

## **Modelación del riesgo de inundación en Valledupar mediante sistemas de información geográfica para el ordenamiento agroambiental del territorio**

Idelfonso Amaya Olivo - [Iamaya@unadvirtual.edu.co](mailto:Iamaya@unadvirtual.edu.co)

María Alejandra Atencio Porras - [Maatenciop@unadvirtual.edu.co](mailto:Maatenciop@unadvirtual.edu.co)

Nasly Paola Meza Rojas - [Npmezar@unadvirtual.edu.co](mailto:Npmezar@unadvirtual.edu.co)

Yolianys Ariza Berrocal - [Yarizab@unadvirtual.edu.co](mailto:Yarizab@unadvirtual.edu.co)

Zulay Paola Quintero Morales - [Zquinterom@unadvirtual.edu.co](mailto:Zquinterom@unadvirtual.edu.co)

Docente/asesor: Yetferon Arley Serrato - [yetfersson.serrato@unad.edu.co](mailto:yetfersson.serrato@unad.edu.co)

### **Resumen**

El artículo presenta el desarrollo de un producto cartográfico digital centrada en la modelación del riesgo de inundación en un municipio determinado, con el objetivo de aplicar los fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) al ordenamiento agroambiental del territorio. La metodología utilizada incluye el uso de herramientas SIG para generar mapas temáticos, realizar cálculos geométricos y modelar espacialmente fenómenos ambientales. A través de este ejercicio, se analizan metodologías de impacto ambiental y paisajístico, argumentando técnicamente la utilidad de la modelación espacial en la gestión de riesgos y la planificación territorial rural. Los resultados permiten identificar zonas vulnerables a inundaciones, facilitando la toma de decisiones para la prevención y manejo del riesgo en contextos agroambientales. Esta actividad fortalece competencias técnicas y analíticas clave en los estudiantes, formando profesionales capaces de abordar problemáticas territoriales mediante el uso de herramientas geoespaciales en escenarios aplicados como el de Valledupar.

*Palabras clave:* Sistemas de Información Geográfica (SIG), riesgo, inundación, modelación espacial.

### **Introducción**

Las inundaciones constituyen uno de los fenómenos naturales más frecuentes y destructivos en Colombia, afectando significativamente tanto a comunidades rurales como urbanas, así como a los sistemas productivos y agroambientales. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2022), cerca del 60 % del territorio colombiano presenta algún nivel de amenaza por inundación, siendo las regiones Caribe y Orinoquía particularmente vulnerables debido a sus características hidroclimáticas. Estos eventos generan no solo pérdidas económicas y desplazamientos poblacionales, sino también una marcada degradación de los suelos y afectación de los cultivos.

En la actualidad, el departamento del Cesar y específicamente el municipio de Valledupar enfrentan una situación crítica como consecuencia de las intensas lluvias, con once municipios

en estado de alerta por inundaciones y deslizamientos, entre ellos Valledupar, capital departamental. En esta ciudad, múltiples sectores como Villa Jaidith y Chiriquí han reportado emergencias a causa del desbordamiento de canales y fallas en el drenaje urbano. Además, el incremento del caudal del río Guatapurí y sus afluentes ha activado alertas tempranas, evidenciando la fragilidad del territorio ante eventos hidrometeorológicos extremos para el año 2023 el corregimiento de Badillo resultó afectado significativamente por el desbordamiento de las acequias Mamón de Leche y Paso Real, debido a las altas precipitaciones. (Alcaldía Valledupar, 2023).

El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres promueve la identificación, análisis y modelación del riesgo como estrategias clave para mitigar los impactos de estos fenómenos (Gobernación del Cesar, 2023). En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se consolidan como herramientas fundamentales para el análisis espacial del riesgo, al permitir la integración de variables ambientales, topográficas e hidrológicas en productos cartográficos de alto valor para la toma de decisiones y mejorar la gestión de riesgo en el municipio Valledupar.

La aplicación de metodologías de análisis multicriterio inicia con la delimitación de área de estudio se lleva a cabo mediante el uso de herramientas cartográficas para nuestro caso ArcGIS pro, permitiendo una representación precisa de sus límites geográficos. Posteriormente, se recopilan datos de las variables a evaluar (Ardila, 2023). En este estudio, se asignaron pesos específicos a variables determinantes en el riesgo de inundación, tales como: proximidad a cuerpos de agua (30 %), pendiente (15 %), precipitación (35 %), cobertura de la tierra (10 %), y elevación (10 %). Esta ponderación fue implementada en la calculadora ráster de ArcGIS Pro para generar un modelo espacial del riesgo.

El análisis multicriterio, al integrar factores ambientales y espaciales, se presenta, así como una herramienta clave para la planificación agroambiental, al permitir la identificación de zonas críticas y la priorización de intervenciones en contextos de alta vulnerabilidad. Investigaciones como las de Sevillano (2020), han demostrado la efectividad de estos enfoques para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia geoespacial. Por tanto, incorporar estas tecnologías en la gestión del riesgo contribuye a la sostenibilidad del desarrollo en regiones expuestas en municipio de Valledupar.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Modelar por medio de la metodología multicriterio el riesgo de inundación en el municipio de Valledupar del departamento del Cesar.

### **Objetivos Específicos**

- Integrar los factores por medio del sistema de información geográfico para identificar los niveles de riesgo por inundación.
- Generar cartográficas de riesgo de inundación del municipio de Valledupar.
- Calcular las áreas y porcentajes que ocupa cada nivel de riesgo del municipio de Valledupar.

### **Identificación del caso de estudio**

Valledupar, capital del departamento del Cesar, se localiza en la región Caribe colombiana y presenta características geográficas y climáticas que lo hacen susceptible a eventos de inundación. Con una extensión aproximada de 4.977 km<sup>2</sup>, el municipio está ubicado en una zona de transición entre la serranía del Perijá y la depresión Momposina, lo que genera variaciones topográficas que influyen en el comportamiento hidrológico del territorio (Valledupar, 2020). La cuenca hidrográfica del río Guatapurí, principal fuente hídrica del municipio, juega un papel crucial en la dinámica ambiental y productiva de la región, pues gran parte de las actividades agropecuarias y urbanas dependen de este recurso (IDEAM, 2022).

Climáticamente, Valledupar presenta un clima tropical seco con una temperatura media anual cercana a los 28 °C, caracterizado por un régimen bimodal de lluvias. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2022), los meses de mayor precipitación corresponden a mayo-junio y septiembre-octubre, siendo este último especialmente relevante para el análisis del riesgo de inundación debido a la acumulación significativa de lluvias que pueden generar desbordamientos fluviales y anegamientos en zonas bajas. Durante octubre, la precipitación promedio puede alcanzar entre 150 y 200 mm, concentrándose en episodios intensos que aumentan la vulnerabilidad del territorio (IDEAM, 2022). En el municipio Valledupar se identifican las principales zonas susceptibles a inundación, especialmente en áreas ribereñas y sectores urbanos con insuficiente infraestructura de drenaje. Además, el POT de Valledupar consejo municipal (2015), resalta que el crecimiento urbano desordenado y la falta de planes de manejo ambiental integrados agravan el riesgo y dificultan la respuesta efectiva ante emergencias hidrometeorológicas. Por lo tanto, el municipio requiere estrategias integrales basadas en información geoespacial precisa para la gestión del riesgo, la planificación territorial sostenible y la protección de los sistemas productivos rurales.

Este contexto convierte a Valledupar en un caso de estudio idóneo para la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitan modelar el riesgo de inundación y generar productos cartográficos digitales orientados a la prevención, mitigación y adaptación frente a fenómenos hidrológicos extremos, contribuyendo así al desarrollo agroambiental y la resiliencia territorial (Mejía, 2021).

## Metodología

Para el desarrollo del presente estudio se aplicó el método de análisis multicriterio espacial en un entorno SIG, el cual permite integrar diferentes variables geográficas y ambientales para modelar el riesgo de inundación en el municipio de Valledupar. Esta metodología es ampliamente utilizada en procesos de evaluación ambiental y ordenamiento territorial en la figura 1, se muestra la secuencia buscando sintetizar la información diversa en un modelo espacial coherente y útil para la toma de decisiones (Osorio y Orjuela, 2008).

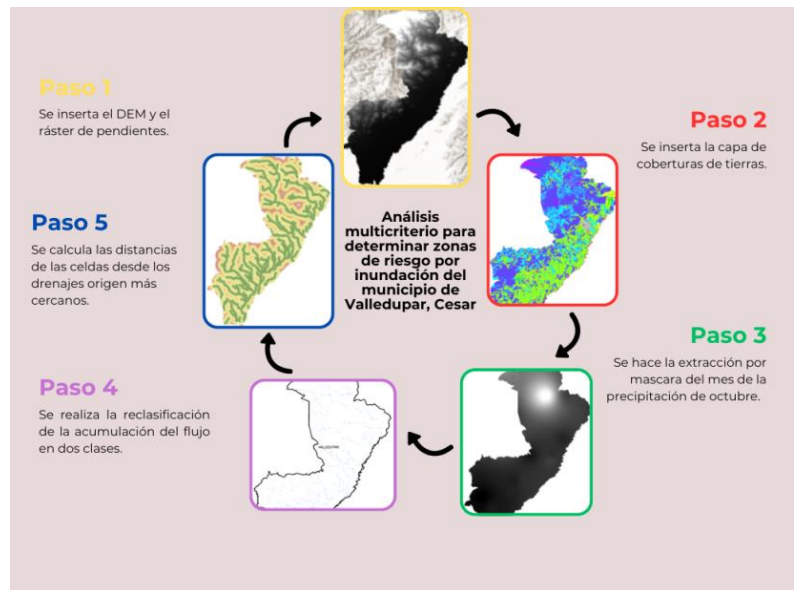
Se desarrolló un modelo de análisis multicriterio en ArcGIS Pro para evaluar el riesgo de inundaciones en el municipio de Valledupar, considerando los siguientes factores. (Pucha y Fries, 2023). El estudio de Gonzales (2006) se centró en la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones en la cuenca del río Medellín. Este trabajo se utilizaron diversos factores climáticos, hidrológicos, geológicos y morfológicos interactuaron por medio del análisis multicriterio. Para nuestro caso de estudio utilizamos los siguientes factores.

### 1. Factores.

- Elevación (Modelo Digital de Elevación - DEM) (Fuente: USGS, 2018).
- Pendiente (Fuente: Modelo digital de elevación – DEM)
- Cobertura de la tierra (Fuente: IGAC, 2018).
- Proximidad a cuerpos de agua (Acumulación de flujo del DEM)
- Precipitación (Fuente: IDEAM Normales Climatológicas periodo 1991-2020).

**Figura 1.** Esquema de los factores de los pasos de la realización del análisis multicriterio para determinar zonas de riesgo por inundación en el municipio de Valledupar, Cesar.

*Fuente.* (Ariza Berrocal, Figura 1. Pasos de la realización del análisis multicriterio para determinar zonas de riesgo por inundación en el municipio de Valledupar, Cesar, 2025)



## 2. Procesamiento de Datos.

### 2.1. Preparación de Datos

Fuentes de datos:

- DEM (Modelo Digital de Elevación)

- Mapa de pendientes (derivado del DEM)
- Cobertura de la tierra (IGAG, 2023)
- Red hídrica (Procesamiento de modelo digital de elevación)
- Datos de precipitación (Mes más lluvioso octubre)

**2.2 Estandarización:**

- Convertir todos los datos a formato rásteres (tif) con la misma resolución espacial.
- Asegurar que todos los rasters estén en el mismo sistema de coordenadas (MAGNA-SIRGAS / CTM 12).
- Recortar los rasters al área de estudio (municipio de Valledupar).

**3. Reclasificación de factores.**

Cada uno de los factores evaluados se clasifico en cinco niveles 2, 4, 6, 8, 10 siendo la 2 el nivel de más bajo riesgo y 10 el de más alto riesgo la tabla 2 muestra cada uno del valor con respecto al nivel del riesgo.

**Tabla 2.** *Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa.*

<b>Clasificación cualitativa</b>	<b>Valores</b>
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

*Nota:* la tabla 2, adaptada de la guía de aprendizaje- fase 4 (diplomado profundización sistemas de información geográfico, 2025), esta tabla muestra la relación de la descripción cualitativa del riesgo con su valor numérico correspondiente.

**3.1. Elevación (DEM)**

**Proceso:**

- Usar la herramienta Reclassify (Spatial Analyst).
- Clasificar en rangos según altitud (zonas bajas = mayor riesgo).

**Ejemplo de reclasificación:**

- 0–100 msnm → 10 (alto riesgo)
- 100–200 msnm → 8
- 200–500 msnm → 6
- 500–1000 msnm → 4
- 1000 msnm → 2 (bajo riesgo)

**3.2. Pendiente**

**Proceso: Derivar pendiente del DEM con Slope (Spatial Analyst).**

**Reclasificar**

- 0–5% → 10 (mayor riesgo, zonas planas con acumulación de agua)
- 5–10% → 8
- 10–20% → 6
- 20–30% → 4
- 30% → 2 (menor riesgo, zonas escarpadas con buen drenaje)

**3.3. Cobertura de la Tierra****Proceso:**

Reclasificar según permeabilidad y retención de agua:

- Zonas urbanas, suelos desnudos → 10 (alto riesgo, escasa infiltración)
- Cultivos, pastizales → 8
- Arbustos → 6
- Bosques → 4 (bajo riesgo, alta infiltración)
- Zonas industriales o comerciales y redes de
- Comunicación → 2 (Bajo riesgo)

**3.4. Proximidad a Cuerpos de Agua****Proceso:**

- Reclasificar:
- 0–100 m → 10 (máximo riesgo)
- 100–300 m → 8
- 300–500 m → 6
- 500–1000 m → 4
- 1000 m → 2 (mínimo riesgo)

**3.5. Precipitación****Proceso:**

- Reclasificar según intensidad:
- 2000 mm/año → 10 (alto riesgo)
- 1500–2000 mm → 8
- 1000–1500 mm → 6
- 500–1000 mm → 4
- <500 mm → 2 (bajo riesgo)

**4. Asignación de Pesos (Método AHP).**

El método AHP (por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process) es una herramienta ampliamente utilizada para la toma de decisiones multicriterio esta técnica se estructura para organizar y analizar decisiones complejas y así establecer relaciones entre variables cualitativas y cuantitativas mediante la valoración de los factores seleccionados (Zambrano, 2025), en la tabla

4 se describe los cinco factores que intervienen el análisis de riesgo por inundación con su respectivo porcentaje.

**Tabla 4.** *Criterio de análisis para el riesgo de inundación.*

<b>Factor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Modelación de elevación digital DEM</b>	10%
<b>Pendientes</b>	15%
<b>Cobertura de tierra (Land Cover)</b>	10%
<b>Precipitación</b>	35%
<b>Proximidad a Cuerpos de Agua</b>	30%
<b>Total</b>	100%

*Nota:* la tabla 4, adaptada de la guía de aprendizaje - fase 4 (diplomado profundización sistemas de información geográfico, 2025), muestra los cinco factores del análisis de riesgo de inundación y su porcentaje de influencia para aplicar en un análisis multicriterio.

### 5. Suma Ponderada (Weighted Sum)

**Proceso en ArcGIS Pro:**

- Abrir Weighted Sum (Spatial Analyst → Map Algebra → Weighted Sum).
- Cargar los rasters reclasificados.
- Asignar los pesos correspondientes
- Generar el mapa de riesgo de inundación.

### 6. Clasificación Final del Riesgo

**Post-procesamiento:** Usar Reclassify para categorizar el resultado en:

- Muy bajo (1)
- Bajo (2)
- Moderado (3)
- Alto (4)
- Muy alto (5)

**Visualización:**

- Aplicar una simbología graduada (rojo = alto riesgo, verde = bajo riesgo).

### 7. Producto Final

Mapa de riesgo de inundación para Valledupar, generar una clasificación de cinco niveles en la tabla se describe como se clasifican cuantitativamente y cualitativa los niveles de riesgo.

**Tabla 5.** Reclasificación de riesgo por inundación.

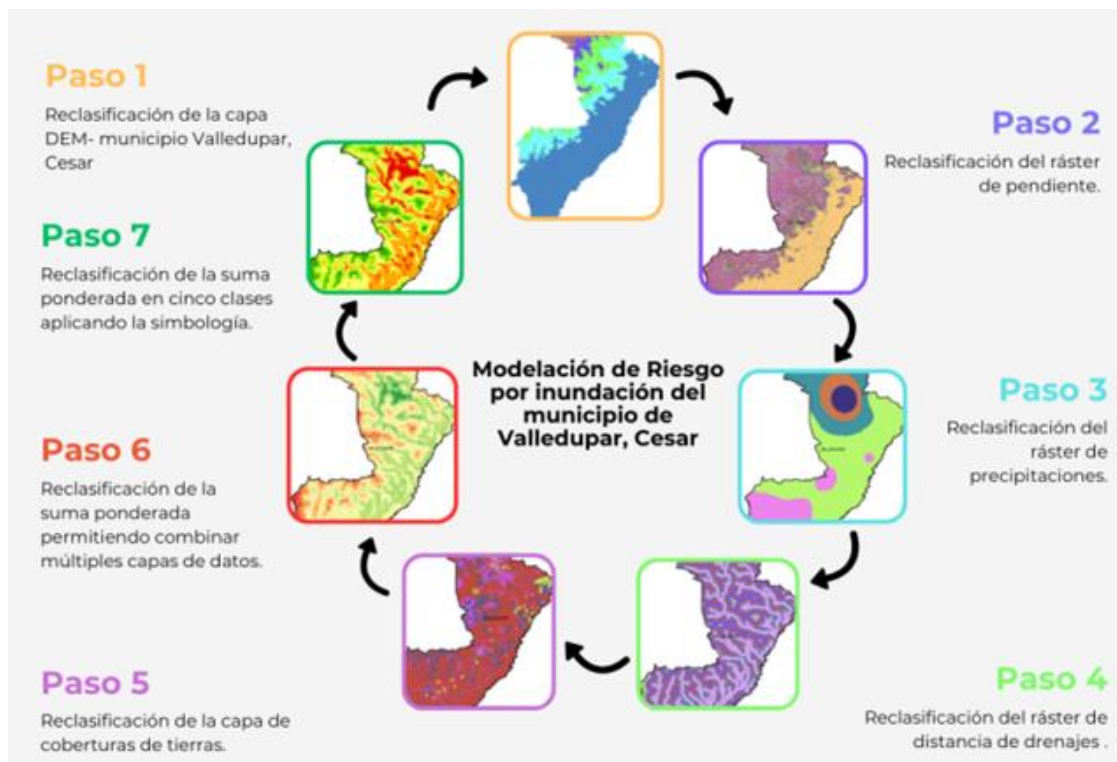
<b>Valores</b>	<b>Simbología</b>
1	Muy bajo
2	Bajo

3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

*Nota:* la tabla 5, adaptada de la Guía de aprendizaje- Fase 4 (diplomado profundización sistemas de información geográfico, 2025), muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación.

Esta metodología permite una evaluación sistemática del riesgo de inundaciones, útil para la planificación territorial y gestión de desastres. El uso del análisis multicriterio posibilita no solo identificar zonas críticas con alta susceptibilidad a inundaciones, sino también orientar la priorización de acciones para la gestión territorial y el ordenamiento agroambiental (Zambrano, 2025). Además, esta metodología ofrece flexibilidad para incorporar variables adicionales o ajustar ponderaciones conforme se disponga de nueva información o cambien las condiciones locales. En la figura 2, se muestra secuencialmente los pasos de la reclasificación para cada factor que interviene en el análisis.

**Figura 2.** Esquema final de los factores reclasificados.



Fuente. Ariza Berrocal, 2025.

El mapa de riesgo resultado de la integración de los factores nuestra en la figura 3, las diferentes tonalidades que se asocian con los cinco niveles de clasificación de riesgo, resaltando con mayor nivel de riesgo la zona noreste del municipio.

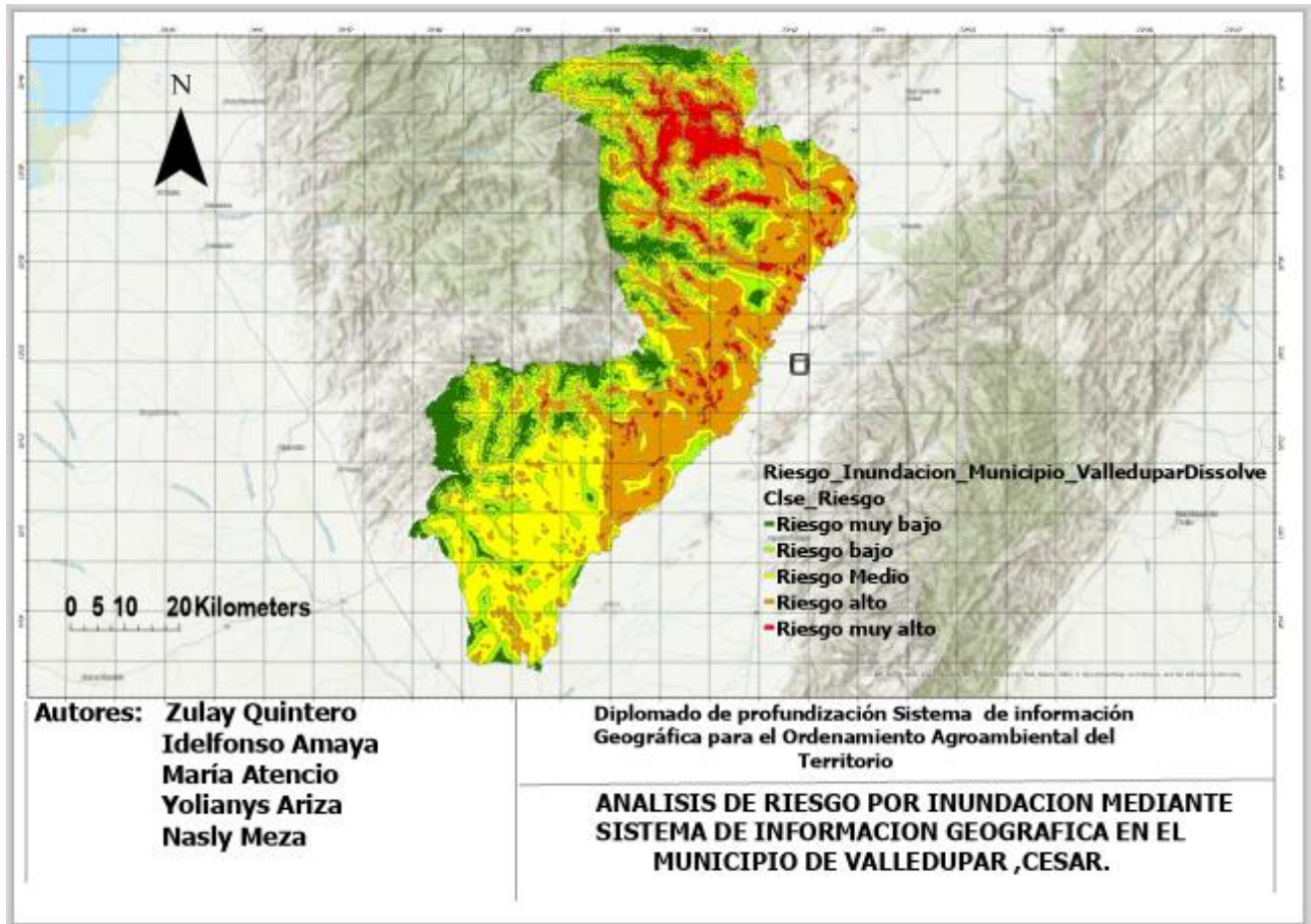
**Resultados y análisis de la zonificación de riesgo obtenida de los procesos realizados.**

El modelo de riesgo de inundación generado mediante técnicas SIG permitió identificar y clasificar el territorio del municipio de Valledupar en niveles de riesgo.

**Distribución espacial del riesgo**

La zona de mayor riesgo, representada por las tonalidades rojas en el mapa final (Figura 3), se localiza principalmente en las inmediaciones del río Guatapurí y sus afluentes, en sectores como Chemesquemena, Atánquez, La Mina, y en áreas urbanas como la carrera cuarta de Valledupar y asentamientos informales adyacentes al cauce. Estas zonas presentan condiciones topográficas y ambientales que favorecen la acumulación y desbordamiento de aguas, especialmente durante los picos de precipitación en el mes de octubre.

**Figura 3.** Mapa de Riesgo de inundacion municipio de Valledupar, Cesar.



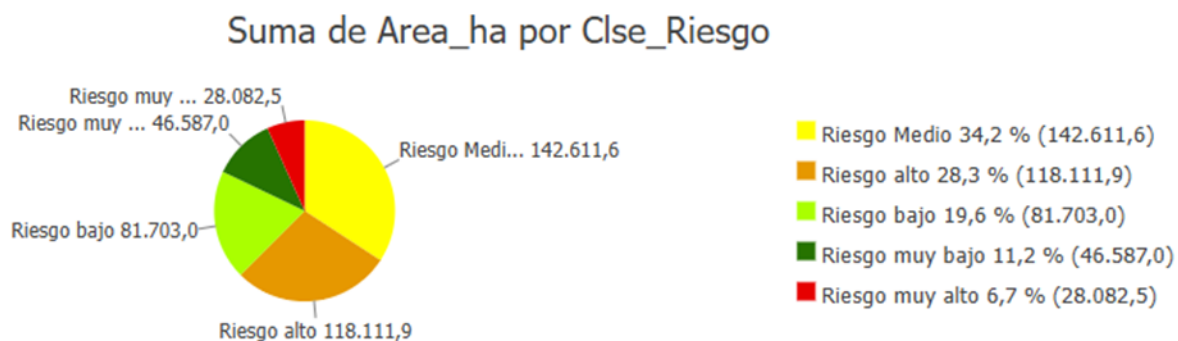
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Por otro lado, las áreas clasificadas con riesgo muy bajo se encuentran en sectores comerciales e industriales consolidados, dotados de infraestructura de drenaje y mayor planificación del uso del suelo, lo cual disminuye la susceptibilidad frente a eventos hidrometeorológicos. En la figura 4 se muestran como se distribuye el riesgo en hectárea y su representación en porcentaje para cada uno de los cinco niveles de riesgo.

### Análisis porcentual de áreas

El análisis de porcentajes de hectáreas por nivel de riesgo (figura 4) muestra una distribución significativa: Los resultados obtenidos a través del modelo multicriterio implementado en el entorno SIG permiten clasificar el territorio en cinco niveles de riesgo de inundación: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Esta clasificación aporta una comprensión espacial y orienta estratégicamente las decisiones en materia de planificación y gestión agroambiental.

**Figura 4.** Gráfica de clasificación de riesgo por inundación según porcentaje de hectárea



*Nota :* los datos de este gráfico fueron obtenidos desde la base de datos del Mapa de Riesgo de inundación del municipio de Valledupar, Cesar. Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

El riesgo medio, que abarca el 34,2 % del área analizada, representa la categoría más extensa. Se concentra principalmente en zonas con cultivos transitorios, cobertura vegetal dispersa y suelos descubiertos, condiciones que favorecen la escorrentía superficial y la posibilidad de inundaciones súbitas. Esta situación demanda una atención prioritaria en las políticas agroambientales, enfocadas en prácticas de conservación del suelo, manejo del agua y revegetalización de áreas degradadas.

El riesgo alto, correspondiente al 28,3 % del territorio, incluye suelos destinados a cultivos permanentes y usos agropecuarios intensivos. Dada su vinculación directa con la seguridad alimentaria y la estabilidad socioeconómica rural, estas áreas representan zonas críticas donde se hace necesario promover acciones de agroecología, manejo sostenible del paisaje y fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana.

Por su parte, el riesgo muy alto, aunque representa solo el 6.7 %, posee una peligrosidad significativa. Estas zonas se ubican en cercanías de fuentes hídricas activas y presentan suelos anegables, lo que incrementa su exposición a eventos de inundación severa. Debido a ello, requieren intervenciones urgentes, tales como obras de mitigación hidráulica, reubicación preventiva de asentamientos y un monitoreo constante mediante sensores remotos o estaciones hidrometeorológicas.

Las zonas de riesgo bajo (19.6 %) y muy bajo (11.2 %), si bien presentan menor vulnerabilidad, no deben ser desatendidas. Es fundamental mantener controles sobre el uso del suelo en estas áreas para prevenir ocupaciones desordenadas, especialmente por la expansión de la frontera urbana o cambios no planificados en las actividades agrícolas. Estas zonas ofrecen una oportunidad clave para fomentar procesos de desarrollo sostenible y ordenamiento territorial con enfoque preventivo.

En suma, la diferenciación espacial del riesgo permite visualizar posibilidades de intervención diferenciadas según el nivel de exposición y uso actual del suelo, lo que fortalece la capacidad de respuesta local ante inundaciones y orienta la planificación agroambiental con criterios de sostenibilidad y resiliencia.

### **Impacto potencial en comunidades y ecosistemas.**

Las zonas de mayor riesgo no solo ponen en peligro viviendas y vidas humanas, sino también afectan infraestructuras rurales, redes viales, cultivos de subsistencia y ecosistemas estratégicos como humedales y rondas hídricas. Las afectaciones recurrentes comprometen el desarrollo agroambiental, generan presión migratoria y requieren respuestas coordinadas entre entes territoriales, ambientales y comunitarios (Pérez, 2024).

Del mismo modo, los mapas de acumulación de flujo, dirección del agua y relieve permiten comprender cómo el agua se desplaza por el territorio, indicando caminos preferenciales que coinciden con áreas previamente afectadas por desbordamientos históricos.

Los resultados del análisis espacial reflejan que las zonas urbanizadas, presentan una alta vulnerabilidad a inundaciones, especialmente en sectores como la carrera 4 de Valledupar y su entorno residencial cercano al río Guatapurí. Esta franja roja también abarca el corregimiento de Atánquez y zonas aledañas al río Romalito y al municipio de Chemesquemena. Estas áreas se superponen con zonas de alta densidad de drenajes y registros elevados de precipitación, particularmente en época invernal, lo que incrementa el riesgo hídrico. La proximidad a cuerpos de agua y la configuración del terreno hacen que estas zonas urbanas y rurales, ubicadas en márgenes de ríos, sean especialmente susceptibles a eventos de inundación. Esta condición pone en evidencia la necesidad de establecer medidas de mitigación y planificación territorial que

consideren el comportamiento hidrológico y la cobertura del suelo para proteger a la población y su infraestructura (Alcaldía de Valledupar, 2020).

### **Conclusiones**

El análisis espacial del riesgo de inundación en el municipio de Valledupar, basado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitió identificar con precisión las zonas más vulnerables del territorio. Se evidenció que las áreas con mayor riesgo de inundación se localizan en torno al río Guatapurí y sus afluentes, abarcando sectores rurales y urbanos con características topográficas y ambientales que favorecen la acumulación de agua, especialmente durante los periodos de lluvias intensas (Pérez, 2024).

La clasificación del riesgo en cinco niveles, combinada con el análisis porcentual por hectáreas, reveló que un porcentaje significativo del municipio se encuentra en riesgo medio y alto, lo cual representa un desafío para la seguridad de las comunidades, la protección de los ecosistemas y la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Esta información es clave para orientar intervenciones enfocadas en la prevención, mitigación y adaptación al riesgo, mediante estrategias de ordenamiento territorial y manejo ambiental.

La modelación espacial del riesgo es una herramienta eficaz para la toma de decisiones fundamentadas, que debe ser incorporada en los procesos de planificación local. Su uso contribuye al fortalecimiento de la resiliencia territorial y al diseño de políticas públicas más eficientes frente a los efectos del cambio climático y los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Los resultados obtenidos mediante el análisis multicriterio espacial permitieron modelar con precisión las zonas de mayor riesgo de inundación en el municipio de Valledupar, particularmente durante el mes de octubre, que concentra altos niveles de precipitación según registros del IDEAM. El producto cartográfico generado ofrece una representación clara y fundamentada del riesgo, identificando áreas críticas principalmente en las cercanías del río Guatapurí y otras zonas con pendientes suaves y baja cobertura vegetal.

La metodología empleada basada en la integración de variables geográficas como pendiente, uso del suelo, precipitación y proximidad a cuerpos de agua demostró ser idónea para el propósito del estudio. La aplicación del análisis multicriterio con suma ponderada permitió estructurar un modelo objetivo, replicable y ajustado a las condiciones locales, lo que aporta rigor técnico y veracidad a los resultados. Es importante mencionar que el empleo de herramientas SIG facilitó el procesamiento, visualización y análisis de los datos espaciales de manera eficiente.

La generación de productos cartográficos digitales como el presentado es una herramienta fundamental para la gestión del riesgo en contextos rurales y urbanos. Sin embargo, sus

resultados deben entenderse dentro del marco territorial y temporal en que fueron desarrollados, y su aplicación debe complementarse con acciones institucionales, sociales y ambientales que promuevan la reducción efectiva del riesgo y el fortalecimiento de la resiliencia local.

### **Recomendaciones**

En el marco del ordenamiento agroambiental del municipio de Valledupar, se recomienda fortalecer el uso de herramientas geoespaciales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los procesos de planificación territorial. Estas tecnologías permiten identificar con precisión las zonas de mayor vulnerabilidad, como aquellas expuestas a inundaciones, y facilitan la toma de decisiones más acertadas en relación con el uso del suelo, la localización de actividades productivas y la gestión del riesgo (Olivera et al., 2011).

Asimismo, es fundamental que las autoridades municipales y ambientales promuevan la implementación de sistemas de monitoreo climático y de alerta temprana en las áreas identificadas como de alto riesgo, especialmente en las zonas cercanas a ríos y quebradas. Esto contribuirá a reducir los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos, como los que se presentan durante el mes de mayo, caracterizado por altos niveles de precipitación (Gobernación del Cesar, 2023).

Desde una perspectiva agroambiental, se sugiere promover prácticas sostenibles como la reforestación de cuencas, la protección de rondas hídricas y la implementación de infraestructura verde, que no solo ayudan a mitigar el riesgo de inundaciones, sino que también favorecen la conservación de los ecosistemas locales y la sostenibilidad de los sistemas productivos rurales (Navea, 2017).

### **Referencias bibliográficas**

Alcaldía de Valledupar. (2020). *Plan de desarrollo del municipio de Valledupar: Valledupar en orden 2020–2023*. <https://www.valledupar-cesar.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20VALL-EDUPAR%20EN%20ORDEN%202020%20-%202023.pdf>

Alcaldía de Valledupar. (2023). *Oficina Municipal de Gestión del Riesgo*. <https://www.valledupar-cesar.gov.co/NuestraAlcaldia/SaladePrensa/Paginas/Oficina-Municipal-de-Gesti%C3%B3n-del-Riesgo-se-encuentra-en-alistamiento-preventivo-tras-fuertes-lluvias-en-Valledupar.aspx>

Ardila, E. T. (2023). *Evaluación de la amenaza por eventos de inundación en un sector de la cuenca alta del río Bogotá empleando un enfoque de análisis multicriterio AHP*. [Trabajo de pregrado – Universidad El Bosque]. Repositorio UNBosque. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/12219>

Consejo Municipal de Valledupar. (2015). *Acuerdo N° 011 del 5 de junio de 2015: Por el cual se aprueba el segundo Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Valledupar*. Concejo de Valledupar. <https://www.valledupar-cesar.gov.co/Transparencia/Normatividad/ACUERDO%20No.%20011%20DE%205%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>

Gobernación del Cesar. (2023). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres departamento del Cesar PDGRD 2023-2030*. [https://cesar.gov.co/d/filesmain/gesriesgo/pdgr\\_cesar\\_2023\\_2030.pdf](https://cesar.gov.co/d/filesmain/gesriesgo/pdgr_cesar_2023_2030.pdf)

Gonzales, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 5(8), pp. 59-70. <https://www.redalyc.org/pdf/750/75050806.pdf>

IDEAM. (2022). *Estudio Nacional del Agua. Resumen ejecutivo IDEAM*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23032023-1200>

IGAC. (2018). *Datos Abiertos Cartografía y Geografía – GEOPORTAL*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://geoportail.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

Mejía, J. F. (2021). *Estimación del riesgo por inundación en la ciudad de Valledupar utilizando imágenes satelitales y sistemas de información geográfica*. (Tesis de pregrado, Universidad del Norte). <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/11316/1.192.758.659.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Navea, J. (2017). Acciones ambientalistas para la conservación de las cuencas hidrográficas. *Revista Científica*, 2(6), pp. 134-153. [https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Cientifica/article/view/142](https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Cientifica/article/view/142)

Olivera, J., Martín, G., García, A., Jaimez, E., López, M., Estrada, R., Campos, M., y Miravet, B. (2011). El uso de los SIG y la evaluación multicriterio (EMC) para la determinación de escenarios de peligros de inundaciones en cuencas fluviales. Caso de estudio: Cuenca Guanabo, Ciudad de La Habana. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto

de Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial.  
[https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/13623/08oliveraproyeccion10.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13623/08oliveraproyeccion10.pdf)

Osorio, J., & Orjuela, J. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et Technica*, Vol. 2(39), pp. 324-329.  
<https://ojs2.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3217>

Pérez, I. V. (2024). *Análisis de zonas de asentamiento informal susceptibles a inundaciones sobre la margen derecha del río Guatapurí, al noreste de la comuna 1 de la ciudad de Valledupar, Cesar*. (Trabajo de grado, Universidad de Manizales).  
<https://ridum.umanizales.edu.co/server/api/core/bitstreams/0464f016-260a-46fc-9095-b22dbc418b66/content>

Pucha, M., & Fries, L. (2023). *Manual de ArcGIS Pro*. Independently published.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wBTiEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=usos+del+arcgis+pro&ots=IEsZH\\_5xJ4&sig=KG-#v=onepage&q=usos%20del%20arcgis%20pro&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wBTiEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=usos+del+arcgis+pro&ots=IEsZH_5xJ4&sig=KG-#v=onepage&q=usos%20del%20arcgis%20pro&f=false)

Sevillano, M. (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*, (25), pp. 47-76.  
<https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/661>

Zambrano, M. (2025). Análisis multicriterio para identificación de áreas prioritarias en la conservación y restauración de la Provincia de Pastaza, Ecuador. *EcoSur: Innovation, Technology and Sustainable Development of Latin America*, Vol. 1(7), pp. 27-27.  
<https://ecosur.gopsapp.com/index.php/Vo1/article/view/60>

Enlace de sustentación:

Atencio, M. (2025, 30 de mayo). *Sustentación del artículo de modelación de riesgo de inundación en el municipio de Valledupar – SIG* [video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=I5QpenQVg4M>