferentes usos del suelo, como áreas urbanas, zonas agrícolas, cuerpos de agua, vegetación secundaria y bosques. Esta información se ajustó al límite de San Juan de Urabá y se reorganizó por tipos de cobertura para luego convertirla a formato ráster, manteniendo la categoría Nivel 2 como el atributo principal de identificación.

Figura 4.
Mapa de coberturas.



Nota: a) Representa el mapa de coberturas del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

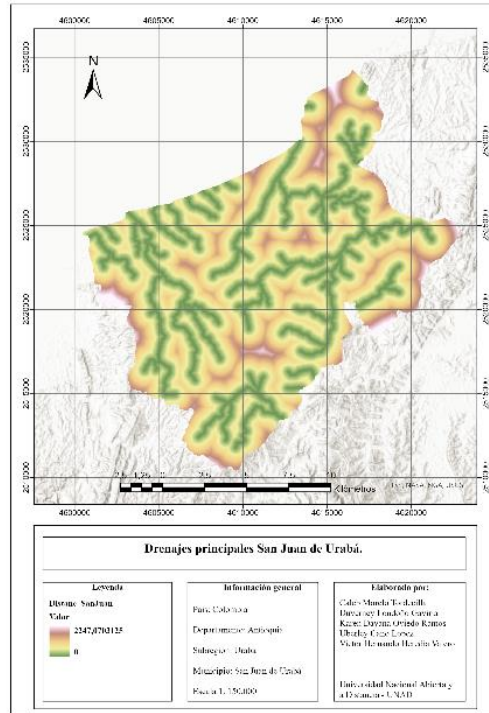
Para el procesamiento de la información en ArcGIS Pro se empleó el datum Magna Sirgas CMT12. Esta etapa de preparación sirvió como fundamento para las fases siguientes del estudio, orientadas al análisis multicriterio del riesgo de inundaciones en el municipio de San Juan de Urabá.

Identificación de la cuenca y trazado de la red de drenaje.

Para identificar la red de drenaje del municipio, el punto de partida fue el Modelo de Elevación Digital (DEM). A partir de este insumo se aplicaron las herramientas hidrológicas *Fill*, *Flow Direction* y *Flow Accumulation*, que permitieron generar la capa de acumulación de flujo. Luego, se ajustó la simbología del ráster usando la opción de *Desviación Típica*, esto facilitó resaltar los cauces con mayor continuidad. Una vez visualizada la acumulación, se identificó su valor máximo y se estableció un umbral equivalente al 1% de dicho valor. Este criterio fue útil para separar las zonas donde la escorrentía se concentra de manera suficiente como para considerarlas drenajes principales. Con el umbral definido, se reclasificó el ráster, descartando los valores menores y conservando solo las áreas con acumulación relevante. Gracias a este proceso, fue posible obtener una representación más clara y precisa de la red de drenaje.

Con los drenajes principales ya delimitados, se procedió a calcular la distancia entre cada celda del territorio y el cauce más cercano mediante la herramienta *Distance Accumulation*. Para garantizar coherencia en el procesamiento, se ajustaron los entornos de trabajo de modo que la salida mantuviera el tamaño de celda del DEM, utilizara el límite municipal como máscara y conservara el sistema de referencia Magna Sirgas CMT12. El resultado final fue un ráster continuo que muestra la proximidad de cada punto respecto a los drenajes identificados, un insumo clave para las siguientes etapas del análisis multicriterio.

Figura 5.
Drenajes



Nota: a) Representa el mapa de drenajes principales del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Modelación del riesgo por inundación.

La modelación del riesgo de inundación se inició mediante la homogenización de todas las capas de entrada, proceso que requirió su reclasificación en una escala común de valores ordinales. Esta estandarización se fundamentó en los criterios definidos en la **Tabla 1**.

Tabla 1.*Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa*

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota: Tabla adaptada de la Guía de aprendizaje fase 4: Modelación agroambiental del territorio UNAD.

Cada capa fue reclasificada individualmente empleando el método de rupturas naturales (*Jenks*), siguiendo los intervalos establecidos en la tabla 1. Para el Modelo Digital de Elevación y la capa de pendientes, las superficies bajas y con escasa inclinación fueron categorizadas como de mayor riesgo, dada su susceptibilidad a acumulación de agua; por el contrario, los valores altos se asociaron con clases de riesgo reducido. En el caso de la precipitación mensual, los volúmenes más elevados recibieron las categorías superiores de riesgo conforme al esquema de la tabla, mientras que la distancia a drenajes se reclasificó otorgando valores crecientes a las celdas más cercanas a los cauces, por su mayor exposición a procesos de inundación.

Asimismo, la capa de coberturas del suelo fue reclasificada de acuerdo con los criterios hidrológicos definidos en la tabla 1. Categorías como cuerpos de agua, áreas de vega y zonas agrícolas intensivas fueron asignadas a niveles altos de riesgo, debido a su limitada capacidad de regulación y mayor exposición, mientras que las coberturas boscosas y vegetación natural se ubicaron en clases de riesgo bajo por su función de retención y control de escorrentía.

Una vez obtenidas y estandarizadas las capas temáticas, se procedió a integrar toda la información espacial mediante un análisis de suma ponderada. Para ello, cada variable fue asociada a un peso relativo según su importancia en el proceso de generación de inundaciones. Los valores asignados se definieron a partir de los criterios establecidos en la **Tabla 2**.

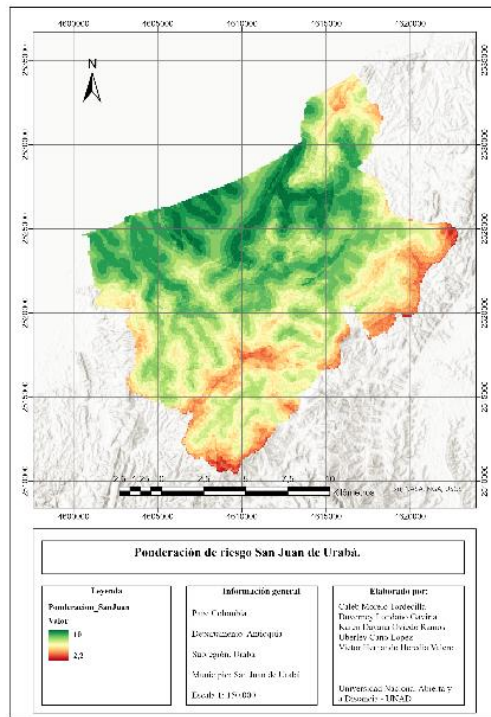
Tabla 2.*Criterios de análisis para riesgos de inundación*

Factor	Porcentaje	/100
Modelo de elevación digital DEM	10%	0,1
Pendientes	15%	0,15
Coberturas de tierras	10%	0,1
Precipitación	35%	0,35
Distancia entre drenajes	30%	0,3
Total	100%	1

Nota: Tabla adaptada de la Guía de aprendizaje fase 4: Modelación agroambiental del territorio UNAD.

Con base en esta estructura, se utilizó la herramienta *Weighted Sum* del módulo *Spatial Analyst* en ArcGIS Pro para combinar los cinco ráster reclasificados. Cada capa fue incorporada como insumo en el parámetro *Rásteres de entrada* y se le asignó su peso respectivo de acuerdo con los valores consignados en la tabla 2. El resultado fue un ráster continuo que sintetiza la contribución relativa de cada variable en la susceptibilidad a inundaciones del municipio.

Figura 6.
Mapa de Ponderación de riesgo








Nota: a) Representa el mapa de ponderación de riesgo del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Posteriormente, se procedió a reclasificar este ráster integrado con el fin de agrupar los valores resultantes en cinco niveles de riesgo. Para ello se utilizó la herramienta *Reclassify*, aplicando el método de rupturas naturales (*Jenks*). Esto permitió generar una reclasificación óptima de los valores de salida. Las nuevas categorías se asignaron conforme al esquema descrito en la **Tabla 3**.

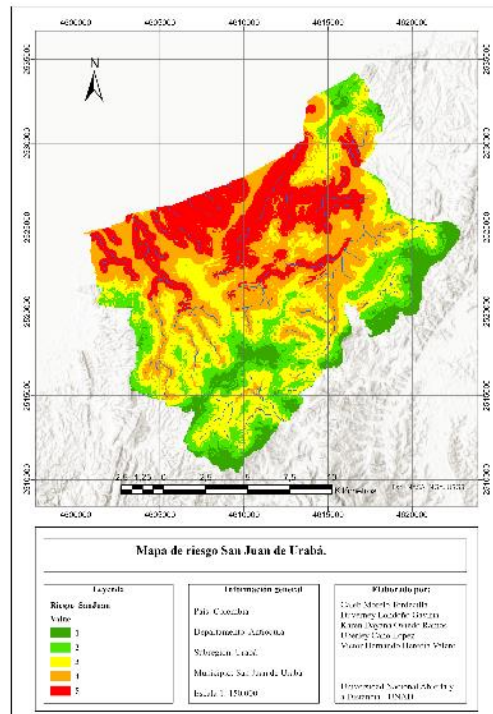
Tabla 3.
Reclasificación de riesgo por inundación

Valores	Simbología
1	
2	
3	
4	
5	

Nota: Tabla adaptada de la Guía de aprendizaje fase 4: Modelación agroambiental del territorio UNAD.

Cada clase del 1 al 5 representa un nivel creciente de amenaza hidrológica. Esta reclasificación permitió transformar la capa continua en un mapa interpretativo capaz de diferenciar de manera clara las zonas de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto riesgo.

Figura 7.
Mapa de riesgo.



Nota: a) Representa el mapa de riesgo del municipio de San Juan de Urabá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Resultados

El análisis del mapa de riesgo por inundación del municipio de San Juan de Urabá permite comprender la distribución espacial del peligro asociado a eventos hidrometeorológicos y la manera en que las características del territorio condicionan la vulnerabilidad de la población. Las cinco categorías cualitativas de riesgo —muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto— evidencian patrones claros que se relacionan directamente con la presencia de los principales ríos y drenajes del municipio, en especial el río San Juan, eje articulador de la hidrología local, así como con la topografía predominantemente plana hacia el norte y noroccidente del territorio.

Aunque el mapa proporcionado se centra en la zonificación del riesgo y no presenta una red hidrográfica explícita, al observar cuidadosamente la cartografía y su sombreado se infiere la presencia de varios cursos de agua relevantes para la dinámica de inundación. Entre ellos se distingue el río San Juan, ubicado hacia el centro–norte del municipio, que discurre en dirección a su desembocadura en el mar Caribe. Asimismo, es posible identificar la influencia de otros drenajes secundarios que suelen figurar en la cartografía básica de San Juan de Urabá, como las quebradas y arroyos que confluyen hacia el río principal y que actúan como aportantes en época de lluvias. Entre los drenajes usualmente presentes en esta región, los cuales se corresponden con los patrones de acumulación observados en el mapa, se encuentran el río Mulatos, el arroyuelo Culebra y otras corrientes menores que atraviesan zonas rurales hacia el oriente y sur del municipio. Estas corrientes, aunque de menor caudal que el río San Juan, ejercen un papel importante en los procesos de saturación del suelo, desbordamientos locales y acumulación temporal de agua en áreas planas.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se elaboró una tabla de áreas por categoría de riesgo, la cual debe ubicarse inmediatamente después de este párrafo (Tabla 4). Esta tabla muestra el área en kilómetros cuadrados correspondiente a cada clase cualitativa y permite observar qué proporción del municipio se encuentra más expuesta a eventos de inundación.

Tabla 4.
Cálculo de las áreas de los niveles de riesgo

Categoría de riesgo	Área (km ²)
Muy alto	53.09434494 km ²
Alto	67.69197129 km ²
Medio	69.62615699 km ²
Bajo	40.36004642 km ²
Muy bajo	21.30477769 km ²
Total, municipio	252.07729733 km²

Fuente: Autoría propia.

El análisis de la Tabla 1 evidencia que una proporción significativa del territorio de San Juan de Urabá se encuentra clasificada en categorías de riesgo medio, alto y muy alto frente a inundaciones. En conjunto, estas categorías abarcan aproximadamente **190,4 km²**, lo que representa cerca del **75 % del área total del municipio**, lo que confirma la alta susceptibilidad del territorio a este tipo de eventos. Destaca especialmente la extensión de las áreas con riesgo medio, que constituyen la mayor superficie individual, seguidas de las zonas de riesgo alto y muy alto, localizadas principalmente en sectores asociados a planicies de inundación y sistemas de drenaje principales y secundarios. Por su parte, las áreas clasificadas como riesgo bajo y muy bajo suman cerca de **61,7 km²**, correspondientes a sectores con mejores condiciones topográficas y de drenaje natural, donde la probabilidad de afectación es menor. Estos resultados subrayan la importancia de incorporar el componente de riesgo por inundación en los procesos de ordenamiento territorial y planificación del desarrollo municipal, priorizando acciones de prevención y mitigación en las zonas más expuestas. A partir de los cálculos realizados, se evidencia que las áreas clasificadas con riesgo alto y muy alto se concentran principalmente en las zonas aledañas al río San Juan y a las planicies de inundación asociadas a sus bajos niveles de pendiente. Estas zonas, que funcionan como áreas naturales de amortiguación hídrica, presentan una mayor probabilidad de desbordamientos durante temporadas de lluvias intensas. De manera complementaria, se observan patrones secundarios de riesgo elevados asociados a los drenajes tributarios que, aunque no se muestran de forma detallada en el mapa, se reflejan en las manchas de riesgo medio y alto que siguen trayectorias lineales, típicas de valles fluviales menores.

En contraste, las zonas de riesgo medio se distribuyen en áreas de transición donde la pendiente empieza a incrementarse ligeramente, reduciendo la acumulación de agua y permitiendo una mayor velocidad de evacuación del flujo superficial. Las zonas clasificadas como riesgo bajo y muy bajo corresponden a sectores más elevados, con mejor drenaje natural y mayor estabilidad geomorfológica, condiciones que disminuyen la probabilidad de afectación por inundaciones.

La identificación de estas áreas críticas permite reconocer los puntos del municipio donde los impactos potenciales pueden ser más severos. En las zonas de riesgo alto y muy alto, una inundación podría ocasionar afectaciones directas a comunidades rurales asentadas cerca del cauce del río San Juan y sus afluentes, comprometiendo viviendas, cultivos y bienes productivos. La presencia de asentamientos dispersos en veredas cercanas a los drenajes secundarios agrava la vulnerabilidad, especialmente en periodos de crecidas rápidas.

De igual manera, pueden verse afectadas las vías secundarias y terciarias, cuya interrupción limitaría el acceso a veredas, centros educativos y áreas agrícolas. Los sistemas agropecuarios, particularmente cultivos de plátano, yuca y maíz, así como pastizales destinados a ganadería, son altamente vulnerables en estas zonas de acumulación hídrica, donde las inundaciones pueden provocar deterioro del suelo, pérdida de nutrientes y daños en la infraestructura productiva.

Los ecosistemas presentes en las planicies de inundación, como humedales y bosques ribereños, se encuentran naturalmente asociados a estos procesos; sin embargo, los eventos extremos pueden generar pérdida de cobertura vegetal, erosión de márgenes, sedimentación excesiva y reducción temporal de la biodiversidad. En sectores cercanos a desembocaduras y drenajes costeros, la mezcla de aguas dulces y salobres durante crecidas puede alterar temporalmente la composición biótica.

Al comparar estos resultados con los registros históricos de afectaciones por inundación en San Juan de Urabá, se encuentra coherencia entre las áreas identificadas como de mayor riesgo y los sectores reportados por autoridades locales y departamentales en años anteriores. Durante temporadas de lluvias intensificadas por el fenómeno de La Niña, se han registrado desbordamientos del río San Juan, afectación de cultivos en zonas planas cercanas a su desembocadura y daños en vías rurales. También se han documentado inundaciones localizadas asociadas a los drenajes secundarios, especialmente en épocas de saturación prolongada. Estas evidencias históricas respaldan la validez del mapa obtenido y confirman que la distribución espacial del riesgo corresponde a patrones reales y recurrentes del comportamiento hidrológico del municipio.

El análisis del mapa de riesgo demuestra que las zonas más críticas se concentran en torno al río San Juan, sus afluentes y las planicies de inundación, mientras que las áreas menos susceptibles corresponden a terrenos elevados o con mejor capacidad de drenaje. La información representada en la tabla y las gráficas complementarias permite una interpretación más clara del comportamiento del riesgo en el municipio y constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la gestión del territorio, la planificación preventiva y la reducción de la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas.

Conclusiones

El análisis reveló que las áreas con mayor riesgo de inundación (alto y muy alto) se concentran de forma marcada en las planicies adyacentes al río San Juan, al río Mulatos y a drenajes secundarios, donde la pendiente es baja y los suelos tienden a saturarse con facilidad. En contraste, las zonas elevadas o con mejor drenaje natural presentan un riesgo bajo o muy bajo. Este patrón demuestra que la geografía (relieve, red hídrica, pendiente) delimita claramente las zonas vulnerables del municipio y permite identificar con precisión los sectores críticos ante eventos de crecida o lluvias intensas.

El uso de Sistemas de Información Geográfica combinado con un modelo multicriterio resultó altamente adecuado para este estudio, pues permitió integrar múltiples variables (elevación, pendiente, cobertura del suelo, red de drenajes, precipitación) y generar una cartografía fiable de riesgo. Esta metodología facilitó tanto la estandarización de insumos diversos como la elaboración de un mapa temático reproducible, robusto y útil para la toma de decisiones. La correlación entre las zonas de riesgo identificadas y los eventos históricos de inundación valida la precisión del enfoque aplicado.

Los resultados constituyen una herramienta útil para orientar el ordenamiento territorial, la planificación de uso del suelo y las políticas de prevención en San Juan de Urabá. Al conocer con exactitud las zonas de riesgo, las autoridades municipales y las comunidades pueden priorizar intervenciones en infraestructura, protección de cauces, conservación de zonas ribereñas y regulación del desarrollo urbano y agrícola. De esta forma se puede reducir la vulnerabilidad ante inundaciones, mitigar pérdidas económicas, proteger ecosistemas sensibles y mejorar la resiliencia local ante los efectos de la variabilidad climática.

Recomendaciones

Como estudiante de Agronomía fomentaría la restauración y conservación de los manglares en el sector de Damaquiel y corredores fluviales a lo largo del río San Juan, mediante programas de reforestación con especies nativas, ya que esto mejoraría la retención de aguas, disminuyendo las escorrentías y garantizando una reducción de la saturación de los suelos.

Se restringiría los asentamientos y fomentaría en su lugar cultivos perennes con alta infiltración (como cacao o palma) previniendo la degradación del suelo.

Implementaría sistemas de drenaje como zanjas para evitar la acumulación de agua y lo complementaría con la plataforma SIG, que me facilite monitoreo y generación de alertas tempranas.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de San Juan de Urabá. (s. f.). *Información del municipio*. https://www.sanjuandeuraba-antioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx_sanjuandeuraba-antioquia.gov.co

Alcaldía Municipal de San Juan de Urabá. (2020–2023). *Plan de desarrollo San Juan de Urabá 2020-2023*. https://www.sanjuandeuraba-antioquia.gov.co/MiMunicipio/ProgramaGobierno/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20%202020-2023%20%20Haciendo%20Juntos%20Podemos.pdf_sanjuandeuraba-antioquia.gov.co

Alvarado-Bello, J. (2014). Uso de Sistemas de Información Geográfica para la gestión del riesgo. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/86ae3f49-6171-4915-9722-0c1c7d55bc15/content>

Cantos Sánchez , E. A., Portilla Sánchez , I. M. ., Fajardo Espinoza , P. G. ., & Lara Garabi , A. N. . (2024). Evaluación multicriterio con aplicación de sistemas de información geográficas SIG para definir espacios de expansión urbana en el cantón Naranjito . *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(6), 93–109. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i6.1259>

Colombo, L. (2025). Cambio climático al extremo: ¿Qué relación hay entre las inundaciones y la protección de nuestros glaciares? Fundación Greenpeace Argentina. Recuperado 2 de diciembre de 2025. <https://www.greenpeace.org/argentina/blog/problemas/climayenergia/cambio-climatico-al-extremo-que-relacion-hay-entre-las-inundaciones-y-la-proteccion-de-nuestros-glaciares/>

Corporativa, I. (2021, abril 22). Fenómenos meteorológicos extremos. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/fenomenos-meteorologicos-extremos>

CORPOURABÁ. (s. f.). *Territorial Caribe*. <https://corpouraba.gov.co/territorial-caribe/CORPOURABA>

Departamento Administrativo de Estadística (DANE). (2005). *Perfil San Juan de Urabá – Antioquia* (Censo General 2005). https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/antioquia/san_juan_de_uraba.pdf DANE

Garrote, L.; Sordo-Ward, A.; Iglesias, A. (2020). Eventos hidrológicos extremos y cambio climático. https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/2020_eventos-hidrologicos-extremos-y-cambio-climatico_fundacioncanal.pdf

Minvivienda. (2020, 15 de diciembre). SAN JUAN DE URABÁ.

<https://www.minvivienda.gov.co/node/38747> Minvivienda

MITECO - Ministerio para la Transición Ecológica. (2018). Inundaciones y Cambio climático.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/libro-cambio-climatico-inundaciones-web-06092019_tcm30-499367.pdf

ONU-Habitat. (2021). Sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan

la lista de desastres. Onu-habitat.org. <https://onu-habitat.org/index.php/sequias-tormentas-e-inundaciones-el-agua-y-el-cambio-climatico-dominan-la-lista-de-desastres>

Técnica, C., Mejía, P. V., Martha, S., Rojas, L., Juan, A., Molina, R., Luz, A., Oviedo, V., & Martínez, C. H. (1999). Documento técnico de soporte para el plan básico de ordenamiento territorial municipal san juan de úraba - Antioquia.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/60915f21-4211-4cb0-8cca-fb05f795c01f/content>

UNEP (2020, marzo 3). Cómo el cambio climático está convirtiendo las inundaciones récord en

la nueva normalidad. <http://www.unep.org/news-and-stories/story/how-climate-change-making-record-breaking-floods-new-normal>

Universidad de Antioquia (UdeA). (2023, 17 de marzo). Ecosistema coralino en San Juan de Urabá fue caracterizado por estudiante de la UdeA. *Noticias UdeA*.

<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/.../coral-udea> Universidad de Antioquia

Enlace de sustentación:

https://youtu.be/CHtvY-k_y4A?si=4YqbwwyvtnDgft9y