

## **Análisis de zonas de alto riesgo de inundaciones del municipio de Salamina, del departamento de Caldas**

Jose Faber Salazar Rivera, [jfsalazarri@unadvirtual.edu.co](mailto:jfsalazarri@unadvirtual.edu.co)

Davinson Orlando Ospina Ospina, [doospinao@unadvirtual.edu.co](mailto:doospinao@unadvirtual.edu.co)

Jeimmy Soto Contreras, [jsotocon@unadvirtual.edu.co](mailto:jsotocon@unadvirtual.edu.co)

Leidy Johana Guerrero Ruiz, [lguerreroru@unadvirtual.edu.co](mailto:lguerreroru@unadvirtual.edu.co)

Evangelina Parra Pérez, [evangelina.parra@unad.edu.co](mailto:evangelina.parra@unad.edu.co)

### **Resumen**

El estudio tuvo como objetivo analizar las zonas de alto riesgo de inundación en el municipio de Salamina, en el departamento de Calda, Colombia, mediante la aplicación de técnicas de modelación espacial basadas en Sistemas de Información Geográfica S.I.G. Para ello, se integraron datos del Modelo Digital de Elevación, la red hidrográfica y variables geomorfológicas como la pendiente, la acumulación de flujo y la proximidad a los cauces. Estas variables fueron procesadas mediante un análisis multicriterio tipo *Weighted Overlay*, lo que permitió generar un modelo de susceptibilidad a inundaciones. Los resultados evidenciaron cinco categorías de riesgo y mostraron que el 12,9 % del territorio corresponde a áreas de riesgo alto y muy alto, siendo las veredas el Cedral, el Retiro, la Herradura, San Diego, la Aurora y las veredas Guayabal, Loma Hermosa, Amoladora, Laurel y el Cañón; concentradas en zonas con pendientes suaves y cercanas a drenajes naturales. Dichas áreas coinciden con antecedentes históricos de afectaciones por eventos hidrometeorológicos, lo que confirma su vulnerabilidad. Asimismo, se identificaron posibles impactos sobre viviendas rurales, infraestructura vial, sistemas agropecuarios y ecosistemas ribereños. El estudio demuestra la efectividad del sistema de información geográfica S.I.G para la evaluación del riesgo por inundación y resalta la importancia de integrar estos hallazgos en los procesos de planificación y ordenamiento territorial del municipio.

*Palabras claves:* Amenaza, inundación, modelación espacial, ordenamiento territorial.

## **Introducción**

El incremento de los eventos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático ha intensificado la ocurrencia de inundaciones en diversas regiones del país (IDEAM, 2021). Fenómenos como el aumento de la precipitación, la variabilidad climática y los cambios en el uso del suelo incrementan la vulnerabilidad de las comunidades rurales y urbanas (UNGRD, 2020). Estas dinámicas exigen herramientas técnicas que permitan comprender, modelar y anticipar escenarios de riesgo para una adecuada gestión territorial.

En el municipio de Salamina, del departamento de Caldas, la heterogeneidad del relieve, la presencia de una red hídrica compleja y los procesos de escorrentía superficial hacen necesario un análisis detallado de la susceptibilidad a inundaciones. Esta problemática tiene impactos directos sobre viviendas rurales, vías, cultivos agropecuarios y ecosistemas estratégicos utilizados para el abastecimiento hídrico del municipio (Alcaldía de Salamina, 2023).

En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica S.I.G se consolidan como herramientas fundamentales para la integración, análisis y modelación espacial de variables relacionadas con amenazas naturales (Esri, 2020). Su aplicación facilita la construcción de productos cartográficos que apoyan la toma de decisiones y fortalecen el ordenamiento agroambiental del territorio.

El propósito de este estudio fue aplicar un análisis multicriterio en S.I.G para modelar el riesgo de inundación en Salamina, ubicado en el departamento de Caldas, y generar una interpretación técnica de las zonas con mayor vulnerabilidad.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las zonas de alto riesgo de inundación del municipio de Salamina, del departamento de Caldas.

**Específicos**

Integrar capas temáticas relacionadas con pendiente, drenajes y acumulación de escorrentía para generar el modelo de riesgo de inundación.

Clasificar y convertir a formato vectorial las zonas de riesgo mediante herramientas S.I.G para su representación cartográfica.

Identificar las zonas con mayor riesgo de inundación y proponer recomendaciones prácticas y preventivas.

**Identificación del caso de estudio**

El municipio de Salamina se ubica en la zona norte del departamento de Caldas, Colombia, a una altitud aproximada de 1.770 m s. n. m. y con una extensión cercana a los 403 km<sup>2</sup> (Gobernación de Caldas, 2023). Su territorio está caracterizado por pendientes variables, presencia de múltiples quebradas y afluentes del río La Miel, además de zonas agrícolas que ocupan gran parte del suelo rural. Su economía se basa en actividades agropecuarias, por lo cual los eventos de inundación representan un riesgo significativo para la población, infraestructura vial y sistemas productivos. Climáticamente, el municipio registra un régimen bimodal de lluvias, con picos de precipitación entre los meses de abril–mayo y octubre–noviembre, lo que aumenta la probabilidad de inundaciones y deslizamientos en zonas específicas (IDEAM, 2022). Este caso de estudio tiene un enfoque hacia el análisis de las zonas con mayor riesgo de inundación que se asocian a los drenajes naturales del municipio y donde su comportamiento se relaciona con la red hidrográfica, relieve y uso de suelo.

Estas condiciones justifican su elección como caso de estudio para modelar el riesgo de inundación, ya que el municipio responde a una necesidad de identificar algunas áreas susceptibles a altos riesgos y generando información técnica que apoye la planificación y la gestión del riesgo.

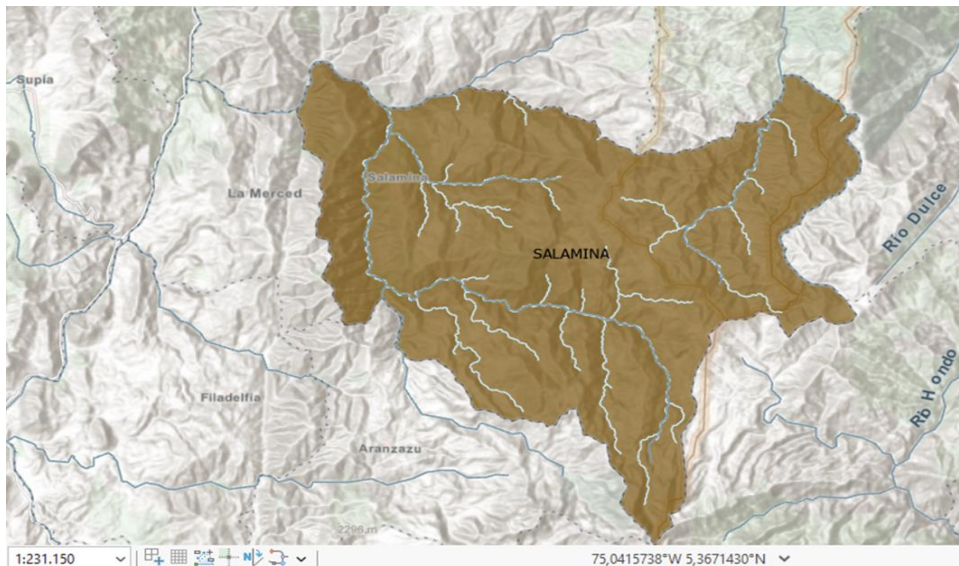
## Metodología

La metodología aplicada para la elaboración del mapa de riesgo por inundación del municipio de Salamina se desarrolló mediante técnicas de análisis espacial empleando Sistemas de Información Geográfica S.I.G. El proceso se estructuró en seis fases principales: adquisición de datos, preparación de insumos, modelación hidrológica, análisis multicriterio, clasificación del riesgo y generación cartográfica.

En primer lugar, se recolectaron los insumos geospaciales necesarios, incluyendo el Modelo Digital de Elevación (DEM) SRTM, la red hidrográfica, la delimitación administrativa municipal y capas topográficas de referencia. Todos los datos fueron proyectados al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS y homogeneizados a una escala de trabajo 1:100.000.

Posteriormente, a partir del DEM se obtuvieron variables geomorfológicas relevantes mediante herramientas hidrológicas del SIG. Se generaron los modelos de dirección de flujo (Flow Direction) y acumulación de flujo (Flow Accumulation) (Esri, 2020), permitiendo identificar áreas de concentración superficial de agua. Además, se calculó la pendiente del terreno, la cual fue segmentada en rangos ( $<5^\circ$ ,  $5-14^\circ$ ,  $14-27^\circ$ ,  $27-40^\circ$  y  $>40^\circ$ ), siguiendo criterios geomorfológicos empleados en estudios nacionales de amenaza por inundación (UNGRD, 2020), al representar un factor determinante de susceptibilidad a inundación.

Figura 1. Capa drenajes de red hidrográfica



**Fuente: Autoría propia, 2025 ArcGIS Pro**

**Nota:** Esta capa representa la red hidrográfica del conjunto de corrientes de aguas superficiales dentro del área de estudio, donde incluye ríos principales, quebradas, drenajes menores, arroyos, nacedores y los puntos donde se unen.

Con el fin de incorporar el efecto de la proximidad a cauces naturales, se generaron zonas de influencia (buffers) sobre la red hidrográfica, asignando mayor vulnerabilidad a áreas localizadas dentro de franjas de menor distancia de acuerdo con metodologías hidrológicas aplicadas en análisis de riesgo (UNGR, 2020). Las variables de pendiente, acumulación y proximidad se integraron mediante un análisis multicriterio tipo Weighted Overlay, metodología ampliamente utilizada en análisis espacial y cartografía de susceptibilidad (Esri, 2020), asignando ponderaciones según su contribución al fenómeno. Finalmente, se clasificó el territorio en cinco niveles de susceptibilidad: riesgo muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, generando el mapa temático final con simbología gradual del verde al rojo. El producto cartográfico incluye escala gráfica, sistema de referencia espacial, coordenadas y mapa de localización municipal. El resultado permitió identificar áreas críticas asociadas a la morfología plana y zonas de convergencia hidrológica, proporcionando una herramienta de soporte para la gestión del riesgo y la planificación territorial en algunas de las veredas de municipio de Salamina caldas como lo son Guayabal, Loma Hermosa, Amoladora, Laurel y el cañón que están en un riesgo de inundación muy alto.

**Resultados**

Con base en el mapa generado para el municipio de Salamina, del departamento de Caldas, se identifican diferentes niveles de riesgo por inundación clasificados en cinco categorías: muy bajo donde se tiene las veredas Cabuyal y Brujas, en riesgo bajo esta las veredas Curubital y la Quiebra, riegos medio las veredas Pocito y Portachuelo, riesgo alto las Veredas El cedro, El retiro, La herradura, San diego, La aurora y riesgo muy alto las veredas Guayabal, Loma hermosa, Amoladora, Laurel y el cañón

El análisis espacial muestra que:

1. Las áreas de mayor riesgo (riesgo alto y muy alto) se concentran principalmente en los sectores noroccidentales y orientales, donde se observan zonas en rojo en el mapa. Estas áreas coinciden con pendientes bajas, cercanía a drenajes y acumulación natural de escorrentías, lo cual incrementa la susceptibilidad a eventos de inundación.
2. Las zonas de menor riesgo (riesgo muy bajo y bajo) aparecen representadas en verde, distribuidas mayormente hacia el centro-sur del municipio, sobre áreas más elevadas y con mejor drenaje natural.
3. La categoría riesgo medio, representada en amarillo, rodea gran parte de las áreas productivas del municipio, indicando que existen condiciones moderadas de peligro que pueden afectarse por lluvias intensas o saturación de suelos.

### **Comparación con antecedentes históricos**

Este comportamiento coincide con los registros históricos de afectaciones en Salamina:

1. Las zonas cercanas a quebradas y microcuencas han presentado eventos recurrentes de inundaciones y remoción en masa, especialmente durante temporadas de fuertes lluvias.
2. La topografía irregular propia del municipio favorece la concentración de flujos hídricos en las partes bajas.

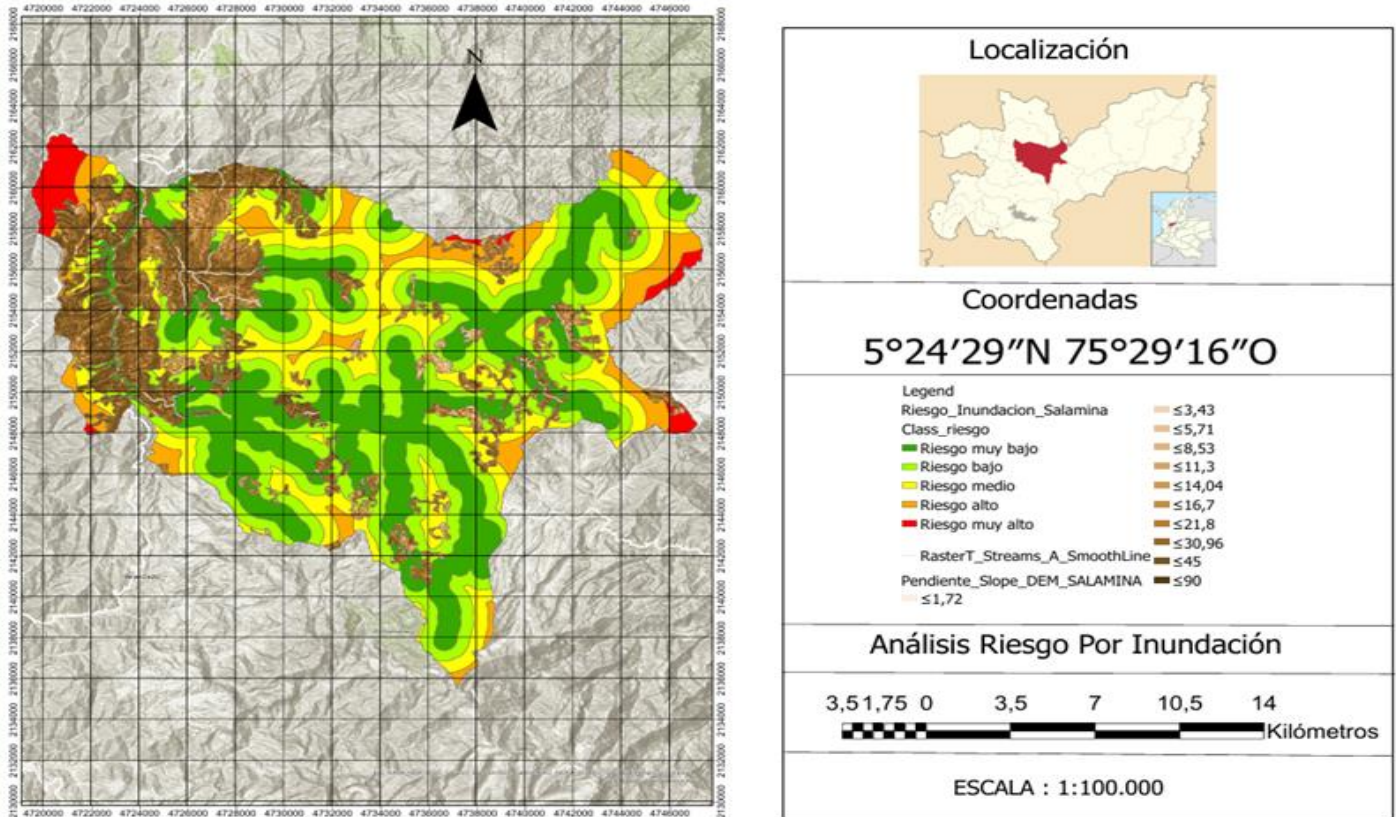
### **Implicaciones del riesgo**

El modelo evidencia impactos potenciales sobre:

1. Comunidades rurales asentadas en áreas de ladera.
2. Infraestructura vial, especialmente vías terciarias que se ven afectadas por deslizamientos y anegamientos.
3. Sistemas agropecuarios, particularmente cultivos en zonas con pendiente suave susceptibles a saturación de suelos.
4. Ecosistemas, ya que el exceso de humedad puede alterar la cobertura vegetal y la estabilidad del terreno.

- El análisis del cálculo de áreas permite establecer la proporción de superficie en cada categoría de riesgo, facilitando la toma de decisiones sobre gestión del territorio, priorización de intervenciones y estrategias de mitigación.

Figura 2. Mapa de riesgo por inundación (vectorial)



**Fuente:** Autoría propia, 2025 ArcGIS Pro

Nota: a) Representa al municipio de Salamina Caldas

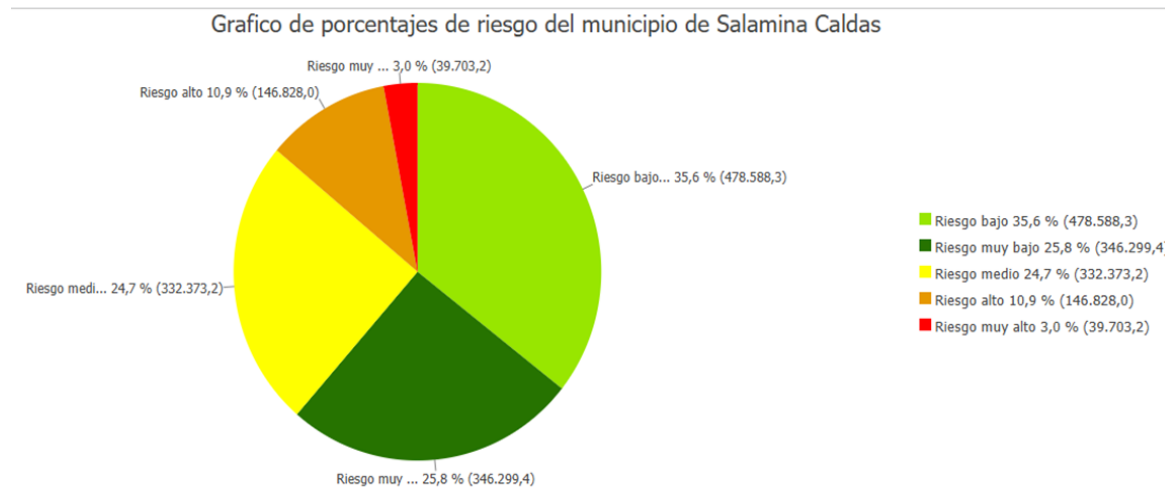
Tabla 1. Tabla de áreas por categoría de riesgo con información del área en km<sup>2</sup> para cada clase de riesgo cualitativa.

Zonas	Clasificación cualitativa	Valores	Simbología	Área Km2	Porcentaje
Veredas Brujas (3) - Cabuyal (5) -	Riesgo muy bajo	1		96,2	33,23%
Veredas Curubital (11) - La quiebra (36)-	Riesgo bajo	2		90,8	31,36%
Veredas Pocito (46) - Portachuelo (47) -	Riesgo medio	3		65,1	22,50%
Veredas el Cedral (14) - El retiro (19) - La Herradura (33) - Sandiego (48) - La aurora (28).	Riesgo alto	4		28,2	9,73%
Veredas Guayabal (43) - Loma Hermosa (39) - Amoladora (27) - Laurel (17) - El Cañón (13)	Riesgo muy alto	5		9,2	3,18%

**Fuente: Autoría propia, 2025 ArcGIS Pro**

Nota: Esta tabla muestra la clasificación cualitativa donde sus riesgos están en diferentes categorías (Riesgo bajo), además están numerados (valores), su simbología la cual se muestra en colores, las áreas en Km2 y el tipo de porcentaje que representa cada área.

Figura 2. gráfico circular



**Fuente: Autoría propia, 2025 ArcGIS Pro**

El modelo de riesgo por inundación desarrollado para el municipio de Salamina permitió identificar gradientes espaciales claros de susceptibilidad, clasificados en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. De acuerdo con la tabla de áreas generada, las clases muy bajo y bajo representan el 64,6 % del territorio municipal, mientras que las zonas de alto y muy alto riesgo abarcan 12,9 %, concentrándose en sectores de pendiente suave, cercanía a drenajes y zonas de acumulación natural de flujo; encontrando riesgos de inundación en las veredas el Cedral, el Retiro, la Herradura, San Diego, la Aurora y las veredas Guayabal, Loma Hermosa, Amoladora, Laurel y el Cañón, lo cual es importante generar recomendaciones para mitigar riesgos y posibles eventualidades que afecten estas zonas.

**1. Zonas con mayor y menor riesgo**

Las zonas de mayor riesgo (alto y muy alto) se localizan principalmente en los sectores nororientales y orientales del municipio, coincidiendo con terrazas aluviales y corredores hidrológicos donde la topografía favorece la convergencia de escorrentías. Esto es coherente con los patrones geomorfológicos descritos por el IDEAM (2022), que identifican las áreas planas ribereñas como espacios de mayor susceptibilidad a inundaciones en municipios de la región Andina.

Por otro lado, las zonas de menor riesgo (muy bajo y bajo) predominan en áreas centrales, sur y sectores elevados con pendientes más pronunciadas y drenaje eficiente, donde la probabilidad de acumulación superficial es reducida.

**2. Relación entre las zonas de mayor riesgo y posibles afectaciones****a. Comunidades y asentamientos humanos**

Las áreas de alto y muy alto riesgo coinciden con las veredas el Cedral, el Retiro, la Herradura, San Diego, la Aurora y las veredas Guayabal, Loma Hermosa, Amoladora, Laurel y el Cañón, y asentamientos cercanos a quebradas y microcuencas, donde históricamente se han registrado

desbordamientos e inundaciones. En informes recientes, se han documentado afectaciones a viviendas rurales y la necesidad de evacuaciones en temporadas de lluvias intensas, especialmente durante eventos asociados a la variabilidad climática (IDEAM, 2021; UNGRD, 2020).

En particular, el municipio ha reportado emergencias por crecientes súbitas y anegamientos que han impactado viviendas cercanas a cauces, lo que evidencia la correspondencia entre el modelo S.I.G. y las afectaciones reales (Alcaldía de Salamina, 2023).

### **b. Infraestructura vial y de servicios**

Los caminos veredales, vías terciarias y estructuras como puentes, al estar ubicados en zonas de acumulación o sobre drenajes secundarios, presentan alta vulnerabilidad. La UNGRD (2020) advierte que la socavación lateral, el colapso de alcantarillas y la interrupción de la movilidad son aspectos recurrentes en áreas expuestas a inundaciones, situación que coincide con los registros de afectaciones viales en Salamina durante temporadas de lluvia intensa.

### **c. Sistemas agropecuarios**

Las actividades agropecuarias representan uno de los principales usos del suelo en Salamina (Gobernación de Caldas, 2023). En las zonas clasificadas como riesgo alto y muy alto, ubicadas mayormente en áreas planas o de baja pendiente, se presentan condiciones propicias para:

- Anegamiento temporal de cultivos.
- Pérdida de fertilidad del suelo por sedimentación.
- Mortalidad de animales y deterioro de potreros.

Estos efectos han sido señalados en estudios de riesgo agroambiental del departamento, los cuales destacan la vulnerabilidad de cultivos de ciclo corto y pasturas frente a eventos de saturación hídrica (EOT Salamina, 2020).

#### **d. Ecosistemas ribereños y áreas estratégicas**

Las zonas ribereñas con riesgo alto son ecosistemas sensibles donde los procesos de erosión, sedimentación y pérdida de vegetación afectan la capacidad de regulación natural del caudal. Como indica ESRI (2020), las áreas de amortiguamiento hidrológico son esenciales para mitigar el flujo superficial, y su degradación incrementa el potencial de inundaciones recurrentes.

Esta dinámica coincide con las observaciones del IDEAM (2022), que resalta la importancia de la vegetación de galería y los bosques riparios en la estabilización de laderas y regulación de escorrentías.

### **3. Comparación con eventos históricos**

El comportamiento modelado coincide con evidencias documentadas en el municipio y el departamento:

- **Incremento de eventos extremos:** Según el IDEAM (2021), la variabilidad climática ha intensificado precipitaciones y ha aumentado la frecuencia de inundaciones y deslizamientos en la región.
- **Afectaciones en Salamina:** La Alcaldía de Salamina (2023) registra múltiples eventos entre 2020 y 2023 asociados a desbordamientos de quebradas, impactos en viviendas rurales y cierres viales.
- **Eventos regionales:** La Gobernación de Caldas (2023) identifica que los municipios del norte del departamento presentan alta recurrencia de emergencias por lluvias, en especial en zonas de valles y terrazas aluviales, patrón que coincide con las zonas clasificadas como riesgo alto y muy alto en este estudio.

Estos antecedentes respaldan la validez espacial del análisis multicriterio y demuestran su coherencia con la dinámica hidrológica histórica del municipio.

### **1) Zona con mayor y menor riesgo**

Zonas de mayor riesgo (Riesgo alto / Muy alto — colores naranjas/rojo): Se observan como manchas localizadas en la frontera nororiental y algunos sectores costeros/sureste del municipio (punta norte y sectores aislados al sureste en la imagen). También aparecen franjas naranja-rojo junto a los cauces principales.

Estas zonas coinciden con las áreas de convergencia de flujo y con pendientes bajas o terrazas aluviales (según la metodología usada).

Zonas de menor riesgo (Riesgo muy bajo / Bajo — tonos verdes claros/verde oscuro):

Ocupan la mayor parte central y occidental del municipio en el mapa: áreas con mayor pendiente o altitud, donde la acumulación superficial es baja.

### **2) Relación de las zonas de mayor riesgo con posibles afectaciones**

#### **a) Comunidades y asentamientos humanos**

Las franjas de riesgo alto junto a cauces y en terrazas aluviales representan zonas donde están ubicados barrios rurales y veredas cercanas a quebradas; por tanto hay mayor probabilidad de inundaciones de viviendas, necesidad de evacuaciones y daños en bienes domésticos.

**Ejemplo de impacto típico: evacuaciones y viviendas afectadas tras desbordamientos locales.**

#### **b) Infraestructura**

- Vías rurales, puentes y servicios (líneas eléctricas, redes locales) ubicados en las franjas de riesgo pueden sufrir:
- Pérdida de calzada por erosión y socavación.
- Colapso de puentes/bocas de puente.
- Interrupción de suministro eléctrico y comunicaciones.
- Eventos documentados reportan afectaciones a vías y daños por erosión asociada a crecidas.

**c) Sistemas agropecuarios**

- Zonas bajas y terrazas aluviales suelen usarse para potreros, cultivos de ciclo corto o fincas de mediana escala. En áreas de riesgo alto hay probabilidad de:
- Pérdida de cosechas, anegamiento de potreros y mortalidad animal temporal.
- Erosión de suelos y pérdida de fertilidad por aporte de sedimentos.
- Informes de inundaciones y desbordamientos han afectado fincas y cultivos en episodios anteriores.

**d) Ecosistemas**

Los ecosistemas ribereños (bosques de galería, humedales y franjas riparias) pueden ser degradados por erosión, sedimentación y cambios en la dinámica de caudal.

La pérdida de vegetación ribereña reduce la capacidad reguladora natural (filtrado, amortiguamiento), incrementando la vulnerabilidad a futuras crecidas. Estudios regionales señalan la importancia de estas áreas en la dinámica de inundación en Caldas.

**3) Comparación con eventos históricos / evidencias locales**

Desbordamientos y afectaciones recientes: hay registros de desbordamiento de quebradas que afectaron viviendas en veredas como San Félix (mayo 2021) y reportes de emergencias por lluvias e inundaciones en Salamina en 2018–2022 (evacuaciones, viviendas afectadas). Estos hechos confirman que las áreas ribereñas y terrazas aluviales (las que aparecen como naranja/rojo en el mapa) efectivamente han sido afectadas históricamente.

Eventos de 2020–2025: coberturas noticiosas y boletines regionales muestran episodios de crecidas y afectaciones por lluvias en años recientes (p. ej. 2020, 2022, abril 2025), lo que valida la necesidad de priorizar las zonas marcadas como alto riesgo.

Estudios institucionales: documentos técnicos del departamento y corporaciones ambientales señalan que en Caldas la amenaza por inundaciones se concentra en valles y llanuras aluviales; esto respalda el criterio usado en el mapa (pendiente baja + acumulación de flujo → mayor riesgo).

**Recomendaciones prácticas**

Priorizar acciones en zonas rojo/naranja: verificación de viviendas, planes de evacuación y puntos seguros.

Protección de ribera: restauración de vegetación de galería para amortiguar flujos y reducir erosión.

Monitoreo hidrológico local: instalar puntos de observación en cuencas críticas y alertas tempranas comunitarias.

Inventario de infraestructura crítica dentro de las franjas de riesgo (puentes, vías, escuelas) para planes de mitigación.

**Conclusiones**

La modelación de sistemas de información geográfico, S.I.G permitió identificar con precisión las áreas de riesgo por inundación en Salamina, evidenciando que la mayor parte del municipio presenta un riesgo bajo o medio, lo que representa una estabilidad hidrológica general. Sin embargo, se determinaron zonas críticas localizadas cerca de drenajes y en áreas con pendientes suaves, estos coinciden con registros de eventos históricos. En general este análisis constituye una base fundamental para la toma de decisiones y la implementación de estrategias de mitigación orientadas a reducir la vulnerabilidad del territorio.

El estudio sobre el riesgo de inundación en Salamina subraya que la distribución del peligro está fuertemente ligada a áreas con pendientes suaves y cercanía a cuerpos de agua. El análisis confirma que las zonas de alto y muy alto riesgo se concentran en valles y puntos de convergencia de drenajes. Además, se destaca la eficacia del uso de Sistemas de Información Geográfica y análisis multicriterio como una metodología precisa para identificar y mapear estas zonas vulnerables. Finalmente, el estudio enfatiza que sus hallazgos son cruciales para la gestión territorial de Salamina, permitiendo priorizar la implementación de medidas de prevención y ajuste en la planificación del suelo rural y las prácticas agropecuarias.

La implementación de normas estrictas como las E.O.T, son una base muy importante para minimizar afectaciones en las diferentes zonas de riesgo alto para minimizar posibles afectaciones que sigan alterando el ecosistema; también en las zonas con bajos riesgo imponer la norma para evitar futuros desequilibrios ecosistémicos y en el entorno en general.

Es evidente que las cinco categorías de riesgo alto y muy alto, siendo las veredas el Cedral, el Retiro, la Herradura, San Diego, la Aurora y las veredas Guayabal, Loma Hermosa, Amoladora, Laurel y el Cañón; concentradas en zonas con pendientes suaves y cercanas a drenajes naturales; muestran los diferentes puntos a intervenir mediante una observación detallada para plantear recomendaciones preventivas que mitiguen riesgos, además es importante mantener el llamado y la vigilancia de estos sectores.

### **Recomendaciones**

Implementar acciones de restauración en rondas hídricas y zonas de alta pendiente con el fin de reducir el riesgo de inundación.

Priorizar la vigilancia en zonas de riesgo alto y muy alto, especialmente durante temporadas de máxima precipitación, con acciones preventivas para hogares y comunidad.

Mantener limpios cauces, canales y desagües naturales y evitar arrojar basura, escombros o cualquier residuo en quebradas, zanjas, canales o cerca de ríos. Estos residuos pueden obstruir el flujo del agua y aumentar el riesgo de desbordamientos cuando llueve. [OBJ]

Revisar y mantener adecuadamente techos, desagües y drenajes de las viviendas rurales y revisar bajantes, canaletas, y asegurarse de que techos, desagües y alcantarillas evacuen bien el agua. Evitar asentamientos o construcciones en zonas de alto riesgo y si la vereda está cerca de quebradas, ríos, terrenos bajos o suelos inestables, es importante evaluar si esas zonas son seguras para construir o vivir.

En lo posible, privilegiar terrenos altos o alejados de cauces y además fomentar reforestación y conservación de cobertura vegetal, especialmente en laderas o cuencas, ya que mantener vegetación en zonas altas ayuda a que el suelo absorba mejor el agua, reduce la escorrentía y puede disminuir la velocidad con que las aguas bajan hacia la vereda.

Incorporar este modelo dentro de la actualización del E.O.T del municipio de Salamina, ubicado en el departamento de Caldas, fortaleciendo la gestión del riesgo desde una perspectiva agroambiental y normativa para una mejor efectividad de este.

### Referencias bibliográficas

Alcaldía de Salamina. (2023). Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023. <https://www.salamina-caldas.gov.co>

Alcaldía de Salamina. (2023). Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023. <https://es.scribd.com/document/636152512/Untitled>

Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., & Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, 8, 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>

Efraimidou, E., & Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. *Environmental Process*, 11(9). <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Escolano Utrilla, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano Utrilla (Ed.), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47–78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

Esri. (2020). ArcGIS Pro: Spatial Analysis Tools. Environmental Systems Research Institute.  
EOT Salamina. (2020). Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salamina. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/86826efb-1f4c-4b24-bf68-7d2b5f88b721/content>

Escolano Utrilla, S. (2015). [Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos.](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840) En S. Escolano Utrilla (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

Gobernación de Caldas. (2023). Información territorial del departamento de Caldas. <https://caldas.gov.co>

Gobernación de Caldas. (2023). Perfil municipal: Salamina. <https://caldas.gov.co/process-page-2/1166-salamina>

González Valencia, 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://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>

Hernández Sampieri, R. (2019). *Metodología de la investigación Plus*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/?il=34866>

Hernández Sampieri, R. (2019). Metodología de la Investigación Plus. McGrawHill - Plus. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/?il=34866>

IDEAM. (2021). Informe anual de variabilidad climática en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2022). Anuario climático de Colombia 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

IDEAM. (2022). Climatología de precipitaciones para la región Andina. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co/tiempo-y-clima>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022). Anuario climático de Colombia 2022. IDEAM. <https://www.ideam.gov.co>

IGAC. (2020). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Cartografía básica oficial de Colombia. <https://www.igac.gov.co>

Kurowska, K., y Kowalczyk, C. (2022). Rural Space Modeling. Editorial MDPI. <https://www.mdpi.com/books/reprint/5285-rural-space-modeling>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. MinAmbiente. <https://www.minambiente.gov.co>

Mapa topográfico Salamina, altitud, relieve. <https://es-es.topographic-map.com/map-879c14/Salamina/?center=5.75674%2C-75.57358&zoom=10>

Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Open Library. [https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_geogr%C3%A1fica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica)

Sosa-Franco, I., Pérez-Guerra, G., Machado-García, N., & Elena-Ruiz Pérez, M. (2023). Method for query processing in a geographic information system. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(2), 1–9. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=033edfb1-14a2-3d6e-80bf-572383cf71b3>

Sisti, J. M. (2022). Capítulo 5. Fotointerpretación (o Análisis Visual de imágenes). En J. Sisti (Ed), Fotointerpretación en agrimensura. Editorial de la UNLP EDULP. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/139092/Documento\\_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/139092/Documento_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

UNGRD. (2020). Guía metodológica para el análisis del riesgo por inundación. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2020). *Instructivo para la usabilidad de Normas internacionales de citación APA 7a Edición*. [https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma\\_APA\\_7\\_Edicion.pdf](https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf)

**Enlace de sustentación:** <https://youtu.be/yK7nlxO4ITA>