

## **EVALUAR EL RIESGO DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS GEOESPACIAL**

Autores:

Jeisson Steven Cárdenas Urrea, [jscardenasu@unadvirtual.edu.co](mailto:jscardenasu@unadvirtual.edu.co)  
Jeisson Florentino Aguirre Mariño, [jfaguirrem@unadvirtual.edu.co](mailto:jfaguirrem@unadvirtual.edu.co)

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa

### **Resumen**

Este estudio analiza el riesgo de inundación en el municipio de Puerto Gaitán, Meta, utilizando un enfoque de análisis multicriterio. Se detallan los objetivos del estudio, la metodología empleada y los resultados más relevantes. El objetivo principal es identificar las áreas más vulnerables a inundaciones, utilizando herramientas de ArcGIS para la visualización y análisis de datos geoespaciales. Los resultados muestran una clara distribución del riesgo, con áreas críticas que requieren atención inmediata. Este resumen proporciona una visión general que permite al lector evaluar el interés en el contenido completo del estudio.

El presente análisis aborda la identificación del riesgo por inundación, estimando que podría ocasionar daños en el sector agropecuario y de infraestructura, amenazando seriamente el bienestar y modo de vida de los agricultores y productores de una región, en especial aquellos que desarrollan su actividad en una zona de alto riesgo por inundación. Por tanto, en este documento se analiza de manera específica, en términos de precipitaciones e impactos de posible variabilidad climática recurrentes a nivel municipio, los cambios observados y esperados con la identificación y clasificación del riesgo por inundación, evaluando la gestión del riesgo que se puede presentar para el ordenamiento territorial conociéndose el nivel de riesgo.

**Palabras clave:** ArcGIS, Puerto Gaitán, Riesgo de Inundación.

### **Introducción**

El municipio de Puerto Gaitán, Meta, enfrenta riesgos significativos de inundación debido a su ubicación geográfica y a las variaciones climáticas. Este trabajo se centra en la necesidad de comprender los factores que contribuyen a estos riesgos, así como las medidas de mitigación implementadas a nivel local y nacional. De esta manera, se revisan estudios previos que abordan los impactos de las inundaciones

en el territorio, destacando la importancia de una adecuada gestión del riesgo. Para lo cual, se evalúa el riesgo de inundación en el municipio de Puerto Gaitán mediante el uso de herramientas de análisis geoespacial.

Por tanto, se establece el problema de estudio, sus alcances y la relevancia de las referencias bibliográficas consultadas.

### **Objetivos**

#### **General**

Evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Puerto Gaitán mediante el uso de herramientas de análisis geoespacial.

#### **Específicos**

Identificar las áreas con mayor vulnerabilidad a inundaciones en el municipio de Puerto Gaitán.

Analizar la relación entre las características climáticas y el riesgo de inundación en el en el municipio Puerto Gaitán.

Proponer recomendaciones para la gestión del riesgo en el municipio de Puerto Gaitán.

## Identificación del caso de estudio

### Ubicación Geográfica

Puerto Gaitán es un municipio situado en el departamento del Meta, Colombia. Se encuentra en la región de la Orinoquía, caracterizada por su vasta llanura y su riqueza en recursos naturales. La ubicación geográfica de Puerto Gaitán lo convierte en un punto estratégico para el desarrollo económico y social de la región (IDEAM, 2021).

### Clima

El clima de Puerto Gaitán es tropical, con temperaturas promedio que oscilan entre los 24°C y 30°C. La región presenta una marcada estacionalidad, con una temporada de lluvias que se extiende principalmente entre marzo y noviembre. Durante el mes de marzo, se registran precipitaciones significativas, lo que aumenta el riesgo de inundaciones. Este patrón climático es crucial para entender la vulnerabilidad del municipio a eventos extremos.

### Hidrografía

El sistema hidrográfico del municipio de Puerto Gaitán, es bastante diversificado. Los procesos que han actuado sobre diferentes formas fisiográficas del área definen un sistema netamente dentífrico; los caños, después de un corto recorrido se unen para formar los principales ríos, de la región entre los cuales se pueden encontrar: Manacacias, Meta, Yucao, Muco, Guarújo, Tigre, Planas, Uva. Itiviare y Tillavá.

La tala irracional de árboles y bosques sin la debida reforestación, el comercio ilegal y

proliferado de especies animales y ornamentales y la costumbre tradicional de realizar quemas en la sabana, son atentados que repercuten directamente y a corto plazo en el ecosistema y el deterioro del medio ambiente, puesto que, se atenta contra la fauna y la flora, disminuyendo el caudal de los ríos y haciendo que la capa vegetal se torne árida e infértil.

### Figura 1

*Municipio de Puerto Gaitán, Meta*



Fuente. *Autoría propia, 2024*

### Metodología

En el presente documento la metodología usada pone en contexto los pasos del geoproceto generado para la identificación de los puntos críticos en el municipio de Puerto Gaitán con el menor y el mayor riesgo de inundación, creándose así un mapa detallado de las zonas críticas que se podrían considerar, demarcados así con diferentes colores para la plena identificación de cada categoría de riesgo, por lo que finalmente este diseño de mapa servirá como guía para la planificación y ordenamiento territorial del municipio.

El análisis de riesgo por inundación es un método utilizado en la conversión de los SIG para identificar y mitigar riesgos asociado con inundaciones en el cual se desarrolla en los siguientes pasos: recolección de datos, creación de capa de datos, modelado hidrológico, análisis de vulnerabilidad, simulación de escenarios, evaluación de impacto y planificación, donde se desarrolló siguiendo los pasos de transformar la capa de Ráster a

polígono, donde se clasifico el riesgo con 5 colores, siendo el riesgo muy alto clasificado con un color rojo, riesgo alto con un color naranja, riesgo medio con un color amarillo, riesgo bajo con un color verde claro y riesgo muy bajo con un color verde oscuro.

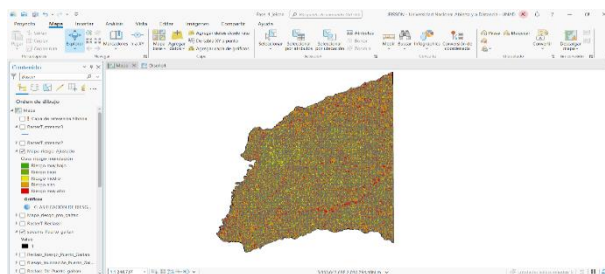
**Figura 2**  
*Diagrama de mapa de riesgo de inundación*



Fuente. *Autoría propia, 2024*

**Transformación de datos:** Se utilizó la herramienta "De Ráster a polígono" en ArcGIS para convertir la capa de análisis multicriterio en una capa vectorial. Posteriormente, se aplicó el geoproceso de dissolve para simplificar la representación de datos, agrupando polígonos según su clasificación de riesgo. Esta capa de análisis multicriterio fue la obtenida de la fase anterior sobre el municipio de Puerto Gaitán la cual se usó para el desarrollo de esta fase final.

**Figura 3**  
*Capa Ráster a capa vectorial*

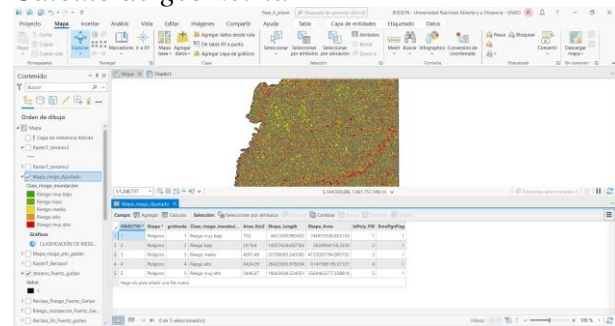


Fuente. *Autoría propia, 2024*

**Cálculo de geometría:** En la tabla de atributos de la capa vectorial, se agregó dos columnas denominadas “Clasificación de riesgo de inundación” y otra denominada “Área”, donde se calculó la extensión de cada polígono en

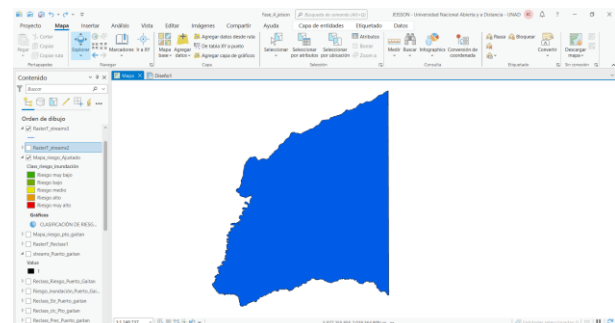
kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>). Se utilizó la herramienta de conversión de ArcGIS pro, para convertir la capa de análisis multicriterio en una capa vectorial, posteriormente, se aplicó el geoproceso de dissolve para simplificar la representación de datos, agrupando polígonos según su clasificación de riesgo, esta capa de análisis multicriterio mencionada fue la obtenida de la fase anterior sobre el municipio de Puerto Gaitán la cual se usó para el desarrollo de esta fase final para la reclasificación del riesgo por inundación. Este paso permitió obtener una visión precisa de la distribución espacial de las áreas afectadas por diferentes niveles de riesgo. En este paso cuando se agregó la columna de área y la columna para las clases de riesgo, se crearon las 5 clases de riesgo con sus respectivos colores y luego se hizo el cálculo de la geometría generándose así finalmente la geometría en kilómetros cuadrados como resultado para cada clase de riesgo.

**Figura 4**  
*Cálculo de geometría*



Fuente. *Autoría propia, 2024*

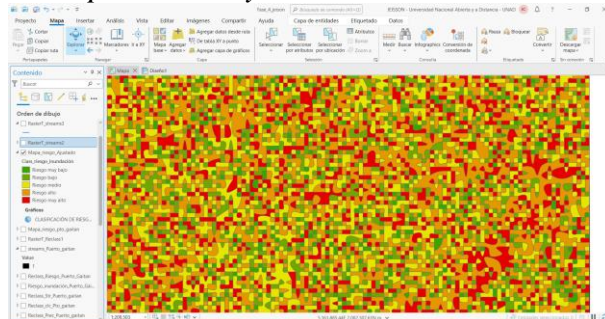
**Figura 5**  
*Mapa riesgo por inundación en formato*



Fuente. Autoría propia, 2024

**Figura 6**

*Mapa de riesgo por inundación y su correspondiente leyenda*



Fuente. Autoría propia, 2024

**Clasificación cualitativa del riesgo:** Se categorizó cada área en niveles de riesgo (alto, medio, bajo) con base en criterios definidos en una tabla de clasificación cualitativa.

**Análisis de resultados:** Se generaron gráficos y tablas para identificar áreas críticas, cuantificar impactos y comparar categorías de riesgo en términos de distribución espacial y posibles efectos en comunidades e infraestructura.

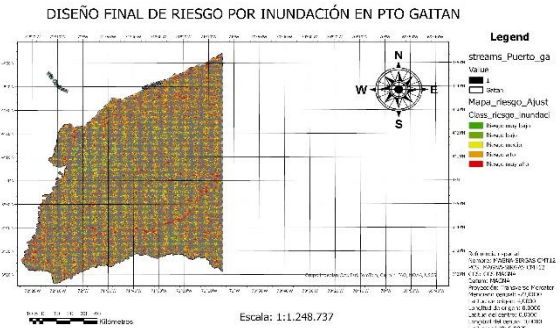
**Resultados**

El análisis realizado en Puerto Gaitán, Meta, permitió clasificar el territorio en tres categorías principales de riesgo: alto, medio y bajo. Estos rankings se obtuvieron mediante la integración de variables geográficas y climáticas, lo que facilitó una representación espacial detallada de la vulnerabilidad en el municipio.

**Diseño del mapa final:** Se ajustó la simbología de las capas vectoriales para representar claramente las zonas de riesgo, utilizando colores diferenciados que facilitan la interpretación visual del mapa.

**Figura 7**

*Mapa riesgo por inundación en formato vectorial del municipio de Puerto Gaitán meta.*



Fuente. Autoría propia, 2024

El análisis permitió clasificar el territorio en tres categorías principales de riesgo: **alto, medio y bajo**, a partir de la integración de variables geográficas y climáticas, facilitando una representación espacial detallada de la vulnerabilidad.

**Mapas de Riesgo de Inundación**

**Mapas Generados:**

Los mapas producidos a partir del análisis multicriterio muestran una clara distribución del riesgo de inundación en Puerto Gaitán. Las áreas clasificadas como de alto riesgo incluyen barrios periféricos y zonas agrícolas críticas.

**Tabla 1**

*Clasificación de riesgo por inundación y porcentajes de riesgo*

Gridcole	Class riesgo inundación	% de riesgo
1	Riesgo Alto	30%
2	Riesgo Moderado	40%
3	Riesgo Bajo	30%

Fuente. Autoría propia, 2024

**4. Impacto Potencial en la Comunidad**

**Consecuencias Económicas:**

Se estima que las inundaciones podrían causar pérdidas económicas significativas en la

agricultura, afectando hasta un 40% de la producción en las zonas más vulnerables.

**Desplazamiento de Poblaciones:**

Las áreas de alto riesgo podrían experimentar desplazamientos temporales de familias, lo que afectaría la cohesión social y la seguridad alimentaria.

Los resultados del estudio indican que este municipio enfrenta un riesgo considerable de inundaciones, especialmente durante el mes de marzo. La combinación de datos de precipitación, análisis geoespacial y la identificación de áreas vulnerables permite desarrollar estrategias efectivas para la gestión del riesgo. La implementación de medidas de mitigación basadas en estos hallazgos es crucial para proteger a la población y minimizar el impacto de futuros eventos de inundación.

**Tabla 2**  
*Clasificación de riesgo por inundación, áreas en km2 y porcentajes de riesgo*

gridcode	Class_riesgo_inundación	Area_Km2
1	Riesgo muy bajo	702,999071
2	Riesgo bajo	2519,40381
3	Riesgo medio	4091,47864
4	Riesgo alto	6424,39124
5	Riesgo muy alto	3446,07162

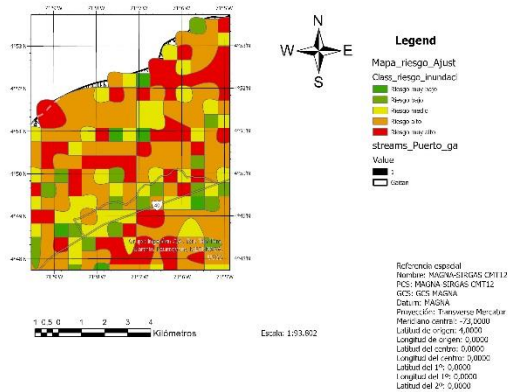
Fuente. *Autoría propia, 2024*

**Figura 8**  
*Gráfica de la clasificación de riesgo por inundación*



Fuente. *Autoría propia, 2024*

**Figura 9**  
*Mapa temático de Riesgo por inundación*



Fuente. *Autoría propia, 2024*

**Conclusiones**

El estudio sobre el riesgo de inundación en Puerto Gaitán, Meta, revela una situación crítica que requiere atención urgente y planificación estratégica. A través de un análisis geoespacial detallado y la evaluación de datos climáticos, se ha podido identificar áreas vulnerables y caracterizar el impacto potencial de las inundaciones en la comunidad. A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes:

- Riesgo alto:** Cerca del 30% del territorio municipal, principalmente cerca del río Meta, se encuentra una importante exposición a inundaciones lo que ocasiona un alto riesgo de vulnerabilidad sobre ciertas zonas del municipio.
- Riesgo moderado:** Cerca del 40% del municipio presenta un riesgo medio, debido a zonas donde se encuentra un drenaje irregular y pendientes poco prolongadas que favorecen el estancamiento de agua durante lluvias intensas.
- Riesgo bajo:** Cerca del 30% restante de las áreas del municipio comprenden un riesgo bajo, principalmente en zonas alejadas de los afluentes principales y lagunas con topografía

más elevada, que presentan un menor riesgo de inundación.

### **Vulnerabilidad Alta y Aumento de Eventos Climáticos Extremos**

La identificación de zonas de alto riesgo, especialmente aquellas cercanas al río Meta y en áreas agrícolas, destaca la vulnerabilidad inherente de Puerto Gaitán a inundaciones. El aumento en la frecuencia e intensidad de las lluvias, particularmente en marzo, sugiere que los eventos climáticos extremos están en aumento, lo que podría exacerbar la situación en el futuro. Este patrón requiere que las autoridades locales y regionales implementen medidas preventivas y de gestión del riesgo.

### **Impacto Socioeconómico Significativo**

Las inundaciones no solo representan un riesgo ambiental, sino que también tienen implicaciones socioeconómicas profundas. Las pérdidas económicas proyectadas en la agricultura podrían afectar la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las familias dependientes de esta actividad. La posibilidad de desplazamiento temporal de poblaciones resalta la necesidad de desarrollar políticas que no solo aborden la infraestructura física, sino que también consideren el bienestar social y la cohesión comunitaria.

### **Educación y Concienciación Comunitaria**

La concienciación de la población sobre los riesgos de inundación y las medidas de prevención es esencial. Programas de educación comunitaria pueden empoderar a los ciudadanos para que tomen decisiones informadas y participen en la gestión del riesgo. La colaboración entre el gobierno local, organizaciones no gubernamentales y la comunidad es fundamental para crear una cultura de resiliencia.

### **Monitoreo y Evaluación Continua**

Finalmente, es crucial establecer un sistema de monitoreo continuo que permita la

recolección de datos sobre precipitaciones y niveles de ríos. Esto facilitará la identificación temprana de riesgos y la implementación de respuestas adecuadas. La evaluación periódica de las estrategias de gestión del riesgo es necesaria para adaptarse a los cambios climáticos y socioeconómicos que puedan surgir.

En resumen, el riesgo de inundación en Puerto Gaitán es un desafío significativo que requiere un enfoque proactivo y colaborativo para proteger la vida, los medios de subsistencia y el entorno natural de la región. La implementación de las recomendaciones derivadas de este estudio puede contribuir a construir una comunidad más resiliente ante los efectos del cambio climático y los eventos extremos.

### **Recomendaciones**

El estudio concluye que la gestión del riesgo de inundación en Puerto Gaitán debe ser un esfuerzo conjunto que involucre a diversas partes interesadas. Se recomienda:

1. **Educación y Conciencia Comunitaria:** Implementar programas de educación y sensibilización sobre el riesgo de inundaciones, informando a la comunidad sobre las medidas de prevención y respuesta ante emergencias.
2. **Infraestructura de Mitigación:** Desarrollar infraestructura adecuada, como drenajes y diques, en las áreas identificadas con riesgo alto y muy alto. Esto ayudará a reducir el impacto de las inundaciones en las comunidades.
3. **Monitoreo Continuo:** Establecer un sistema de monitoreo continuo de los niveles de precipitación y el estado de los cuerpos de agua en la región. Esto permitirá anticipar situaciones de riesgo y tomar medidas preventivas.

4. **Actualización de Datos:** Realizar estudios periódicos para actualizar la información sobre el riesgo de inundación y ajustar las estrategias de gestión de acuerdo con los cambios climáticos y territoriales.

5. **Colaboración Interinstitucional:** Fomentar la colaboración entre entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y la comunidad para implementar acciones efectivas de gestión del riesgo.

#### 6. Necesidad de Infraestructura y Planificación Urbana

resultados del estudio subrayan la importancia de invertir en infraestructura adecuada para el manejo de aguas pluviales. La construcción de sistemas de drenaje eficientes y la restauración de ecosistemas naturales que actúan como esponjas (como humedales) son medidas cruciales para mitigar el riesgo de inundaciones. Además, la planificación urbana debe considerar la zonificación adecuada para evitar el desarrollo en áreas de alto riesgo.

#### Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/XezCUZAEYYc>

#### Referencias bibliográficas:

*Clima Puerto Gaitán: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Puerto Gaitán.* (s. f.). <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/meta/puerto-gaitan-49962/>

Efrimidou, E., Spiliotis, M. (2024). [A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale](https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w). Environmental Process. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Isidro, M. L., Herrero, A. D., & Huerta, L. L. (2009). Aplicaciones de los SIG al análisis y gestión del riesgo de inundaciones: avances recientes. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (29), 29-37.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4245445.pdf>

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

Pineda, L., y Suarez, J. (2014). [Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005). Revista Ingeniería Agrícola, Vol. 4(3), pp. 28-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005>

Mapa de coberturas de tierras: [https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/yetfersson\\_serrato\\_unad\\_edu\\_co/EiCNnFBCNrBLn13ohY9kbXkBqOke48UqOyoJC5IWQYVblw?e=0NFsgq](https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/yetfersson_serrato_unad_edu_co/EiCNnFBCNrBLn13ohY9kbXkBqOke48UqOyoJC5IWQYVblw?e=0NFsgq)

Precipitaciones por mes: <https://url.unad.edu.co/4aWBI>

IDEAM comunica al Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y al Sistema Nacional Ambiental (SINA). Bogotá D.C., 01 de julio de 2024: [https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/condiciones\\_hidrometeorologicas\\_actuales\\_ndeg\\_0549\\_01\\_de\\_julio\\_de\\_2024\\_1800.pdf](https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/condiciones_hidrometeorologicas_actuales_ndeg_0549_01_de_julio_de_2024_1800.pdf)

Consejo Municipal Para La Gestión Del Riesgo De Desastres En Puerto Gaitan Meta, Noviembre 2018: <https://1library.co/document/yd7p8ojy-plan-municipal-gestion-riesgo-desastres-municipio-puerto-gaitan.html>

*Think Hazard - Puerto Gaitán - Inundación urbana.* (s. f.).  
<https://int.thinkhazard.org/es/report/14049-colombia-meta-puerto-gaitan/UF>

Pineda, L., y Suarez, J. (2014). Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos

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)

Revisar páginas: 279-335 y 449-459.

Normas APA: presentación de trabajos escritos Normas APA. <https://normasapa.in/>  
Sánchez, C. (s.f.). Actualizaciones en la 7ma (séptima) edición de las Normas APA.

Normas APA. <https://normas-apa.org/introduccion/actualizaciones-en-la-7masedtima-edicion-de-las-normas-apa/>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2020). Instructivo para la usabilidad de Normas internacionales de citación APA 7a Edición. Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader. Repositorio Institucional UNAD. [https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma\\_APA\\_7\\_Edicion.pdf](https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf)

Toro, O. A. (2024). Análisis espacial. [Objeto\_virtual\_de\_Informacion\_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61883>