

**Análisis y mapeo del riesgo de inundación mediante sistema de información geográfico, S.I.G en el ordenamiento agroambiental del territorio en el municipio de Cartago, departamento del Valle del Cauca, Colombia.**

Karen Tatiana Rojas Rios - [ktrojasri@unadvirtual.edu.co](mailto:ktrojasri@unadvirtual.edu.co)

Sofía Arcila Wagner - [sarcilaw@unadvirtual.edu.co](mailto:sarcilaw@unadvirtual.edu.co)

Carlos Andres Mosquera Mosquera - [camosqueramos@unadvirtual.edu.co](mailto:camosqueramos@unadvirtual.edu.co)

Evangelina parra perez - [evangelina.parra@unad.edu.co](mailto:evangelina.parra@unad.edu.co)

### **Resumen**

Este estudio tiene como objetivo analizar y mapear el riesgo de inundaciones mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), contribuyendo al ordenamiento agroambiental del territorio, se aplicó una metodología de análisis multicriterio que incluyó la conversión de capas ráster a vectorial, el cálculo de geometría para determinar áreas afectadas y la categorización del riesgo en cinco niveles cualitativos, los resultados se representaron en mapas que identifican las áreas más vulnerables, permitiendo evaluar su impacto en comunidades, infraestructuras, ecosistemas y sistemas agropecuarios, a partir del análisis espacial, se proponen estrategias de mitigación orientadas a reducir la vulnerabilidad territorial frente a inundaciones, el informe final se presentará combinando elementos visuales y técnicos para una mejor comprensión de los datos y sus implicaciones, este enfoque

demuestra la capacidad de los sistemas de información geográfico S.I.G para integrar datos complejos y ofrecer herramientas efectivas para la planificación territorial sostenible.

*Palabras claves: SIG, riesgo de inundación, ordenamiento agroambiental, análisis espacial, planificación territorial.*

### **Introducción**

El municipio de Cartago, Valle del Cauca, enfrenta frecuentemente riesgos asociados a inundaciones, especialmente durante las temporadas de lluvias intensas, como lo son los fenómenos climáticos como *El Niño* y *La Niña*, está ubicado en una región de alta productividad agrícola, su territorio se ve impactado por el desbordamiento de ríos como La Vieja y el Cauca, así como por el mal manejo de los drenajes y canales naturales,

estas inundaciones generan pérdidas económicas significativas, afectando cultivos, infraestructura y comunidades vulnerables.

En el ámbito local, se han implementado algunas estrategias para mitigar estos riesgos, como obras de canalización, construcción de jarillones y programas de reforestación en zonas de recarga hídrica, sin embargo, estas medidas han resultado insuficientes frente al aumento de eventos extremos derivados del cambio climático, a nivel nacional, las políticas como la Ley 1523 de 2012 han buscado fortalecer la gestión del riesgo, pero su implementación aún enfrenta desafíos en territorios como Cartago, donde la planificación territorial carece de herramientas tecnológicas avanzadas para el análisis y la toma de decisiones.

Este estudio utiliza Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar y mapear el riesgo de inundaciones en Cartago, permitiendo identificar zonas críticas y evaluar su impacto en la población y los sistemas agropecuarios, al integrar técnicas modernas de análisis espacial, este trabajo busca proporcionar insumos técnicos para el ordenamiento agroambiental del municipio y la planificación de medidas más efectivas, orientadas a reducir la vulnerabilidad territorial frente a las inundaciones.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Analizar mapeo del riesgo de inundación mediante S.I.G en el ordenamiento agroambiental del territorio en el municipio de Cartago, departamento del Valle del Cauca.

### Objetivos específicos

- Identificar y mapear las zonas de mayor riesgo de inundación para la preparación y prevención de desastres
- Evaluar el impacto potencial de las inundaciones en sectores clave para el ordenamiento territorial y ambiental
- Proponer estrategias basadas en el análisis espacial para mitigar los efectos de las inundaciones

## **Identificación del caso de estudio**

Cartago, situado en el norte del departamento del Valle del Cauca, Colombia, es un municipio con una topografía predominantemente plana que facilita la acumulación de agua durante eventos de lluvia intensa. Esta característica incrementa significativamente su vulnerabilidad a las inundaciones. Su altitud promedio es de 917 metros sobre el nivel del mar, y su territorio está atravesado por

importantes cuerpos de agua, como el río Cauca y el río La Vieja. Estos factores, sumados a la baja pendiente del terreno, explican por qué Cartago es una de las zonas más afectadas por inundaciones en la región (Canal 1, 2022).

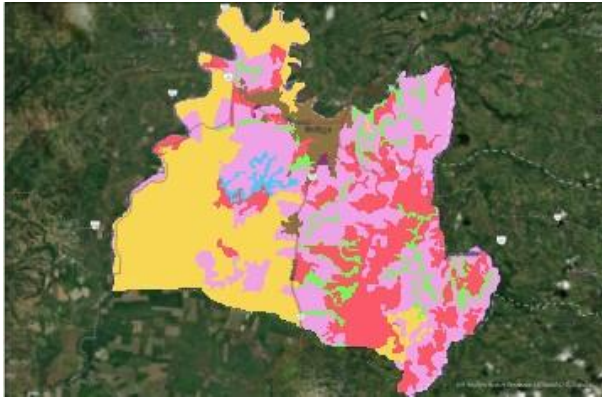
El clima en Cartago es tropical, con temperaturas promedio que oscilan entre 23 °C y 28 °C. La precipitación anual se sitúa entre los 1.500 y 2.000 mm, concentrándose en dos periodos principales: de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. Estas temporadas de lluvias intensas suelen desbordar los ríos principales, generando inundaciones que afectan tanto áreas urbanas como rurales (Ciudad Región, 2024). Este fenómeno se ve agravado por la urbanización no planificada y la deforestación en áreas cercanas, que reduce la capacidad del suelo para absorber el agua y aumenta la escorrentía superficial.

Las inundaciones en Cartago han tenido consecuencias devastadoras. En marzo de 2022, por ejemplo, el desbordamiento del río La Vieja afectó a más de 1.500 familias. Las áreas más perjudicadas fueron los barrios La Playa, La Platanera y La Arenera, donde el nivel del agua alcanzó alturas significativas, dificultando la movilidad y ocasionando daños en viviendas (Canal 1, 2022). Más recientemente, en mayo de 2024, un fuerte aguacero inundó calles,

viviendas y zonas comerciales, además de provocar cortes de energía en diversas áreas (CiudadRegion, 2024).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mapear y analizar las zonas de riesgo de inundación en Cartago es crucial. Este enfoque permitiría identificar áreas vulnerables y diseñar estrategias de mitigación efectivas. Los mapas de riesgo generados a partir de datos climáticos, topográficos y de uso del suelo podrían facilitar la toma de decisiones informadas, ayudando a prevenir daños en el futuro. Por ejemplo, el Instituto Meteorológico Nacional explica que los eventos de lluvias extremas suelen estar asociados con factores como el cambio climático y la dinámica de las cuencas hidrográficas, lo que resalta la importancia de contar con herramientas tecnológicas para la gestión del territorio (La Nación, 2024).

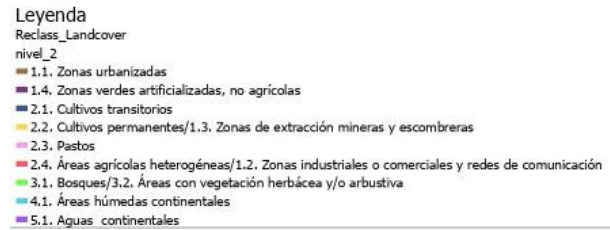
Actualmente el municipio de cartago tiene una distribución que se divide en agricultura primando los cultivos de caña de azúcar, trigo, soja y café. Además cuenta con parte de la cordillera occidental por lo tanto tiene terrenos boscosos y una zonas urbanizadas, se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. *Mapa de cobertura de tierras*

Fuente: Autoría propia, 2024

Nota: La figura 1 permite apreciar la distribución de tierras que tiene el municipio, de esta forma nos permite evaluar sus riesgos y ventajas para los distintos usos.

La tabla nos permite entender el uso de esa tierra y con ello soportar el impacto que pudiera dejar en la cual predominan de acuerdo a su orden los pastos, cultivos permanentes, las áreas agrícolas heterogéneas, dos zonas urbanizadas, cultivos transitorios. Es importante describir que este municipio cuenta con muy pocas áreas boscosas, así como áreas húmedas continentales las pocas zonas que están cubiertas por árboles son áreas amortiguadoras de las fuentes hídricas.

Figura 2. *Leyenda del mapa de cobertura de tierras*

Fuente: Autoría propia

### Metodología

El análisis multicriterio (AMC) es una metodología que permite evaluar múltiples factores simultáneamente para la toma de decisiones complejas, especialmente en la gestión de riesgos naturales como las inundaciones. Integrado con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el AMC facilita la identificación y priorización de áreas vulnerables, proporcionando una base sólida para el desarrollo de estrategias de mitigación y planificación territorial.

Este documento proporciona una metodología estructurada basada en análisis multicriterio, combinando diversas capas vectoriales y ráster mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). A continuación, se resumen los pasos clave de esta metodología y los tipos de análisis utilizados.

### 1. Identificación y descarga de datos espaciales:

Se recopiló información geoespacial relevante para el municipio, incluyendo:

Tabla 1. *Criterios de análisis para riesgo de inundación*

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras (Land cover)	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

Fuente: Adaptado de Informe de recursos y servicios bibliográficos (UNAD, 2024)

Las capas vectoriales fueron obtenidas de geoportales oficiales como el IGAC, garantizando precisión y validez en los datos.

### 2. Procesamiento de datos:

**Reclasificación:** Cada capa fue reclasificada en una escala común según su contribución al riesgo de inundación. Por ejemplo, las áreas cercanas a los drenajes se clasificaron como de mayor riesgo.

**Conversión de vectores a ráster:** Para homogeneizar los formatos y facilitar el análisis espacial.

### 3. Análisis multicriterio:

Se aplicaron herramientas de superposición ponderada en ArcGIS Pro, asignando los siguientes pesos basados en su influencia en el riesgo de inundación:

- Precipitación: 35%.
- Distancia a drenajes: 30%.
- Pendiente: 15%.
- Modelo de elevación digital: 10%.
- Cobertura de suelo: 10%.

Este análisis permitió integrar todas las capas y generar un mapa compuesto que refleja las zonas de riesgo.

### 4. Generación del mapa de riesgo:

Se produjo un mapa final con cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

La simbología utilizada representa las zonas de mayor riesgo en tonos cálidos (rojo, naranja) y las de menor riesgo en tonos fríos (verde, azul).

## Tipos de Análisis Utilizados y su Utilidad

### 1. Análisis de distancias:

Herramientas como la distancia euclidiana permitieron calcular la proximidad a drenajes. Esto es crucial, ya que las áreas más cercanas a ríos y quebradas tienen mayor probabilidad de inundación.

### 2. Análisis de pendientes y elevación:

El modelo DEM y las pendientes se analizaron para identificar zonas de acumulación de agua. Las áreas planas y bajas fueron clasificadas como de mayor riesgo.

### 3. Superposición ponderada:

Este método permitió integrar todas las variables en un solo mapa, asignando pesos específicos según su relevancia. La combinación de estos factores generó un modelo espacial confiable y útil para la planificación territorial.

- **Comunidades:** Identificación de áreas seguras y zonas de evacuación para la población en riesgo.
- **Planeación urbana:** Apoyo en la toma de decisiones para evitar construcciones en zonas vulnerables.
- **Agricultura:** Optimización del uso del suelo para mitigar pérdidas económicas por inundaciones.
- **Conservación ambiental:** Protección de ecosistemas sensibles afectados por cambios en la dinámica hídrica.

## Resultados

### Modelo de elevación digital

Figura 3. *Modelo de Elevación Digital*

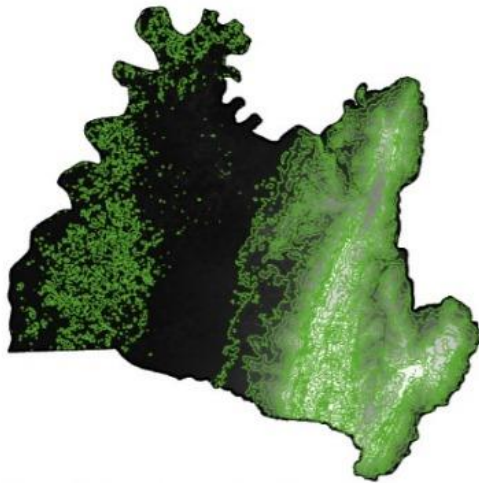


Fuente: Autoría propia, 2024

Nota: El DEM es una representación digital de la elevación de la superficie de un terreno sobre un sistema de coordenadas, generalmente en forma de una cuadrícula de celdas o píxeles. Cada celda contiene un valor numérico que representa la altitud en un punto específico del terreno.

Por medio de los datos anteriores se puede calcular las curvas de nivel relacionadas con la altura sobre el nivel del mar (Figura 4).

Figura 4. *Mapa Curvas de Nivel*



Fuente: Autoría propia, 2024

Nota: Las curvas de nivel facilitan identificar zonas bajas, pendientes y áreas planas, factores críticos para analizar el riesgo de inundaciones. Esta imagen muestra en el lado derecho del mapa relieves accidentados con pendientes significativas. El lado izquierdo presenta un

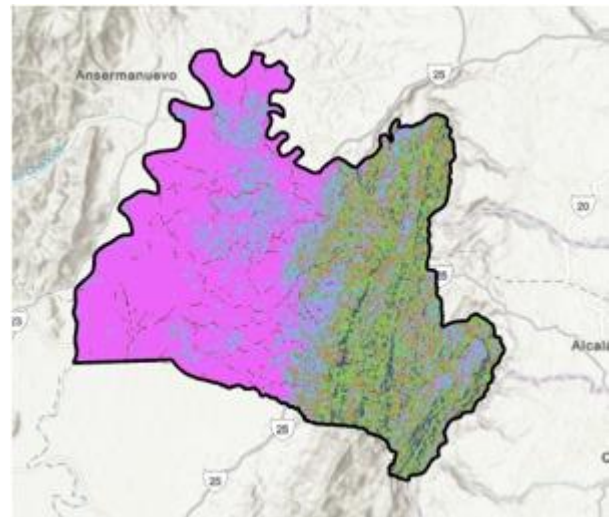
terreno más plano, posiblemente asociado con zonas de acumulación de agua.

Esta información es crucial para realizar análisis de riesgos de inundación, ya que el flujo de agua tenderá a moverse desde las áreas elevadas hacia las planas.

### **Pendientes**

Otro mapa importante que se analizó fueron las pendientes para comprender cómo el alivio influye en las actividades humanas, los riesgos naturales y la conservación del ambiente, facilitando la planificación eficiente y segura en distintos proyectos (Figura 5).

Figura 5. *Mapa de pendientes del municipio de Cartago Valle*



Fuente: Autoría propia, 2024

Nota: La figura de pendientes muestra la variabilidad en la inclinación del terreno en una región específica. Los colores ayudan a diferenciar las áreas con diferentes grados de pendiente.

El color rosa predomina en la parte izquierda indica pendientes bajas o áreas planas. Los colores verdes y azules en la parte derecha señalan pendientes más pronunciadas o áreas con cambios importantes de elevación.

### **Precipitaciones**

Las precipitaciones son otro factor crucial en el análisis del riesgo de inundación. Una vez identificados el terreno y las posibles rutas de drenaje del agua, es fundamental conocer las temporadas de lluvia, ya que estas incrementan el riesgo de desastres naturales asociados con el escurrimiento del agua pluvial. La siguiente figura (figura 6) muestra el estudio de las precipitaciones, una de las capas esenciales utilizadas en la construcción del mapa completo de riesgo por inundación, en el cual se integran múltiples variables, incluida la precipitación.

Figura 6. *Mapa de precipitaciones del mes de Octubre del municipio de Cartago Valle*



Fuente: Autoría propia, 2024

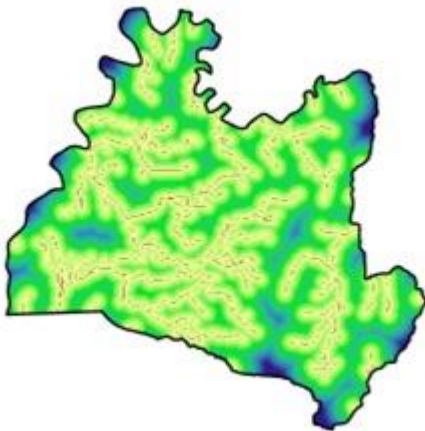
Nota: La figura permite visualizar la distribución espacial de las precipitaciones en la región, destacando las zonas con mayores (color azul intenso) y menores (color azul suave) niveles de lluvia. Al combinar esta información con otros factores (como pendientes y drenajes), se facilita el análisis integral del riesgo de inundación y la planificación de medidas preventivas.

### **Drenajes**

Tras analizar las precipitaciones y sus variaciones en el territorio, fue fundamental estudiar la red de drenaje natural y las distancias entre los cursos de agua. Esta información permitió identificar las zonas donde el agua de lluvia se acumula con mayor facilidad y los puntos críticos en los que el drenaje es

insuficiente o donde las pendientes suaves ralentizan el flujo del agua. Dando como resultado la figura 7.

Figura 7. Mapa de distancia entre drenajes del municipio de Cartago Valle.



Fuente: Autoría propia

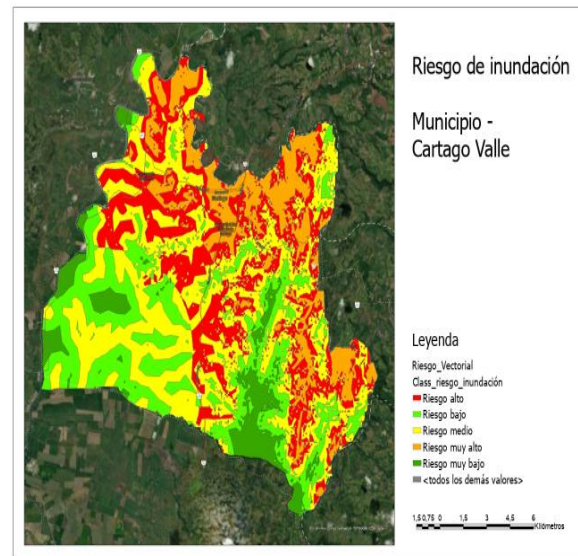
Nota: El mapa presenta una red de drenaje extensa que cubre casi toda la región, lo que indica que el área tiene una alta capacidad de evacuación de agua. Las líneas verdes más brillantes representan los canales principales de drenaje, mientras que las áreas en azul marcan zonas más bajas, donde el agua podría acumularse. Por lo tanto, revela la organización hidrográfica de la región y permite identificar zonas de riesgo de acumulación de agua. Las áreas con poca densidad de drenajes y las zonas bajas (en azul) son puntos críticos a considerar para el análisis del riesgo de inundación y para la planificación de medidas de mitigación,

como obras de drenaje o estrategias de gestión del agua pluvial.

### Riesgo de inundación

El resultado de la suma ponderada de todas las capas anteriores dio como resultado la gráfica vectorial de riesgo de inundación en el municipio de Cartago Valle (Figura 8).

Figura 8. Mapa vectorial de riesgo de inundación



Fuente: Autoría propia

### Distribución de las categorías de riesgo:

Riesgo medio (80.8 km<sup>2</sup>): La mayor proporción del territorio pertenece a esta categoría, mostrando un riesgo intermedio que podría

depender de factores como cobertura vegetal moderada y una ubicación menos vulnerable.

Riesgo alto (57,67 km<sup>2</sup>): Un área considerable está clasificada como riesgo alto, lo que indica zonas con características propicias para inundaciones frecuentes o severas.

Riesgo bajo (55,85 km<sup>2</sup>): Un área significativa se clasifica como riesgo bajo, probablemente beneficiada por factores topográficos y de drenaje.

Mayor riesgo de inundación (Riesgo muy alto):  
Superficie: 32,88 km<sup>2</sup>.

Clasificación: Riesgo muy alto.

Estas áreas están representadas en color rojo en el mapa y suelen ubicarse en zonas cercanas a ríos o áreas con pendientes bajas donde el agua tiende a acumularse.

Menor riesgo de inundación (Riesgo muy bajo):  
Superficie: 17,42 km<sup>2</sup>.

Clasificación: Riesgo muy bajo.

Representadas en color verde en el mapa, estas áreas suelen estar en zonas elevadas o bien drenadas, lejos de cuerpos de agua.

Estos datos nos muestran los impactos potenciales frente a una inundación en el municipio. Las áreas de riesgo muy alto y alto

representan una amenaza directa para asentamientos humanos cercanos a ríos y quebradas, donde la infraestructura es más vulnerable. Viviendas, escuelas y hospitales podrían verse afectados por inundaciones recurrentes.

Zonas de riesgo alto y muy alto podrían afectar carreteras, puentes y sistemas de suministro eléctrico, dificultando la movilidad y el acceso a servicios esenciales en caso de eventos extremos.

Los cultivos ubicados en zonas de riesgo muy alto podrían ser destruidos por inundaciones.

Por otro lado, las áreas de riesgo medio y bajo ofrecen oportunidades para actividades agrícolas con menor exposición al impacto, especialmente si se implementan medidas de drenaje.

En zonas de riesgo bajo y muy bajo, se podrían preservar ecosistemas clave, como bosques y áreas protegidas. Sin embargo, las zonas de riesgo alto podrían causar alteraciones significativas en humedales y riberas, afectando la biodiversidad local.

## Conclusiones

Según el análisis del mapa de pendientes del municipio de Cartago Valle del Cauca figura 5 revela dos zonas contrastantes en términos de riesgo y uso del suelo, La zona de la izquierda, representada en colores fuertes como el rosa, corresponde a áreas planas con pendientes mínimas, las cuales son de gran influencia agrícola, pero presentan alto riesgo de inundación debido a su escaso drenaje natural y la proximidad al río Cauca, especialmente en temporadas lluviosas, por otro lado, la zona de la derecha representada en tonos verdes e irregulares, corresponde a áreas de cordillera con pendientes pronunciadas, donde el riesgo principal es la erosión y los deslizamientos, aunque las aguas que descienden desde estas montañas pueden agravar las inundaciones en la llanura. Herramientas como ArcGIS Pro permiten identificar y gestionar estas vulnerabilidades, facilitando la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres en el municipio.

En conclusión, el mapa de las curvas de nivel de la figura 4, permiten identificar las características del relieve y la vulnerabilidad de las áreas, las zonas planas, representadas por curvas de nivel espaciadas, son las más propensas a la acumulación de agua, mientras que las pendientes pronunciadas, representadas

por curvas más juntas, facilitan el rápido desplazamiento del flujo hacia zonas bajas, aumentando el riesgo en las áreas llanas adyacentes, al combinar las curvas de nivel con un Modelo de Elevación Digital (DEM) en herramientas como ArcGIS Pro, es posible modelar trayectorias de flujo, identificar áreas de acumulación y clasificar zonas de riesgo, lo cual resulta crucial en territorios como Cartago, Valle del Cauca, donde la cercanía a cuerpos de agua, como el río la Vieja, y las condiciones topográficas variables aumentan la vulnerabilidad, estos análisis permiten no solo detectar zonas críticas, sino también implementar medidas de mitigación, como obras hidráulicas y sistemas de alerta temprana, que contribuyen a la gestión integral del riesgo en el municipio.

Este análisis evidencia la necesidad de una planificación territorial eficiente, donde las áreas de riesgo muy alto y alto sean priorizadas para medidas de mitigación, como la construcción de sistemas de drenaje o la reubicación de asentamientos vulnerables. Al mismo tiempo, se debe fomentar un manejo sostenible de los sistemas agropecuarios y la conservación de ecosistemas en las zonas de menor riesgo para asegurar la sostenibilidad y resiliencia del territorio.

El uso de SIG combinado con un enfoque de análisis multicriterio permitió identificar con precisión las zonas de mayor riesgo de inundación en Cartago, lo que resalta la utilidad de estas herramientas en la planificación agroambiental, las áreas clasificadas como de riesgo muy alto y alto deben ser priorizadas para implementar medidas de mitigación, como sistemas de drenaje eficientes y la reubicación de actividades agropecuarias vulnerables, en contraste, las zonas de menor riesgo ofrecen oportunidades para desarrollar actividades agrícolas y pecuarias con menor exposición, fomentando prácticas sostenibles, este enfoque demuestra que la integración de tecnologías avanzadas en la gestión territorial puede reducir significativamente los impactos de eventos climáticos extremos, optimizando la sostenibilidad y la resiliencia del territorio.

La figura 1. El mapa de cobertura de tierra nos permite apreciar la distribución de tierras del municipio, de esta forma podemos evaluar riesgos y ventajas en las distintas zonas del municipio. La tabla 1. nos permite entender el uso de esa tierra y con ello soportar el impacto que pudiera dejar en la cual predominan de acuerdo a su orden los pastos, cultivos permanentes, las áreas agrícolas heterogéneas, dos zonas urbanizadas, cultivos transitorios. Es importante describir que este municipio cuenta

con muy pocas áreas boscosas, así como áreas húmedas continentales las pocas zonas que están cubiertas por árboles son áreas amortiguadoras de las fuentes hídricas.

En la figura 6. Mapa de precipitaciones se aprecia que las lluvias son más constantes en la zona oriental del municipio donde el color azul se hace más intenso la cual tiene limitantes con los municipios de Ulloa, Alcalá y los departamentos de Risaralda y Quindío.

El mapa de drenajes (Figura 7) permite analizar la red hidrográfica del municipio y las distancias entre drenajes; se controlará que las áreas con alta densidad de drenajes tengan una mayor capacidad de evacuación del agua. En contraste, las zonas donde los drenajes son escasos o distantes presentan una mayor probabilidad de acumulación de agua, especialmente en terrenos planos. Las zonas bajas (representadas en azul) actúan como puntos críticos en el análisis del riesgo de inundación. Identificar estos patrones es clave para la planificación de medidas de mitigación, como la construcción de canales de drenaje adicionales o la implementación de estrategias de gestión del agua pluvial.

## Recomendaciones

Desde la perspectiva de la agronomía y la zootecnia, se recomienda emplear Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar y mapear las zonas más vulnerables a inundaciones, con el fin de diseñar estrategias integradas que protejan cultivos y animales; en agronomía, esto incluye la implementación de barreras naturales como cultivos de cobertura y sistemas agroforestales en áreas de alto riesgo, así como la planificación del uso del suelo para evitar cultivos en zonas propensas a inundaciones, priorizando aquellas de riesgo bajo o medio, desde la zootecnia, se sugiere reubicar instalaciones pecuarias en áreas seguras identificadas mediante SIG, además de desarrollar sistemas de drenaje en pastizales para reducir la acumulación de agua y garantizar el bienestar animal, estas acciones, basadas en el análisis espacial, no solo minimizan los impactos de las inundaciones, sino que también optimizan la resiliencia del sistema agropecuario frente a eventos climáticos extremos

Las tierras en zonas muy lluviosas como en el municipio de Cartago Valle los suelos tienden a sufrir degradaciones físicas, química y biológica y su explotación mediante procesos de agricultura tradicional puede ahondar esta problemática, así como la aceleración del

cambio climático el cual trae serias problemáticas para la producción agrícola. Se recomienda el uso de abonos orgánicos ya que es crucial para mantener y mejorar la capacidad productiva de los suelos.

## Referencias bibliográficas

Canal 1. (2022, 8 de marzo). *Drama total en Cartago: Desbordamiento de río dejó a más de 1.500 familias damnificadas.*

Ciudad Región. (2024, 28 de mayo). *Fuerte aguacero causa estragos en Cartago: vías inundadas, cortes de energía y árboles caídos.*

La Nación. (2024). *Instituto Meteorológico explica el fenómeno ocurrido.*

Municipio de Cartago. (2023). *Procedimiento de identificación y análisis del riesgo.*

Gobernación del Valle del Cauca. (2021). *Plan de gestión del riesgo de desastres en el Valle del Cauca.*

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Atlas geográfico del Valle del Cauca.* IGAC.

Esri. (2023). *Análisis de pendientes en ArcGIS Pro.*

- Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres – PMGRD Cartago. (2022). *Identificación de zonas vulnerables a inundaciones*. Alcaldía de Cartago.
- Sosa-Franco, I., Pérez-Guerra, G., Machado-García, N., & Pérez, M. E. R. (2023). Método para el procesamiento de consultas en un Sistema de Información Geográfica. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(2).
- Hydrográficas con herramientas SIG. *Revista de Ingeniería Civil*, 28(2), 88-97.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. Ley 1523 de 2012. Política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (sf). Gestión del riesgo de desastres.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2021). *Cartografía temática para la gestión del riesgo de inundaciones*. IGAC. Recuperado de <https://www.igac.gov.co>
- IDEAM. (2023). *Atlas de precipitación y análisis climatológico de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado de <https://www.ideam.gov.co>
- López, R., & González, P. (2022). Evaluación de riesgos de inundación mediante SIG y análisis de drenaje en zonas planas. *Revista Colombiana de Geografía*, 31(2), 78-95. <https://doi.org/10.15446/rcg.v31n2.91901>
- Pérez, M. F., & Vargas, L. J. (2021). Relación entre precipitación extrema y desbordamiento de cuerpos de agua en el Valle del Cauca. *Cuadernos de Geomática y Riesgo*, 18(1), 120-137.
- Rojas, J., & Sánchez, C. (2020). Análisis de la distancia entre drenajes y vulnerabilidad a inundaciones en municipios del suroccidente colombiano. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 25(3), 55-72. <https://doi.org/10.18273/revia.v25n3-202003>
- Cardona, O. D., & Bernal, G. (2020). Aplicación de SIG en la estimación del riesgo de inundaciones en zonas urbanas y rurales. *Revista Gestión del Riesgo y Desastres*, 10(2), 30-48.
- Velásquez, H. M., & Torres, J. (2019). Modelación hidrológica y análisis de precipitaciones extremas en el Valle del Cauca

utilizando herramientas GIS. *Boletín de Ciencias Ambientales*, 12(4), 89-105.

**Enlace de sustentación:**

**<https://youtu.be/4KzA719fInE>**