

## **Aplicación de ArcGris Pro para el análisis del riesgo de inundación en el municipio de Sasaima, Cundinamarca (Colombia)**

Carlos Andrés Usme García [causmeg@unadvirtual.edu.co](mailto:causmeg@unadvirtual.edu.co)  
Diana Catherine Ocampo Vela [dcocampov@unadvirtual.edu.co](mailto:dcocampov@unadvirtual.edu.co)  
Justo Elías Ramírez Ramírez [jeramirezr@unadvirtual.edu.co](mailto:jeramirezr@unadvirtual.edu.co)  
Luz Mery Montaña Barrera [lmontanab@unadvirtual.edu.co](mailto:lmontanab@unadvirtual.edu.co)  
Rodrigo Alexander Gerena Tapiero [ragerenat@unadvirtual.edu.co](mailto:ragerenat@unadvirtual.edu.co)  
**Docente Asesor:** William Naranjo Gutiérrez [william.naranjog@unad.edu.co](mailto:william.naranjog@unad.edu.co)

El presente estudio tiene como objetivo general generar un mapa de riesgo de inundación para el municipio de Sasaima (Cundinamarca), mediante el uso de un análisis multicriterio implementado en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se aplicó una metodología que integró factores físicos, ambientales y climáticos, tales como; curvas de nivel, red hídrica, usos del suelo y precipitación, para identificar zonas vulnerables a inundaciones. Los insumos principales incluyeron modelo de elevación digital DEM, shapefile del departamento y municipios, coberturas de suelo, ráster de precipitación del departamento de Cundinamarca. Los resultados permitieron clasificar el riesgo por inundación en 5 niveles, (Muy bajo 6%, bajo 12%, medio 27%, alto 33% y muy alto 22%) identificando como críticas aquellas zonas cercanas a cuencas y zonas planas con poca pendiente. Estos hallazgos proporcionan información clave para identificar si el municipio presenta un riesgo latente con relación a inundaciones por precipitaciones.

**Palabras clave:** Análisis; Latente; Multicriterio; Riesgo.

## **Introducción**

El cambio climático ha intensificado la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias torrenciales y aumentos repentinos en caudales, lo que incrementa el riesgo de inundaciones en regiones tropicales y de montaña. Diversas investigaciones en Colombia han demostrado que el aumento en la variabilidad climática y en episodios de precipitación intensa está asociado a condiciones como ENSO y a cambios atmosféricos de origen global, afectando la estabilidad hídrica y aumentando la recurrencia de inundaciones y desbordamientos (Ávila et al., 2019; Sierra Roncancio et al., 2015). Estos estudios coinciden en que la intensificación de lluvias y la presión sobre las cuencas por actividades antrópicas incrementan significativamente la exposición y la vulnerabilidad de los municipios colombianos.

En el caso de Sasaima, Cundinamarca, la importancia de analizar el riesgo de inundación radica en que la población, la infraestructura vial y las actividades productivas (particularmente la agricultura y los sistemas rurales interconectados) dependen estrechamente de la estabilidad hídrica. En zonas rurales andinas, las inundaciones pueden causar pérdidas agrícolas, afectación de viviendas, interrupción de vías y disminución de la productividad local, impactando directamente la economía familiar y la seguridad de la población (Plata-Range & Ibáñez-Velandia, 2020; Sierra Roncancio et al., 2015). Por lo tanto, comprender la interacción entre factores climáticos, geomorfológicos y de uso del suelo resulta fundamental para anticipar daños y fortalecer la gestión del riesgo en el municipio.

El propósito de este ejercicio es aplicar un modelo de análisis multicriterio en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar el mapa de riesgo de inundación del municipio de Sasaima y realizar una primera interpretación de las zonas más críticas para apoyar la toma de decisiones locales.

## **Objetivo general**

Analizar el riesgo de inundación en el municipio de Sasaima, Cundinamarca, mediante la aplicación de ArcGIS Pro, con el fin de identificar los niveles de riesgo, su distribución espacial y las áreas potencialmente afectadas.

## **Objetivos específicos**

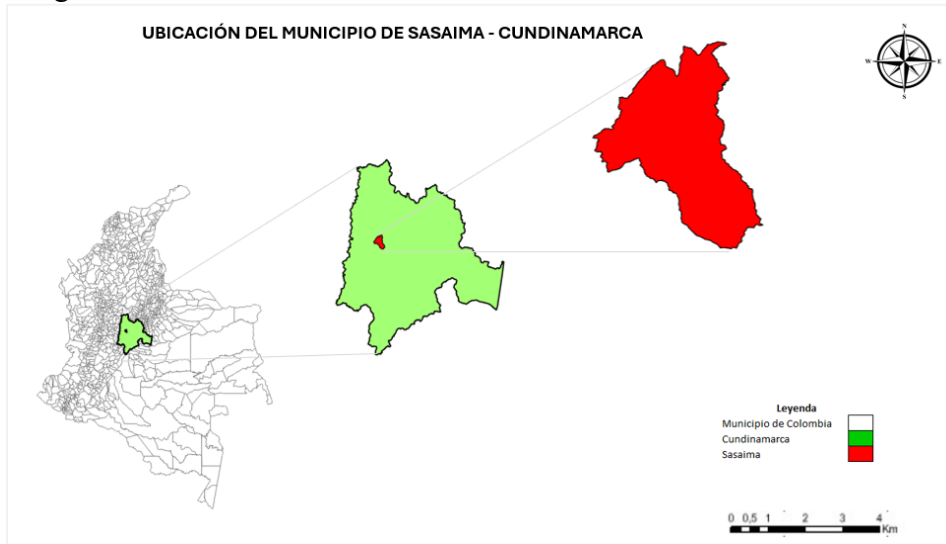
- Identificar, construir y ponderar los criterios de riesgo mediante un análisis multicriterio, asignando pesos adecuados a las variables relevantes.
- Evaluar el impacto de la precipitación sobre el entorno local, considerando cuencas, ríos, suelos y su relación con el riesgo de inundación.
- Generar el mapa de riesgo de inundación en ArcGIS Pro, clasificando las zonas en categorías de riesgo y representando su distribución espacial.

## **Identificación del caso de estudio**

Sasaima es un municipio del departamento de Cundinamarca (Figura 1) que pertenece a la provincia de Gualivá. Se encuentra ubicado en las coordenadas 74° 24' 44" Oeste y 4° 56' 48" Norte (IGAC, 2024). La cabecera municipal está a 79,86 km de la ciudad de Bogotá por vía terrestre.

El territorio está situado en el flanco occidental de la cordillera Oriental y presenta una topografía predominantemente montañosa. La altitud aproximada de la cabecera municipal es 1.191 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media cercana a 21°C (IGAC, 2024).

Imagen 1



*Nota:* Ubicación del municipio de Sasaima Cundinamarca de la división política colombiana.  
**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 1.**

*Información Geográfica del municipio de Sasaima (IGAC, 2024).*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Área total</b>	111,51 km <sup>2</sup>
<b>Límites al Norte</b>	Villeta, Nocaima y La Vega
<b>Límites al Sur</b>	Facatativá y Albán
<b>Límites al Este</b>	La Vega
<b>Límites al Oeste</b>	Albán y Villeta

*Nota:* La tabla muestra características de la información geográfica del municipio de Sasaima Cund.

**Características principales del municipio**

El municipio de Sasaima, se ubica en la provincia de Gualivá en Cundinamarca, hace parte de la zona hidrográfica en cuenca del Rio Negro, este municipio cuenta con microcuencas entre las que encontramos el Rio Dulce, Rio Guane, este municipio presentan un relieve variado en la cabecera

municipal de valores que oscilan entre 1.100 a los 1.600 m, (Gobernación de Cundinamarca 2025) hasta nacientes en la parte alta que están por encima de 2.000 a 2.500 metros, lo que ocasiona que sea se presente mayor probabilidad de pendientes y con ella deslizamiento y riesgo de escorrentía, la que sucede cuando se genera una acumulación del flujo del agua que el suelo y que este no puede absorber, sucede por lluvia, ríos o cuerpos de agua, en este caso en en donde más se genera la acumulación de agua será en las llanuras y valles aumentando significativamente el riesgos de inundación y desbordamiento de ríos aledaños, cuenta con colinas y valles en la cordillera Oriental y tiene pendientes altas las cuales favorecen los procesos de erosión de suelos y a su vez la escorrentía, esto con una combinación de pendientes altas, cuenta con terrazas fluviales, todos estos factores aumentan el riesgo de inundaciones. (Orjuela, A. 2019). Otras características son:

**Tabla 2.**

*Características Físicas y Ambientales del municipio de Sasaima Cund. (Orjuela, A. 2019).*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Altitud</b>	1191 m s. n. m.
<b>Clima</b>	Cálido, aprox. 22°C
<b>Relieve</b>	Colinas y valles en la cordillera Oriental
<b>Red hídrica</b>	25 quebradas y 3 ríos principales
<b>División rural</b>	24 veredas
<b>Zona geográfica</b>	Territorio montañoso con sistemas hídricos

*Nota:* La tabla muestra características Físicas y Ambientales del municipio de Sasaima Cund.

**Tabla 3.**

*Redes hídricas y cuencas del municipio de Sasaima Cund. (IGAC, 2024).*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Cuenca principal</b>	Río Negro
<b>Subcuencas</b>	Río Tobía, Río Dulce, Río Guane
<b>Quebrada principal</b>	Onda
<b>Cauces destacados</b>	Río Dulce nace en zonas altas y atraviesa varias veredas; riesgo de crecientes súbitas (Orjuela, 2019)
<b>Otros aspectos hídricos</b>	Presencia de múltiples ríos y quebradas; reportes de crecimiento del Río Dulce

*Nota:* La tabla presenta la estructura del sistema hídrico del municipio de Sasaima Cund, incluyendo la cuenca principal, subcuencas, quebradas relevantes y comportamientos de los ríos.

**Tabla 4.**

*Hidrología y Precipitación del municipio de Sasaima Cund. (Orjuela, A. 2019)*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tipo de clima</b>	Húmedo
<b>Temporadas de lluvia</b>	Abril, junio, octubre, diciembre
<b>Pluviosidad</b>	Alta en zonas húmedas
<b>Mes más cálido</b>	Agosto
<b>Mes más frío</b>	Noviembre
<b>Aspectos geográficos</b>	Zona montañosa con abundantes sistemas hídricos

*Nota:* En esta tabla se detallan los patrones climáticos e hídricos: clima húmedo, temporadas de lluvia, meses extremos de temperatura y características del territorio montañoso. Describe el comportamiento climático y las condiciones de precipitación en Sasaima.

**Tabla 5.**

*Uso de suelo del municipio de Sasaima Cund. (Orjuela, A. 2019)*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Actividades agrícolas</b>	Café, frutales, ganadería
<b>Áreas naturales</b>	Reservas, áreas rurales y bosques
<b>Afectaciones ambientales</b>	Pérdida de vegetación en nacientes; degradación de ríos
<b>Actividades económicas adicionales</b>	Alta actividad avícola
<b>Contaminación</b>	El Río Dulce es uno de los más contaminados
<b>Riesgos geológicos</b>	Zonas latentes a deslizamientos; sedimentación en cauces
<b>Formación geológica</b>	Rocas y sedimentos

*Nota:* La tabla muestra cómo se utiliza el territorio: actividades agrícolas, áreas naturales, degradación ambiental, contaminación del agua, riesgos geológicos y aspectos de la geología. Refleja la ocupación del suelo, sus actividades económicas y problemáticas ambientales.

### **Infraestructura hidráulica y saneamiento**

No cuenta con cobertura de alcantarillado en zonas rurales. Presenta mal manejo de aguas residuales lo que implica que en temporada de lluvia intensa el agua residual pueda filtrarse a los ríos alterando sus componentes, contaminación en ríos, afectación a cauces, cantidad de industrias avícolas que generan vertimiento de residuos al Río Dulce generando riesgo de taponamiento, contaminación, obstrucción de cauces, mayor riesgo de inundaciones y desbordamientos es un municipio que presenta riesgos de deslizamientos y avalanchas (IGAC, 2024).

### **Zonas planas de Sasaima**

- Áreas urbanas: Santa Inés.
- Llanuras: Río Dulce
- Terrazas fluviales: quebradas aledañas al río Dulce, encontramos veredas como Acuapal, San Bernardo, Guayacundo bajo.

**Zonas que tienen vegetación y cuerpo de agua. (usados para recreación)**

Parque de la identidad Sasaimera: representa la cultura y el arte. Cuenta con: monumentos, espacios temáticos, venta de productos como el café local.

Parque nuestra primavera: Lugar temático, sirve como entretenimiento, está rodeado por alta vegetación zonas verdes, cuenta con cuerpo de agua natural (SZH, 2016).

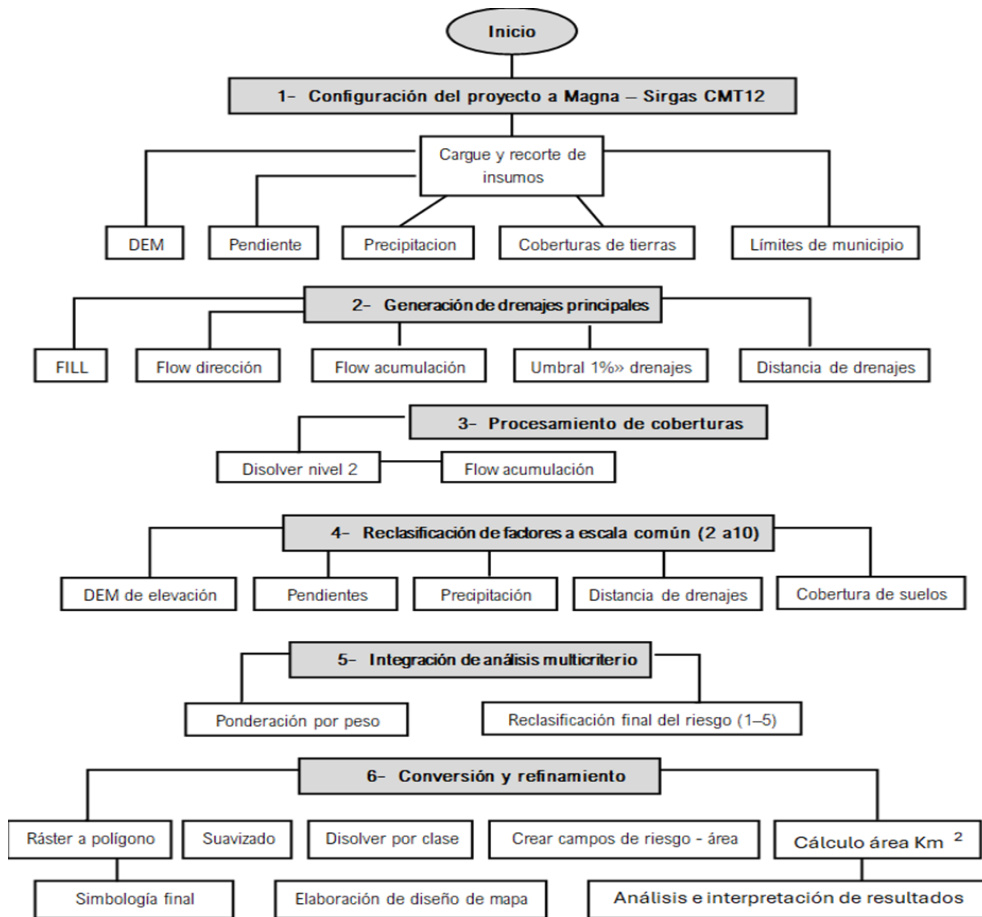
**Veredas de Sasaima en las zonas planas:**

- La granja
- Mesetas
- Piluma
- Acuapal
- Limonal
- Mojón
- Entable
- Loma Larga
- Gualivá

**Metodología realizada**

La metodología implementada en ArcGIS Pro se desarrolló bajo un enfoque técnico y sistemático orientado a garantizar la calidad y confiabilidad del análisis espacial. El proceso inició con el alistamiento y normalización de los datos geográficos, mediante la unificación del sistema de coordenadas, la revisión de consistencia espacial y la preparación de las capas base. Posteriormente, se ejecutó la transformación de datos ráster a vector mediante herramientas especializadas, la integración de factores se efectuó aplicando ponderaciones diferenciadas a variables clave como pendientes, coberturas, precipitación y distancia, permitiendo construir un modelo de análisis robusto orientado a la identificación de áreas críticas.

Imagen 2



*Nota:* Diagrama de procesos aplicado en ArcGIS Pro, para la elaboración de mapa de riesgo de inundación del Municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Elaboración propia.

Imagen 3



*Nota:* Pasos aplicados para la elaboración del mapa de riesgo de inundación del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

## Resultados

### Procesos aplicados:

#### Mapa de Reclasificación DEM

Imagen 4



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de Reclasificación DEM del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 6.**

*Niveles de elevación de terreno en msnm para el municipio.*

<b>Valor asignado</b>	<b>Rango elevación msnm</b>	<b>Color observable</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
<b>2</b>	902- 1317	Azul oscuro	Riesgo muy bajo
<b>4</b>	1317- 1594	Verde	Riesgo bajo
<b>6</b>	1594- 1980	Fucsia	Riesgo medio
<b>8</b>	1980-2453	Azul Claro	Riesgo alto
<b>10</b>	2453-3092	Café	Riesgo muy alto

*Nota:* La tabla muestra el nivel de riesgo según la elevación de terreno en el municipio de Sasaima Cund.

La elevación del terreno es uno de los factores más influyentes en la susceptibilidad a inundaciones, pues determina las áreas de mayor o menor capacidad de drenaje y condiciona el comportamiento de la escorrentía (Chuvienco, 2010). Mediante la reclasificación del DEM es posible:

- Identificar zonas bajas propensas a inundación, donde la acumulación de agua es mayor debido a la menor pendiente y energía del relieve (IGAC, 2018).
- Agrupar la información altimétrica en clases homogéneas, facilitando su integración con otros insumos como mapas de pendiente, red hídrica, uso del suelo o modelos hidrológicos (IGAC, 2024).
- Caracterizar el relieve y definir zonas con distinto nivel de riesgo, ya que la altitud condiciona la exposición ante eventos de lluvia intensa, crecientes súbitas o desbordamientos de cauces (SNGRD, 2017).

### Mapa de Pendiente

Imagen 5



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de pendiente del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 7.**

*Niveles de % pendiente de terreno en msnm para el municipio.*

<b>Valor asignado</b>	<b>Rango de Pendiente (%)</b>	<b>Color observable</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
<b>2</b>	0-10.963639	Azul	Riesgo muy bajo
<b>4</b>	10.963639-18.575792	Verde	Riesgo bajo
<b>6</b>	18.575792-27.257568	Rojo	Riesgo medio
<b>8</b>	27.257568-40.592206	Turquesa	Riesgo alto
<b>10</b>	40.592206-73.001793	Fucsia	Riesgo muy alto

*Nota:* La tabla muestra el nivel de % pendiente según la elevación de terreno en el municipio de Sasaima Cund.

El análisis de pendientes a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM) es una de las etapas más importantes para evaluar la susceptibilidad a inundaciones. La pendiente determina la velocidad del flujo superficial, el tiempo de concentración del agua y la capacidad del terreno para drenar o acumular escorrentía (IGAC, 2018; Chuvieco, 2010).

La reclasificación del mapa de pendientes permite agrupar los valores continuos en rangos que representan diferentes niveles de estabilidad y riesgo hidrológico. Con ello es posible:

1. **Identificar zonas planas o de baja pendiente**, donde el agua tiende a moverse lentamente o incluso a estancarse, incrementando la probabilidad de inundación.
2. **Reconocer sectores con pendientes intermedias**, donde la escorrentía superficial es moderada y puede generar transporte de sedimentos o pequeños desbordamientos.

3. **Distinguir áreas de alta y muy alta pendiente**, donde el agua se desplaza con mayor velocidad, aumentando procesos de erosión, avenidas torrenciales y crecientes súbitas (UNGRD, 2017).
4. **Integrar el comportamiento del relieve con otros factores de riesgo**, tales como el uso del suelo, la proximidad a cauces y la red de drenaje (IGAC, 2024).

En el municipio de Sasaima, la reclasificación del mapa de pendiente permite establecer un gradiente de riesgo hidrológico: las zonas con pendientes inferiores al 11 % corresponden a niveles de riesgo muy bajo y bajo, mientras que sectores con pendientes superiores al 27 % presentan riesgo alto o muy alto, debido a la mayor capacidad de aceleración del flujo y a la concentración de escorrentía. Esta información es fundamental para la delimitación de áreas vulnerables y para orientar procesos de gestión y ordenamiento ambiental del territorio.

### Mapa de precipitación

Imagen 6



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de precipitación del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 8.**

*Rangos de precipitación (mm) presentadas durante el mes de marzo para el municipio*

<b>Valor asignado</b>	<b>Rango de Precipitación (mm)</b>	<b>Color observable</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
<b>2</b>	122.0-155.0	Morado	Riesgo muy bajo
<b>4</b>	155.0-183.8	Amarillo	Riesgo bajo
<b>6</b>	183.8-212.0	Vino tinto	Riesgo medio
<b>8</b>	212.0-235.8	Azul claro	Riesgo alto
<b>10</b>	235.8-258.5	Verde	Riesgo muy alto

*Nota:* La tabla muestra los rangos de precipitación (mm) presentados durante el mes de marzo en el municipio de Sasaima Cund.

La reclasificación consiste en transformar valores continuos de precipitación (expresados en milímetros) en clases discretas que representan niveles de riesgo, a partir de los cuales es posible identificar zonas con mayor susceptibilidad asociada a la ocurrencia de lluvias intensas. Este procedimiento es ampliamente utilizado en estudios de análisis ambiental y gestión del riesgo, ya que permite simplificar la interpretación de variables climáticas complejas (Chuvioco, 2016; Eastman, 2012).

En este caso, el mapa muestra cinco rangos de precipitación, definidos entre 122.0 mm y 258.5 mm, a los cuales se les asignó un valor ordinal (2, 4, 6, 8 y 10) que representa niveles crecientes de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente. La literatura señala que la

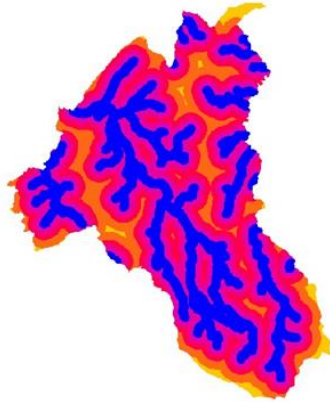
precipitación es uno de los factores más determinantes en la generación de procesos hidrológicos de riesgo, como inundaciones, saturación de suelos y aumentos en la escorrentía superficial (IDEAM, 2018; Chow, Maidment & Mays, 2010). Por ello, la creación de clases permite identificar espacialmente aquellas zonas donde los acumulados de lluvia favorecen la ocurrencia de estos eventos.

Metodológicamente, la reclasificación raster es un proceso adecuado cuando se requiere convertir una variable cuantitativa continua en niveles de aptitud o riesgo, permitiendo que el usuario final intérprete más fácilmente los gradientes de amenaza climática (Burrough & McDonnell, 2015). Este tipo de reclasificaciones suele emplearse como insumo para análisis multicriterio y para la elaboración de mapas de susceptibilidad o riesgo hidroclimático, especialmente cuando posteriormente se integran factores topográficos (pendiente, elevación) o de uso del suelo (Ojeda & Buzai, 2019).

El uso de una paleta de colores secuencial, donde los tonos cálidos y oscuros representan niveles mayores de precipitación y riesgo, y los tonos fríos niveles bajos, sigue las recomendaciones cartográficas para representar variables ambientales (Brewer, 2014). Esto facilita la lectura del mapa: las zonas en color verde indican el mayor nivel de precipitación (235.8–258.5 mm) y, por tanto, riesgo muy alto, mientras que las zonas en color morado representan el rango más bajo (122.0–155.0 mm) y un riesgo muy bajo.

**Mapa de distancia**

Imagen 7



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de distancia del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 9.**

*Distancias de drenajes principales para el municipio.*

Valor asignado	Rango de Distancia (Metros)	Color observable	Nivel de riesgo
2	0-202,8	Amarillo	Riesgo muy bajo
4	202,8- 423,9	Naranja	Riesgo bajo
6	423,9- 667,1	Rojo	Riesgo medio
8	667,1- 987,6	Fucsia	Riesgo alto
10	987,6- 2263,3	Azul oscuro	Riesgo muy alto

*Nota:* La tabla muestra el nivel de riesgo según las distancias de los drenajes principales con respecto al territorio.

En este tipo de análisis, se calcula la cercanía de cada celda del territorio respecto a los cursos de agua, lo cual es fundamental para evaluar el riesgo relacionado con procesos hidrológicos, especialmente inundaciones, desbordamientos y movimientos en masa inducidos por saturación de suelos (Chow, Maidment & Mays, 2010).

La distancia a drenajes es uno de los criterios más ampliamente empleados en estudios de modelamiento de riesgo hídrico, ya que las zonas más cercanas a ríos, quebradas o canales suelen presentar mayor probabilidad de inundación, acumulación de escorrentía y afectación por desbordamientos (IDEAM, 2018; UNGRD, 2017). Por ello, la generación de un mapa de distancias permite identificar gradientes de susceptibilidad asociados a la proximidad a cuerpos de agua.

En el caso del municipio analizado, el mapa muestra cinco rangos de distancia, entre 0 y 2263 metros, a los cuales se les asigna un valor ordinal (2, 4, 6, 8, 10), representando niveles crecientes de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Este tipo de reclasificación facilita la interpretación espacial, dado que traduce una variable continua —la distancia en metros— en categorías manejables desde la perspectiva del análisis ambiental y de ordenamiento territorial (Burrough & McDonnell, 2015; Eastman, 2012).

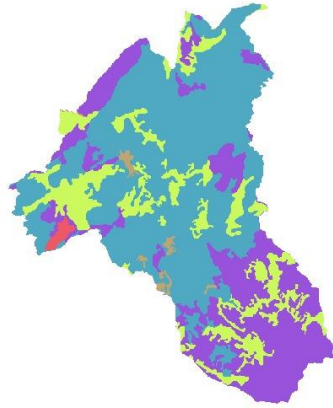
Cartográficamente, la simbología utilizada sigue un esquema secuencial donde los tonos cálidos (amarillo, naranja y rojo) representan distancias menores, asociadas a mayor exposición a eventos hidrológicos, mientras que los tonos fríos (fucsia, azul oscuro) indican mayor distancia y, por tanto, menor susceptibilidad. Este tipo de paletas es recomendado para representar gradientes de riesgo o proximidad (Brewer, 2014).

Así, las zonas coloreadas en amarillo (0–202,8 m) representan las áreas más cercanas a la red hídrica y, en este mapa, clasificadas como riesgo muy bajo, de acuerdo con tu tabla. Las distancias intermedias (naranja, rojo, fucsia) muestran niveles progresivos de riesgo bajo, medio y alto, mientras que las zonas más alejadas, representadas en azul oscuro (987,6–2263,3 m), se clasifican como riesgo muy alto según tu categorización.

Desde una perspectiva técnica, el mapa permite identificar cómo varía la exposición territorial en función de la distancia a los drenajes, lo cual es un elemento fundamental dentro de los estudios de amenaza por inundación, ordenamiento territorial y planificación de infraestructuras críticas (Cardona et al., 2010). Combinado con otros factores como pendiente, precipitación o uso del suelo, este tipo de capa contribuye a construir modelos de riesgo hidrometeorológico robustos (IDEAM, 2018).

**Mapa de cobertura**

Imagen 8



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de cobertura del municipio de Sasaima Cundinamarca.  
**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 10.**

*Nivel de riesgo según la cobertura en el municipio.*

<b>Valor asignado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Color observable</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
1	1.1. Zonas Urbanizadas	Gris	Muy bajo

2	1.2. Zonas industriales o comerciales	Naranja	Bajo
3	1.4. Zonas verdes artificializadas.	Amarillo	Ligeramente Bajo
4	2.2. Cultivos permanentes.	Verde claro	Medio - Bajo
5	2.3. Pastos.	Verde	Medio
6	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	Azul agua marina	Medio-Alto
7	3.1. Bosques	Azul	Alto
8	3.2. Áreas con vegetación herbácea.	Fucsia	Alto- Muy alto
9	5.1. Aguas Continentales	Rojo	Muy alto

*Nota:* La tabla muestra el nivel de riesgo para cada una de las coberturas para el municipio de Sasaima Cund.

La reclasificación de las coberturas de la tierra constituye un paso esencial dentro de los análisis ambientales y territoriales, especialmente cuando se busca evaluar riesgos naturales como la inundación. Las coberturas originales como bosques, pastos, áreas agrícolas, zonas urbanas o cuerpos de agua provienen de clasificaciones oficiales como la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, la cual describe el estado del territorio con fines de planificación ambiental (IDEAM, 2010). Sin embargo, estas categorías, aunque detalladas, no permiten por sí solas identificar niveles de riesgo o vulnerabilidad.

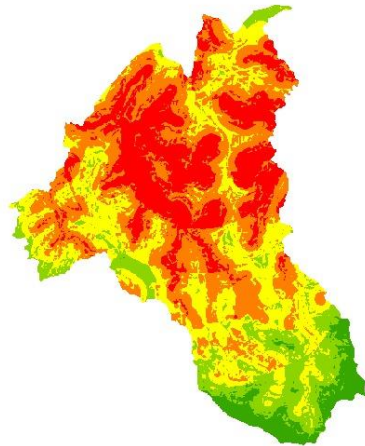
Por esta razón, el proceso de reclasificación convierte estas coberturas en una escala numérica de riesgo (2, 4, 6, 8 y 10), asignando un valor que refleja la capacidad de cada tipo de cobertura para favorecer o disminuir la susceptibilidad a procesos hídricos, como acumulación superficial, escorrentía o permanencia del agua. Por ejemplo, coberturas como zonas urbanizadas reciben valores bajos porque presentan infraestructuras que drenan el agua, mientras que superficies como bosques o vegetación densa tienden a tener valores de riesgo medio a alto debido a que retienen humedad y ralentizan la circulación del agua en el paisaje (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). A su vez, categorías como pastos y áreas agrícolas heterogéneas pueden incrementar la escorrentía y, por lo tanto, su riesgo asignado es mayor, pues son zonas donde el suelo está más expuesto al lavado o saturación.

La reclasificación también permite identificar coberturas que requieren especial atención, como las aguas continentales, que en este análisis reciben el valor de riesgo más alto. Esto no significa que representen un peligro por sí mismas, sino que son superficies donde el agua ya está presente y, por lo tanto, constituyen zonas con máxima sensibilidad hídrica. Su inclusión es clave para delimitar áreas que deben ser protegidas o donde deben evitarse intervenciones que aumenten la vulnerabilidad (UNAD, 2022).

Transformar estas coberturas en una escala numérica facilita integrar la información en herramientas como la superposición ponderada (Weighted Overlay), usada ampliamente en ArcGIS Pro para producir mapas de amenaza o susceptibilidad (Esri, 2023). Gracias a esta reclasificación, los datos dejan de ser simplemente categorías descriptivas y pasan a convertirse en insumos que permiten analizar patrones espaciales, modelar escenarios y tomar decisiones informadas dentro de la gestión del riesgo.

**Mapa de Riesgo de Inundación**

Imagen 9



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de riesgo de inundación para el municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Autoría propia 2025, (ArcGIS Pro).

**Tabla 11.**

*Nivel de riesgo de inundación para el municipio.*

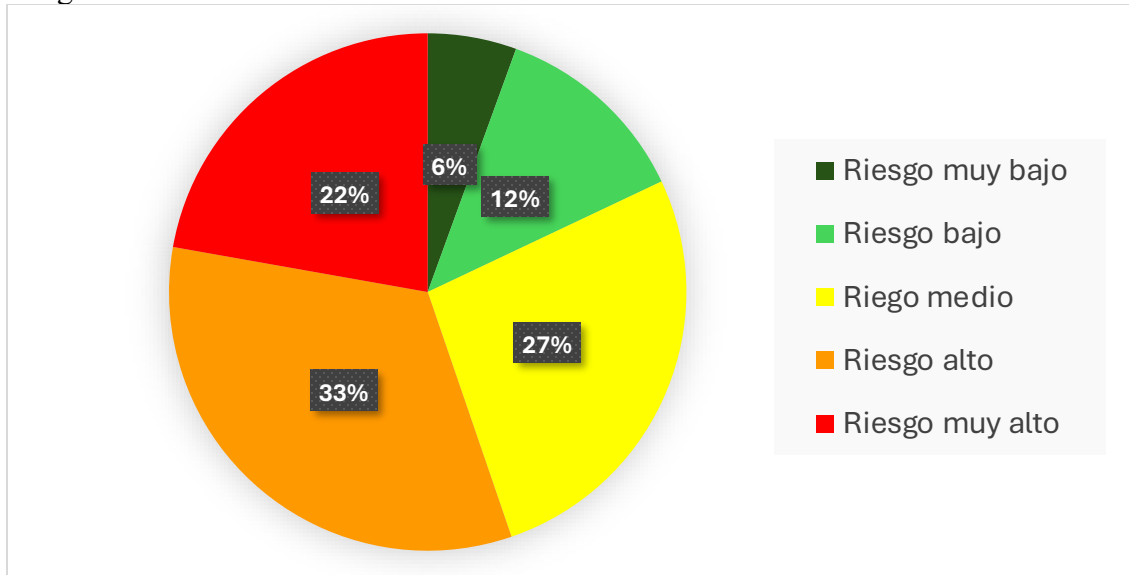
Nivel de riesgo	Valor asignado	Color observable	Características
Riesgo muy bajo	1	Verde oscuro	Zonas altas del municipio.

<b>Riesgo bajo</b>	<b>2</b>	Verde claro	Laderas moderadas que permiten la dispersión del flujo superficial.
<b>Riesgo medio</b>	<b>3</b>	Amarillo	Sectores donde la pendiente favorece el movimiento de agua cuesta abajo hacia zonas más bajas.
<b>Riesgo alto</b>	<b>4</b>	Naranja	Sectores donde la concentración de escorrentía se incrementa por la convergencia de flujos en el relieve.
<b>Riesgo muy alto</b>	<b>5</b>	Rojo	Áreas donde la escorrentía superficial es máxima y hay alta probabilidad de desbordamientos e inundaciones rápidas.

---

*Nota:* La tabla muestra el nivel de riesgo de inundación para el municipio de Sasaima Cund.

Imagen 10



*Nota:* Diagrama circular, se observa los porcentajes de riesgo por inundación del Municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Fuente:** Elaboración propia

El mapa resultante muestra la distribución espacial del riesgo asociado a la dinámica hídrica del municipio, representado mediante una escala de colores que va desde los tonos verdes (riesgo muy bajo) hasta los tonos rojos intensos (riesgo muy alto). Este tipo de visualización permite identificar, de forma inmediata, cuáles zonas del territorio presentan mayor susceptibilidad frente a procesos de escorrentía, acumulación superficial o posibles inundaciones.

Los sectores clasificados como riesgo muy bajo aparecen en tonos verde oscuro y corresponden, según la tabla interpretativa, a las zonas altas del municipio, donde la topografía favorece la dispersión del agua y la probabilidad de acumulación es mínima. Estas áreas suelen coincidir con laderas elevadas y pendientes pronunciadas, donde el flujo sigue una dirección descendente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

En contraste, las áreas clasificadas como riesgo bajo, representadas en verde claro, se asocia con laderas moderadas que permiten un drenaje eficiente, aunque con una ligera posibilidad de

encharcamiento dependiendo de la cobertura y del tipo de suelo. Este comportamiento es coherente con lo descrito en la literatura sobre dinámica hídrica en paisajes andinos, donde las pendientes medias son zonas de transición hidrológica (IDEAM, 2010).

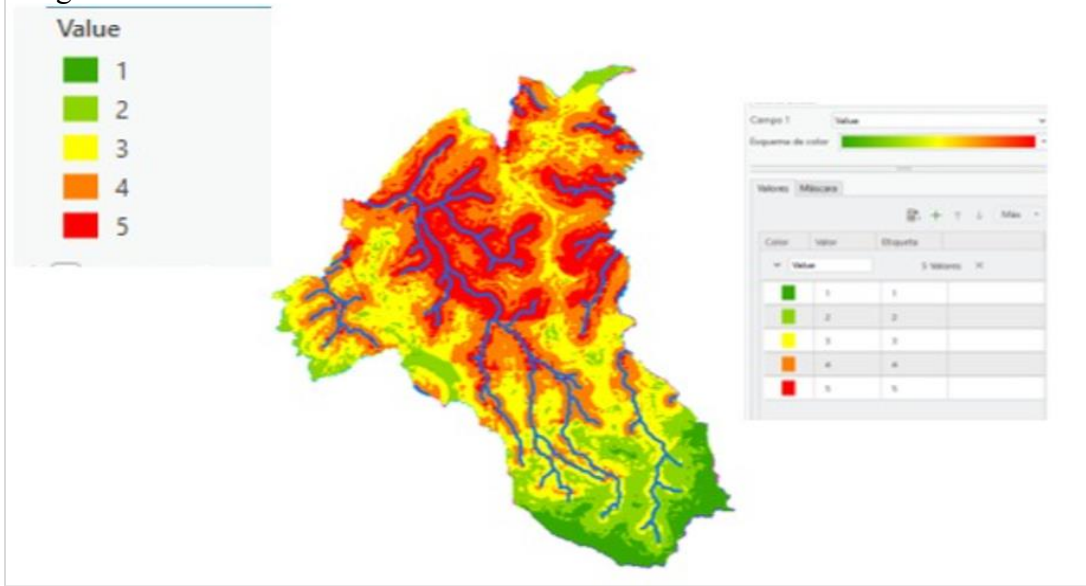
Los sectores identificados con riesgo medio, en color amarillo, representan zonas donde la pendiente y las características del terreno comienzan a favorecer el movimiento del agua hacia áreas más bajas. En estos espacios existe mayor probabilidad de escorrentía acumulada, especialmente si están asociados a coberturas agrícolas o pastizales, como lo señalan los estudios de gestión del riesgo (UNAD, 2022).

Las áreas de riesgo alto están representadas en naranja. En estas zonas se observa una mayor concentración de escorrentía superficial debido a la forma del relieve, que conduce el agua hacia puntos específicos del terreno. Allí aumenta la susceptibilidad a procesos de saturación del suelo, erosión o deslizamiento de masas durante eventos de lluvia intensa.

Finalmente, las zonas clasificadas con riesgo muy alto, visualizadas en rojo, corresponden a sectores donde la acumulación de agua es máxima y donde la probabilidad de afectación por inundación rápida o deslizamientos es considerablemente elevada. Estos lugares suelen situarse en depresiones topográficas, fondos de valle, cercanía a drenajes naturales o zonas donde la pendiente abrupta conduce el agua de manera acelerada (Esri, 2023).

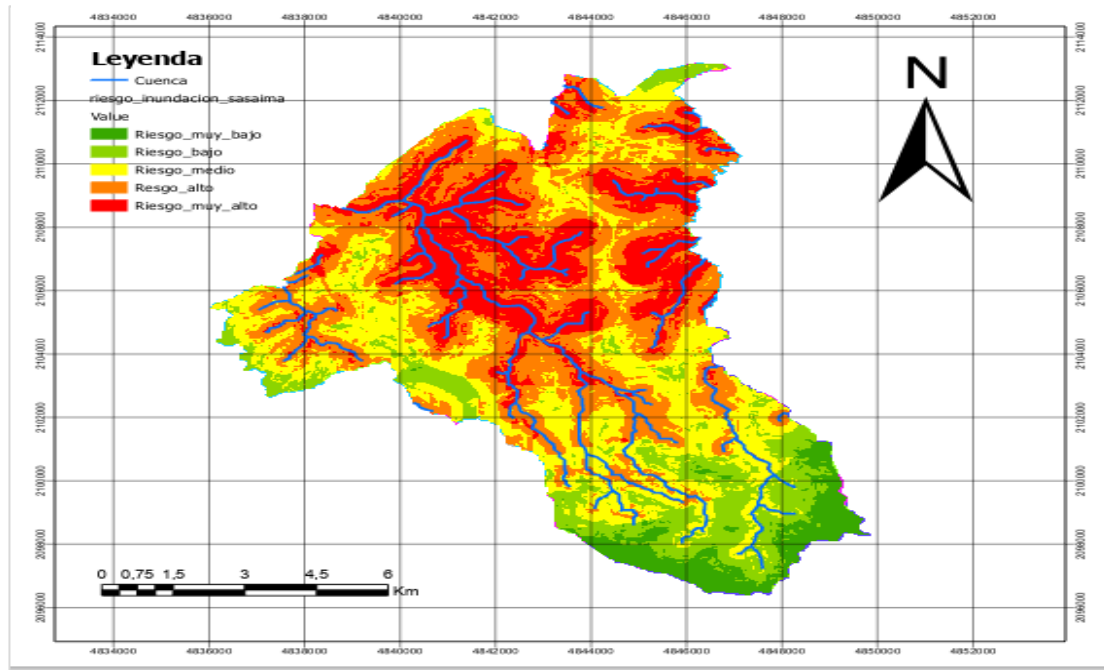
Este mapa permite comprender cómo interactúan el relieve, la cobertura del suelo y la hidrología local, facilitando la toma de decisiones en planificación territorial, gestión del riesgo y priorización de medidas preventivas. Su lectura también aporta una visión clara sobre los sectores que requieren intervenciones para reducir la vulnerabilidad del municipio frente a fenómenos hidrometeorológicos.

Imagen 11



*Nota:* Resultado de la elaboración del mapa de riesgo de inundación del municipio de Sasaima Cundinamarca, elaborado en ArcGIS Pro.

Imagen 12



*Nota:* Diseño de mapa de riesgo de inundación del municipio de Sasaima Cundinamarca.

**Análisis de resultados:**

Se puede observar que las **zonas de mayor riesgo (rojo y naranja)** se concentran a lo largo de los cauces principales, especialmente en las áreas cercanas a los ríos y quebradas. Las franjas ribereñas y las llanuras aluviales muestran niveles de riesgo alto y muy alto, mientras que las áreas alejadas de los cuerpos de agua presentan riesgos moderados o bajos. La configuración refleja claramente la topografía y la ubicación de los cursos de agua, indicando que los sectores más vulnerables coinciden con las riberas del Río Dulce y sus afluentes, así como con tramos cercanos a puentes y carreteras principales.

Zonas de riesgo medio: terrazas fluviales inmediatas, algunas partes periurbanas y sectores rurales con pendiente moderada donde la frecuencia de inundación es menor pero aún posible riesgo el cual se ve que todos desembocan en los caños o quebradas y en muchos casos directos en el río. Aquí se ubican veredas como: Guayacondo, La Paz, Ilo, El Entable, El Mojón, Piluma.

Zonas de menor riesgo (Bajo / y muy bajo): áreas de mayor elevación y pendientes fuertes zonas altas del municipio y muchas veredas internas alejadas de cauces principales en las que se encuentran las veredas Sinaí, La Victoria, La Candelaria, Las Mercedes, Santa Teresa, Gualivá.

**Relación de zonas de mayor riesgo con posibles afectaciones**

A continuación, se enlaza cada tipo de elemento (comunidades, infraestructura, agropecuaria, ecosistemas) con la localización de las zonas de mayor riesgo:

**a) Comunidades y cabecera municipal**

Las zonas más pobladas cercanas a cauces (barrios y veredas ribereñas) son las más vulnerables a crecientes súbitas y anegamientos. Las veredas del municipio (por ejemplo, Santa Inés, La María y otras listadas en el diagnóstico municipal) cuentan con núcleos poblados y acueductos rurales que pueden quedar incomunicados o sin agua.

Evidencia reciente: En episodios recientes (temporada de lluvias 2025) se reportaron emergencias que afectaron el servicio de acueducto y amenazas de crecientes súbitas en Sasaima.

**b) Infraestructura (vías, puentes, bocatomas, acueductos)**

Las franjas de alto riesgo coinciden con la ubicación de bocatomas y estructuras viales cercanas a los ríos; noticias locales reportaron daños en bocatomas y caída/afectación de puentes por crecientes recientes. Eso confirma que la infraestructura crítica está expuesta en las zonas clasificadas como Alto/Muy alto.

**c) Sistemas agropecuarios**

Las planicies y terrazas aluviales con riesgo alto son zonas donde hay cultivos, pasturas y pequeñas fincas. Inundaciones y sedimentación pueden provocar pérdidas de cultivo, muerte de ganado por arrastre o anegamiento, contaminación de suelos y daños a caminos rurales que impiden la comercialización. (La cartografía básica y estudios locales indican presencia de parcelación agropecuaria en las cuencas).

**d) Ecosistemas y áreas naturales**

Ecosistemas ribereños (bosques de galería, áreas de bambú en el río Guane, piscinas naturales) pueden verse alterados por cambios en regímenes de caudal, erosión y transporte de sedimentos; sin embargo, la vegetación riparia también ofrece amortiguamiento natural si se conserva. Reportajes locales describen valores turísticos y ecológicos del Río Guane que se ubican en la red hidrográfica expuesta.

## Conclusiones

El análisis multicriterio permitió clasificar el territorio del municipio de Sasaima en cinco niveles de riesgo. Los resultados muestran que el 33 % del área presenta un riesgo alto y el 22 % riesgo muy alto, concentrándose principalmente en zonas planas y cercanas a la red hídrica, especialmente alrededor del Río Dulce y sus afluentes. Por otro lado, solo 6 % del territorio se encuentra en riesgo muy bajo y 12 % en riesgo bajo, correspondientes a áreas elevadas y de mayor pendiente que facilitan el drenaje natural del agua. El 27 % restante se ubica en riesgo medio, principalmente en terrazas fluviales y zonas periurbanas con pendientes moderadas.

Las áreas de mayor riesgo coinciden con terrenos de menor altitud y pendiente, mientras que las zonas de riesgo muy bajo se encuentran en elevaciones superiores a 1.900 m.s.n.m., donde la escorrentía superficial es eficiente. Los rangos de pendiente muestran que sectores con pendientes superiores al 27 % representan riesgo alto o muy alto, evidenciando la influencia directa del relieve en la susceptibilidad a inundaciones.

La precipitación mensual más alta, entre 235,8 y 258,5 mm, se asocia con el 22 % del territorio en riesgo muy alto, mientras que rangos menores de precipitación (122–155 mm) coinciden con las áreas de riesgo muy bajo. Esto refleja la importancia de la pluviometría como factor determinante para la identificación de zonas vulnerables.

Las coberturas de aguas continentales y vegetación densa se clasificaron con los valores más altos de riesgo, mientras que zonas urbanizadas y con infraestructura de drenaje presentan los niveles más bajos. Esto indica que la presencia de cuerpos de agua y áreas agrícolas contribuye significativamente al riesgo de inundación, afectando directamente las actividades productivas y la seguridad de la población en las veredas ribereñas.

Las zonas clasificadas como riesgo alto y muy alto albergan gran parte de la población, infraestructura crítica (puentes, bocatomas, vías principales) y actividades agrícolas. Aproximadamente 55 % del municipio está expuesto a riesgos medios a muy altos, lo que refleja una vulnerabilidad significativa frente a eventos hidrometeorológicos extremos y la necesidad de priorizar medidas de prevención y gestión del riesgo.

## **Recomendaciones**

Desde el enfoque agronómico, se sugiere las siguientes recomendaciones:

### **Adaptar la agricultura al riesgo de inundaciones**

En las zonas más vulnerables, donde el agua tiende a acumularse, es recomendable evitar cultivos delicados que puedan perderse con lluvias intensas. En su lugar, se pueden implementar sistemas como silvopastoriles, agricultura de conservación o cultivos con menor impacto, que ayuden a proteger el suelo, retener agua y reducir la erosión. Así, las familias que dependen de la tierra pueden mantener su producción y reducir pérdidas en temporadas de lluvia.

### **Cuidar y restaurar la naturaleza que protege el municipio**

Los bosques, riberas y áreas cerca de los ríos y quebradas son aliados naturales que ayudan a amortiguar crecidas, filtrar el agua y mantener el equilibrio hídrico. Es importante plantar especies nativas, restaurar rondas de quebradas y evitar la tala o la construcción en estas áreas. Con ello, se protege la comunidad, los cultivos y los ecosistemas que brindan sombra, alimento y belleza al territorio.

### **Monitoreo y alerta temprana**

Contar con un sistema que observe el nivel del río Dulce y sus afluentes permite anticipar crecientes y alertar a la población antes de que ocurra un desastre. La instalación de estaciones de medición y la capacitación de vecinos para reconocer señales de peligro puede salvar vidas y proteger viviendas, vías y acueductos rurales.

### **Proteger la infraestructura esencial**

Puentes, carreteras, bocatomas y acueductos son fundamentales para la vida cotidiana. Mantenerlos en buen estado y, cuando sea posible, evitar construirlos en zonas de alto riesgo ayudará a que el municipio continúe funcionando incluso durante lluvias fuertes. Además, obras como canalizaciones o drenajes estratégicos pueden desviar el agua y prevenir daños graves.

**Preparación comunitaria y educación**

Cada vecino puede ser parte de la prevención. Organizar planes de evacuación, puntos seguros y simulacros, y enseñar a las familias cómo reaccionar ante inundaciones, fortalece la resiliencia de la comunidad. Cuando todos conocen el riesgo y saben qué hacer, se reducen los daños y se protege la vida de las personas y sus bienes.

**Mantenerse actualizado y aprender de la experiencia**

El clima y los ríos cambian con el tiempo. Es importante revisar periódicamente los mapas de riesgo, observar la dinámica de las lluvias y la respuesta de los terrenos, y ajustar las medidas de prevención. Esto garantiza que el municipio de Sasaima este siempre preparado y que las estrategias agrícolas, de conservación y de infraestructura sigan siendo efectivas.

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Sasaima. (2020). Plan de Desarrollo Municipal Sasaima 2020–2023. Alcaldía Municipal de Sasaima. [https://sasaima.101tramites.com/Proyectos/Documentos\\_Detalles\\_Proyectos/Plan%20de%20Desarrollo%20Sasaima%202020%20-%202023.pdf](https://sasaima.101tramites.com/Proyectos/Documentos_Detalles_Proyectos/Plan%20de%20Desarrollo%20Sasaima%202020%20-%202023.pdf)
- Ávila, Á., Cardona Guerrero, F., Escobar, Y. C., & Justino, F. (2019). Recent precipitation trends and floods in the Colombian Andes. *Water*, 11(2), 379. <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/2/379>
- Brewer, C. (2014). Diseño de mejores mapas: una guía para usuarios de SIG. <https://www.esri.com/en-us/esri-press/browse/designing-better-maps-a-guide-for-gis-users>
- Celis, I., Correa, Y., Aguirre, M., Reyes, N., Silva, J. (2025). Análisis multicriterio para la evaluación del riesgo de inundación mediante herramientas SIG en ArcGIS Pro: municipio de Armenia, Quindío (Tesis/diplomado, UNAD). Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/69614>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2010). *Applied hydrology*. McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/applied-hydrology-chow-maidment/9780071743914.html>
- Chuvieco, E. (2016). Fundamentos de teledetección espacial. Ediciones Rialp. <http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2018). Ordenamiento territorial y plan de manejo técnico ambiental de los predios San Jorge Uno y San Jorge Tres en la vereda La Candelaria del municipio de Sasaima – Cundinamarca (Monografía). Biblioteca Digital Ambiental SIE. [https://sie.car.gov.co/items/65941a3f-20c7-448d-9a03-030e6a949fcf/full?utm\\_source=chatgpt.com](https://sie.car.gov.co/items/65941a3f-20c7-448d-9a03-030e6a949fcf/full?utm_source=chatgpt.com)
- Eastman, J. R. (2012). *IDRISI Selva tutorial: Guide to GIS and image processing*. Clark Labs. [http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi\\_selva\\_tutorial.pdf](http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi_selva_tutorial.pdf)
- FAO. (2017). Agroforestería para la sostenibilidad y resiliencia climática. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1707999/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1707999/?utm_source=chatgpt.com)
- Gobernación de Cundinamarca (2025). Sasaima. <https://www.cundinamarca.gov.co/municipios/Sasaima>

- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.  
[https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/Leyenda\\_Nacional\\_Coberturas\\_Tierra.pdf](https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/Leyenda_Nacional_Coberturas_Tierra.pdf)
- IGAC (2024) Análisis Geográficos. [https://www.igac.gov.co/sites/default/files/2024-10/Revista\\_Analisis\\_Geograficos\\_57\\_Dig.pdf](https://www.igac.gov.co/sites/default/files/2024-10/Revista_Analisis_Geograficos_57_Dig.pdf)
- IGAC. (2024). Diccionario Geográfico de Colombia – Sasaima, Cundinamarca. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://diccionario.igac.gov.co/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2018). Modelo de Elevación Digital (DEM): guía técnica para su uso en análisis geoespacial. IGAC.  
[https://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/p30400-02-10v2\\_generacion\\_del\\_modelo\\_digital\\_de\\_terreno\\_-\\_dtm\\_0.pdf](https://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/p30400-02-10v2_generacion_del_modelo_digital_de_terreno_-_dtm_0.pdf)
- León Murcia, G., Velásquez Parra, I. O., & García Guzmán, N. J. (2025). Modelo matemático predictor del cambio climático aplicado a la granja El Tibar de la Universidad de Cundinamarca. *European Public & Social Innovation Review*, 11, 1–17.  
<https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/2071/1800>
- MADS. (2018). Lineamientos de restauración ecológica y protección de ecosistemas estratégicos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.  
[https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan\\_nacional\\_restauracion/Anexo\\_8\\_Guias\\_Tecnicas\\_Restauracion\\_Ecologica\\_2.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf)
- Ministerio de Agricultura. (2020). Guía nacional para el manejo y conservación de suelos agrícolas. [https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Paginas/Formatos-y-gu%C3%ADas-SNIA.aspx?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Paginas/Formatos-y-gu%C3%ADas-SNIA.aspx?utm_source=chatgpt.com)
- Orjuela, A. (2019). La protección de la Microcuenca del Río Dulce, un compromiso con la educación ambiental.  
<https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/930eae8b-0461-43d0-9370-cce716f1b7f5/content>
- Sevillano Rodríguez, M. E. (2020). Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*.  
<https://doi.org/10.21138/GF.661>
- Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2017). Guía metodológica para la evaluación del riesgo por inundación en territorios municipales. UNGRD.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11762/29910>
- UNGRD. (2016). Guía de gestión del riesgo para territorios rurales. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

<http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/20.500.11762/756/27/PNGRD-2016.pdf>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2020). ¿Cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia? Portal Gestión del Riesgo.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. (2022). Guía metodológica para la evaluación de amenazas naturales. <http://hdl.handle.net/20.500.11762/19776>

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/IPaw1-1B4MA>