

## **Análisis de Vulnerabilidad a Inundaciones integrando los datos hidrológicos y herramientas de sistema de información geográfico S.I.G para una Gestión efectiva del riesgo en el municipio de Gachalá, Cundinamarca, Colombia.**

Jhony Linares Guzmán, [jalinaresg@unadvirtual.edu.co](mailto:jalinaresg@unadvirtual.edu.co)

Harold Eduardo Romero Garcia, [heromerog@unadvirtual.edu.co](mailto:heromerog@unadvirtual.edu.co)

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

### **Resumen**

Este artículo presenta un análisis de la vulnerabilidad a inundaciones en el municipio de Gachalá, con el objetivo de identificar áreas de riesgo y proponer estrategias de gestión. Se empleó una metodología que integra datos hidrológicos y técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para evaluar los factores que contribuyen a las inundaciones en la región. A través del análisis espacial, se identificaron zonas críticas donde el riesgo es más alto, considerando variables como la topografía, el uso del suelo y el comportamiento histórico de las lluvias. Los resultados revelan que ciertas áreas urbanas y rurales están especialmente expuestas a inundaciones, lo que subraya la necesidad de implementar políticas de prevención y mitigación. Este estudio proporciona una base sólida para la planificación urbana y la gestión del riesgo en Gachalá, promoviendo una mejor preparación ante eventos climáticos extremos.

*Palabras claves:* mínimo tres. Análisis hidrológico, Vulnerabilidad a inundaciones, Gestión del riesgo

### **Introducción**

Las inundaciones representan uno de los fenómenos naturales más devastadores, causando pérdidas significativas en vidas humanas y daños a la infraestructura y el medio ambiente. En Colombia, la geografía variada y el clima tropical hacen que muchas regiones, incluido el municipio de Gachalá, sean vulnerables a estos eventos. Según el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), las inundaciones han sido responsables de un alto porcentaje de las emergencias reportadas en el país en los últimos

años (Ministerio del Interior, 2020). Estas situaciones han llevado a la implementación de diversas políticas y estrategias tanto a nivel nacional como local para mitigar sus efectos, como el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana y la planificación urbana sostenible.

A pesar de estos esfuerzos, muchas comunidades siguen expuestas a riesgos significativos debido a la falta de información detallada sobre sus vulnerabilidades específicas. La integración de datos hidrológicos y análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) se

presenta como una herramienta esencial para evaluar y gestionar estos riesgos. Este estudio tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad a inundaciones en Gachalá, identificando áreas críticas y proponiendo medidas efectivas para mejorar la preparación y respuesta ante desastres.

### **Objetivos**

Analizar la Vulnerabilidad a Inundaciones integrando los datos hidrológicos y herramientas de sistema de información geográfico S.I.G para una Gestión efectiva del riesgo en el municipio de Guachala, Cundinamarca,

### **Objetivos específicos**

Evaluar la vulnerabilidad a inundaciones en el municipio de Gachalá mediante la integración de datos hidrológicos y análisis espacial a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de proponer estrategias efectivas de gestión del riesgo.

Revizar los patrones históricos de precipitación y su relación con las inundaciones en la región, utilizando datos hidrológicos para comprender mejor los riesgos asociados.

Proponer medidas de mitigación y recomendaciones de gestión del riesgo basadas en los hallazgos del análisis, que contribuyan a la planificación urbana y a la preparación ante desastres en Gachalá.

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

El municipio de Gachalá, situado en el departamento de Cundinamarca, Colombia, es

una localidad que se distingue por su topografía montañosa y su clima tropical. Con una altitud que varía entre 2,400 y 2,600 metros sobre el nivel del mar, Gachalá presenta un ecosistema diverso que incluye áreas agrícolas y zonas urbanas. La población del municipio es de aproximadamente 4,000 habitantes, según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2021), quienes dependen en gran medida de actividades agrícolas como la producción de café y hortalizas.

En términos climáticos, Gachalá experimenta un clima templado con temperaturas promedio que oscilan entre los 12 °C y 20 °C. El mes de mayo es particularmente significativo por ser uno de los períodos más lluviosos del año. Durante mayo, las precipitaciones pueden superar los 200 mm, lo que representa un incremento considerable en comparación con otros meses (IDEAM, 2022). Estas lluvias intensas a menudo provocan inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra, lo que resalta la vulnerabilidad del municipio ante fenómenos climáticos extremos.

Además, estudios previos realizados por instituciones académicas han evidenciado la necesidad de implementar medidas efectivas para gestionar el riesgo de inundaciones en Gachalá. Por ejemplo, la investigación realizada por la Universidad Nacional (2020) destaca que la falta de infraestructura adecuada para el drenaje pluvial agrava el impacto de las lluvias intensas en la comunidad.

La combinación de estas características geográficas y climáticas hace que Gachalá sea un caso relevante para el análisis de la vulnerabilidad a inundaciones y la implementación de estrategias efectivas de gestión del riesgo

## Metodología

Para nuestro caso estudio observaremos la vulnerabilidad de todas las inundaciones de nuestro municipio de residencia que es Gachalá, el cual se empleó un análisis multicriterio de toda la zona, el cual este enfoque nos va a permitir observar y evaluar todos los factores que contribuyen en la superficie de las posibles inundaciones a resultado de las precipitaciones, donde integramos datos espaciales y otros atributos muy relevantes para poder obtener un mapa con resultados del tipo de riesgo y categorizarlos, donde a continuación mostraremos a detalle cada uno de los procesos que realizamos en un orden específico

### 1. Recolección de Datos

en la recopilación de todos los datos importantes sobre el municipio en el cual incluimos los siguientes datos.

- Datos geográficos: son todos aquellos datos que nos permiten observar la topografía del suelo y todas las características que tiene nuestro terreno
- Datos hidrológicos: es aquella información que nos da la precipitación, el caudal de las cuencas hidrográficas como son ríos y quebradas, y todos aquellos antecedentes a las inundaciones.
- Datos demográficos: son todos aquellos que podemos tener resultado de distribución poblacional y todos los asentamientos humanos (IGAC 2024)

### 2. Análisis Espacial

Con todos los datos recopilados, utilizamos un sistema de información geográfica, llamado ArcGIS pro, el cual nos ayuda a crear las capas de nuestro mapa temático que pudimos diferenciar todos los criterios que contribuyen a esta vulnerabilidad en el caso de las inundaciones, estas capas que utilizamos o que realizamos son:

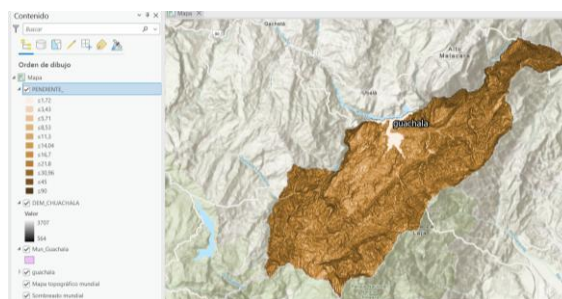
- la de uso del suelo o cobertura en la tierra
- las dependientes
- la de precipitaciones
- la de los dem de los municipios

### 3. Criterios de Reclasificación

Los criterios que utilizamos para la reclasificación para obtener dichos datos para el análisis de la información fueron.

- Pendiente del terreno: esta se clasifico entre los rangos de (Baja, muy baja, media, alta y muy alta).

*Figura 1: En el mapa anterior podemos apreciar mapa de pendientes del municipio de Gachalá*

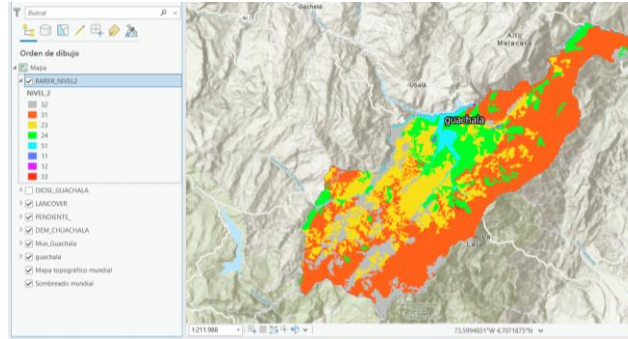


Fuente: Autoría propia, 2024

- Uso del suelo, cobertura del suelo: son las áreas agrícolas y urbanas, rurales, donde las

clasificamos como muy susceptibles a todas las inundaciones en la región.

Figura 2: En la imagen anterior apreciamos la reclasificación de cobertura del suelo del municipio de Gachalá.

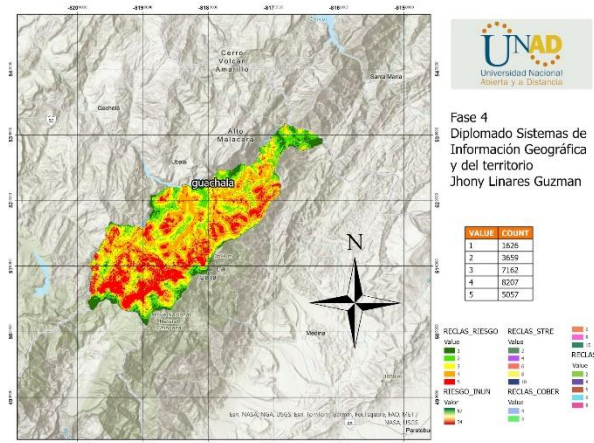


Fuente: Autoría propia, 2024

#### 4. Suma Ponderada

En esta suma ponderada es la asignación de todos los datos de la reclasificación de todos los dem del municipio de Gachalá (Mendoza & Martins, 2006; Malczewski, 1999).

figura 3: En la imagen anterior podemos observar la suma ponderada de la clasificación de riesgo de nuestro municipio.



Fuente: Autoría propia, 2024

#### 5. Análisis Multicriterio

Aplicamos el análisis multicriterio para poder combinar y reclasificar todas las capas temáticas de nuestra región

#### 6. Validación y Resultados

Verificamos los datos obtenidos de la clasificación del riego con el multicriterio del ArcGIS pro para poder obtener dicha información y observar donde presentamos estos tipos de inundaciones según sus clasificaciones

### Resultados

#### 1. Análisis de Datos y Resultados Representativos

Los resultados se obtuvieron tras aplicar la metodología de Análisis Multicriterio. Se generó un mapa de riesgo que clasifica las áreas del municipio en función de su vulnerabilidad a inundaciones. A continuación, se presentan los hallazgos clave:

#### - Clasificación Cualitativa del Riesgo:

Riesgo muy alto: 19%, podemos ver las zonas muy bajas en zonas extremas

- Alto Riesgo: 32% del área total (principalmente en las zonas bajas cercanas a ríos)

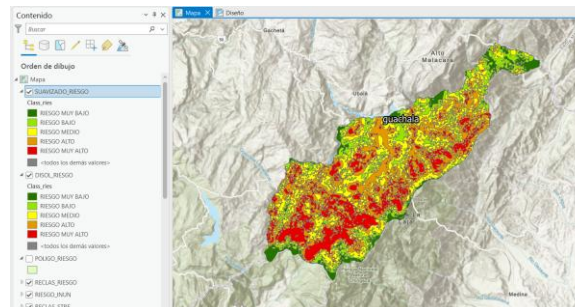
- Riesgo Medio: 28% del área total (incluye áreas urbanas y agrícolas)

- Bajo Riesgo: 19% del área total (predominantemente en zonas elevadas)

- Muy bajo riesgo: 2%, podemos apreciar que es una baja población en muy bajo riesgo



figura 4: En la imagen anterior podemos ver el mapa de clasificación de riesgo del municipio de Gachalá.



Fuente: Autoría propia, 2024

Grafica 1: En la gráfica anterior podemos observar los porcentajes de las clasificaciones de riesgo, Autoría Propia 2024

## 2. Mapa de Riesgo

En el mapa (disponible en formato vectorial), se visualizan las áreas clasificadas según su nivel de riesgo:

- Áreas de Muy Alto Riesgo: Se identifican con un color rojo intenso.

- Áreas de Alto riesgo: Se identifican con color rojo pálido

- Áreas de Riesgo Medio: Se muestran en amarillo.

- Áreas de Bajo Riesgo: Se representan en verde pálido

- Ares de Muy Bajo Riesgo: Se representan con el color verde oscuro.

## Conclusiones

El análisis del riesgo de inundaciones en Gachalá ha revelado la vulnerabilidad crítica de áreas como San José y La Loma, donde la alta densidad poblacional y las prácticas agrícolas intensivas aumentan el riesgo de inundaciones. La ausencia de un sistema de drenaje adecuado se ha identificado como un factor clave que contribuye a la magnitud del problema, especialmente durante eventos climáticos extremos. Los resultados obtenidos a través de encuestas comunitarias y el análisis histórico han confirmado que estos barrios enfrentan una amenaza real y creciente, lo que subraya la necesidad urgente de implementar medidas efectivas para mitigar el impacto de las inundaciones. Este enfoque ha permitido una comprensión profunda de la situación actual, proporcionando información valiosa para la formulación de políticas públicas.

El método utilizado para recolectar y analizar datos ha demostrado ser pertinente y eficaz, asegurando resultados veraces que reflejan las realidades concretas de la comunidad. Sin embargo, es crucial reconocer las limitaciones

del estudio; los hallazgos son específicos al contexto de Gachalá y no deben generalizarse a otras regiones sin considerar sus particularidades. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios continuos que evalúen el impacto de las medidas implementadas y que incorporen nuevas tecnologías para el monitoreo del riesgo, fortaleciendo así la resiliencia local frente a desastres naturales.

### **Recomendaciones**

Dentro de mi campo laboral puedo dar las siguientes perspectivas

1. Implementación de Prácticas de Agricultura Sostenible: Fomentar técnicas de cultivo que minimicen la erosión del suelo y reduzcan el uso de agroquímicos, como la agricultura orgánica y la rotación de cultivos. Estas prácticas no solo mejoran la salud del suelo, sino que también contribuyen a la conservación del agua y a la biodiversidad local.

2. Creación de Zonas de Protección Ecológica: Establecer áreas protegidas alrededor de cuerpos de agua y zonas vulnerables a inundaciones. Estas zonas pueden servir como amortiguadores naturales que regulen el flujo del agua y reduzcan el riesgo de inundaciones, además de preservar los ecosistemas locales.

3. Capacitación y Concienciación Comunitaria: Desarrollar programas de capacitación para agricultores y la comunidad en general sobre técnicas agroambientales sostenibles. Incluir talleres sobre gestión del agua, conservación

del suelo y adaptación al cambio climático para empoderar a los habitantes en la toma de decisiones informadas.

4. Mejoramiento de Infraestructura Hidráulica: Invertir en sistemas de drenaje adecuados que gestionen eficientemente las aguas pluviales, evitando inundaciones en áreas agrícolas y residenciales. Esto incluye la construcción de canales, zanjas y otras estructuras que faciliten el flujo del agua durante eventos extremos.

5. Fomento de Cultivos Resilientes al Clima: Promover el uso de variedades de cultivos adaptadas a condiciones climáticas cambiantes, que sean más resistentes a sequías e inundaciones. Esto ayudará a garantizar la seguridad alimentaria y a mantener los ingresos de los agricultores ante variaciones climáticas.

6. Monitoreo y Evaluación Continua: Establecer un sistema de monitoreo ambiental que evalúe regularmente las condiciones agroambientales del territorio. Esto permitirá ajustar las estrategias implementadas según sea necesario y garantizar una gestión adaptativa del territorio.

7. Colaboración Interinstitucional: Fomentar alianzas entre diferentes entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales para coordinar esfuerzos en la implementación de políticas agroambientales efectivas y sostenibles.

Estas recomendaciones buscan no solo mejorar el ordenamiento agroambiental en Gachalá, sino también promover un desarrollo sostenible que beneficie tanto a la comunidad como al entorno natural.

## Referencias bibliográficas

Cabeza García, Pedro Manuel, Razo Cajas, Edgar Fernando, & Cajas Carrión, Ricardo Fernando. (2022). Caracterización de las PYMES del distrito metropolitano de Quito, mediante el sistema de Georeferenciación ArcGIS pro. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 280-290. Epub 02 de abril de 2022.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000200280&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200280&lng=es&tlng=pt).

Espinoza-Ramírez, Abraham, Nakano, Mariko, Sánchez-Pérez, Gabriel, & Arista-Jalife, Antonio. (2018). Sistemas de Información Geográfica y su Análisis Aplicado en Zonas de Delincuencia en la Ciudad de México. *Información tecnológica*, 29(5), 235-244. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500235>

Maddio, Rafael Adrián, Dufilho, Ana Cecilia, & Gandini, Marcelo Luciano. (2023). Estimación de la recarga potencial de agua subterránea de un acuífero mediante teledetección y sistemas de información geográfica. *Revista de geología aplicada a la ingeniería y al ambiente*, (50), 67-80. <https://dx.doi.org/10.59069/24225703e006>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems of Risk*. Londres, Earthscan/Roma, FAO. [www.fao.org/nr/solaw/solaw-home/en/](http://www.fao.org/nr/solaw/solaw-home/en/).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Santiago de Chile. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/292283/>

FEDY (Fundación Empresarial para el Desarrollo de Yumbo). (2015). *Lineamientos para adelantar la revisión ordinaria de contenidos de largo plazo del PBOT de Yumbo. Productos 1 y 2 diagnóstico operativo del territorio & revisión y evaluación del PBOT de Yumbo*. <https://yumbo.gov.co/PlanDeOrdenamientoTerritorial/DOCUMENTOS%20POT/DIAGNOSTICO%20YUMBO%20POT.pdf>

Google Earth. (s. f.) Google Earth. (s. f.). *Zona de estudio de la quebrada la Olga con Google Earth*. <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Hernández Caballero, A. N., y Silva Herrera, Á. M. (2019). *Formulación de estrategias para la gestión de la microcuenca Quebrada Mancilla a partir del cálculo del balance hídrico y el caudal ecológico en Facatativá, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca].

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2687/FORMULACION%20DE%20ESTRATEGIAS%20PARA%20LA%20GESTION%20DE%20LA%20MICROCUENCA%20QUEBRADA%20MANCILLA%20A%20PARTIR%20DEL%20C%28%20LC2.pdf?sequence=1>

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2016). 3er Censo Nacional Agropecuario. Resultados. Tomo 2. (p. 719). <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Departamento de Gestión Ambiental. (2009). Glosario de términos ambientales. Municipalidad de San José. (p. 7). [https://kipdf.com/glosario-de-terminosambientales\\_5ab6773f1723dd429c75f35b.html](https://kipdf.com/glosario-de-terminosambientales_5ab6773f1723dd429c75f35b.html)

Ospina Parra, Carlos Eduardo, Martínez Medrano, Juan Carlos, Contreras Valencia, Katia, & Tautiva Merchan, Luz Andrea. (2020). Análisis socioeconómico del cultivo de fríjol en Cundinamarca (Colombia), para la identificación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL). *RIVAR (Santiago)*, 7(21), 13-32. <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4622>

Pérez Rodríguez, César Arturo, Palacios García, Yenny Maritza, & Herrera Estrada, Juan Carlos. (2022). A precipitation analysis for predictive rain model in Zipaquirá,

Cundinamarca. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 266-272. Epub 02 de abril de 2022. Recuperado en 17 de diciembre de 2024, de

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000200266&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200266&lng=es&tlng=en).

Tofiño Rivera Adriana P, Ortega Cuadros Mailen, Pedraza Claros Bertilda, Perdomo Ayola Sandra C, Moya Romero Diana Carolina. Efectividad de Beauveria bassiana (Baubassil®) sobre la garrapata común del ganado bovino Rhipicephalus microplus en el Departamento de la Guajira, Colombia. *Rev. argent. microbiol.* [Internet]. 2018 Dic [citado 2024 Dic 17] ; 50( 4 ): 426-430. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-75412018000400014&lng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412018000400014&lng=es). <https://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2017.10.005>.

González Camila, Cabrera Olga L., Munstermann Leonard E., Ferro Cristina. Distribución de los vectores de Leishmania infantum (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en Colombia. *Biomédica* [Internet]. 2006 Oct [cited 2024 Dec 17] ; 26( Suppl 1 ): 64-72. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-41572006000500009&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572006000500009&lng=en).

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/6GUYmPzIYHU>