

## **Diagnóstico de Riesgo de Inundación Mediante Análisis Multicriterio de Áreas de Reclasificación a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el Municipio de Fusagasugá, Cundinamarca**

Daniela García Pérez “estudiante” [dgarciaper@unadvirtual.edu.co](mailto:dgarciaper@unadvirtual.edu.co)  
Laura Katherine Gil Bernal “estudiante” [lkgilb@unadvirtual.edu.co](mailto:lkgilb@unadvirtual.edu.co)  
Luis Alejandro Ospina Sánchez “tutor” [luisa.ospina@unad.edu.co](mailto:luisa.ospina@unad.edu.co)

### **Resumen**

Se generó un diagnóstico el riesgo de inundaciones en Fusagasugá utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). El objetivo fue identificar áreas vulnerables mediante un análisis multicriterio basado en factores clave como pendiente, acumulación de flujo, proximidad a cuerpos de agua, uso del suelo y precipitación. La metodología incluyó la reclasificación de datos geoespaciales y la aplicación de un modelo de suma ponderada para integrar los factores según su influencia en el riesgo. Los resultados muestran que las zonas de mayor susceptibilidad se concentran en áreas planas cercanas a cuerpos hídricos, con alta acumulación de flujo y predominancia de superficies impermeables. Se generó un mapa temático que clasifica el territorio en zonas de bajo, medio y alto riesgo, ofreciendo una herramienta útil para la planificación y gestión del riesgo. Como parte de las conclusiones, se proponen estrategias de manejo como la reforestación, el fortalecimiento del drenaje urbano y rural, la regulación del uso del suelo y la implementación de sistemas de alerta temprana. Este trabajo contribuye al diseño de políticas públicas orientadas a la mitigación de riesgos y al ordenamiento territorial sostenible en el municipio.

Palabras clave: Riesgo, inundación, análisis multicriterio, mapa, Fusagasugá.

### **Introducción**

En el diagnóstico de riesgos de inundación se utilizó las diferentes herramientas de Sistemas de Información Geográfico (SIG) con el uso del aplicativo de ArcGIS Pro necesario para el desarrollo y la implementación de multicriterio en gestión en datos geoespaciales para la consolidación de resultados que influyan en la toma de decisiones adecuadas según el sector de interés respecto a las zonas de riesgo por inundación.

La identificación de zonas de riesgo de inundación se realizó por medio de una

modelación de cinco factores que determinan el análisis de riesgo de inundación.

Fusagasugá cuenta con un plan de gestión de riesgo y desastre ya que en época de lluvia pasa a una categoría amarilla por la cantidad de afluentes hídricos, alguna de las estrategias es la delimitación de zonas con regularidades en posible inundación, así mismo establecen estrategias de mitigación y prevención frente a fenómenos naturales, de igual forma priorizan estudios a detalle de áreas de posible riesgo. Dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) se establece riesgo por inundación alto en 3 zonas rurales como son: La isla, Casa lata

y trinidad (Consejo de Fusagasugá, 2021).

Los principales ríos que atraviesan el municipio de Fusagasugá son:

- Río Batán
- Río Subía
- Río Cuja
- Río Blanco
- Río Guavio
- Río Barro Blanco

Estos ríos atraviesan y rodean el municipio, lo que, durante la temporada de lluvias, provoca socavones, desbordamientos e inundaciones, incrementando el riesgo por inundación. Situaciones que anteriormente se han presentado como el colapsando del alcantarillado, el 4 de diciembre del 2022 (Infobae, 2022). El desbordamiento de la quebrada Sabaneta el 31 de octubre del 2014, la cual inundo el municipio llegando a alerta roja (Nacional, 2021). Estos eventos resaltan riesgo que el municipio presenta y la importancia de determinar las áreas de reclasificación de riesgo de inundación.

Por las situaciones presentadas anteriormente se genera este diagnóstico, para visualizar por medio del mapa, el riesgo por inundación del municipio, y para tener una base en la toma de decisiones desde los campos profesionales agrícola y forestal.

## Objetivos

### General

Diagnosticar el riesgo de inundación en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, mediante Sistema de información Geográfica.

### Específicos

- Elaborar el mapa de riesgo por inundación con su respectiva clasificación
- Determinar las áreas en Km<sup>2</sup> de reclasificación riesgo por inundación en las categorías muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.
- Analizar las posibles causas del riesgo por inundación en el municipio de Fusagasugá Cundinamarca

## Identificación del caso de estudio

Este estudio de diagnóstico de riesgos de inundación se centró en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, en el mes de abril ya es uno de los meses donde más se presenta precipitación, reconocido como la "Ciudad Jardín" del país. Este municipio se destaca por su gran atractivo turístico, gracias a su cercanía con Bogotá y a su reconocido sector viverista, que alberga más de 370 viveros dedicados a plantas ornamentales, follajes de colección, frutales de clima cálido y medio, así como especies forestales nativas y exóticas. (Velásquez, 2019).

El municipio Fusagasugá, Cundinamarca (Providencia del Sumapaz), ubicado a una latitud de 4° 20' 14" Norte y longitud de 74° 21' 52" Oeste, se encuentra a una altitud de 1.726 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 20°C, una superficie total de 206,00 km<sup>2</sup>, un relieve plano, semiondulado y moderadamente erosivo (Municipio de Fusagasugá, s. f.)

La información climatológica del mes de abril fue: Precipitación de 264 mm, con una temperatura Max de 21.5 °C y una temperatura Min de 16.3°C, una humedad de 85%. Esta información se puede visualizar mejor en la figura 1. (Fusagasugá: Tiempo y Clima En Abril, s. f.)

**Figura 1**

*Imagen de climatología de Fusagasugá*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	18.5	18.8	18.8	18.8	18.5	18.3	18.3	18.8	19.1	18.8	18.3	18.4
Temperatura mín. (°C)	15.6	16	16.3	16.3	16.2	15.8	15.4	15.5	15.7	15.9	15.8	15.6
Temperatura máx. (°C)	21.9	22.2	22	21.5	21.3	21.3	21.4	22.2	22.0	21.7	21.2	21.5
Precipitación (mm)	123	155	221	284	214	89	74	72	111	214	219	140
Humedad(%)	80%	79%	82%	85%	85%	82%	79%	75%	74%	82%	88%	83%
Días lluviosos (días)	13	13	16	17	17	14	14	13	13	16	17	14
Horas de sol (horas)	6.1	5.9	5.9	5.7	6.1	6.7	6.9	7.3	7.5	5.9	5.1	5.9

**Fuente.** Adaptado de Fusagasugá: Tiempo y Clima En Abril, (2024).

**Metodología**

Para la realización de este diagnóstico de inundación del municipio de Fusagasugá se inició en el mes de abril y de esta manera se dividió en 5 fases el cual se desarrolló y ejecuto de la siguiente manera:

**Figura 2**

*Imagen de fases para diagnóstico.*



**Fuente.** Elaboración propia, 2024.

**Figura 3**

*Imagen factores del análisis de riesgo de inundación y su porcentaje de influencia para aplicar en un modelo multicriterio.*

**Figura 5**

*Imagen riesgo por inundación Fusagasugá*

*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%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** Adaptado UNAD (2024).

Para determinar un resultado se reclasifica para estandarizar los valores en una escala común (por ejemplo, de 1 a 5, donde 1 es bajo riesgo y 5 es alto riesgo)

**Figura 4**

*Imagen tabla de atributos obtenida proceso de ARGUIS*

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

**Nota.** Elaboración propia, 2024.

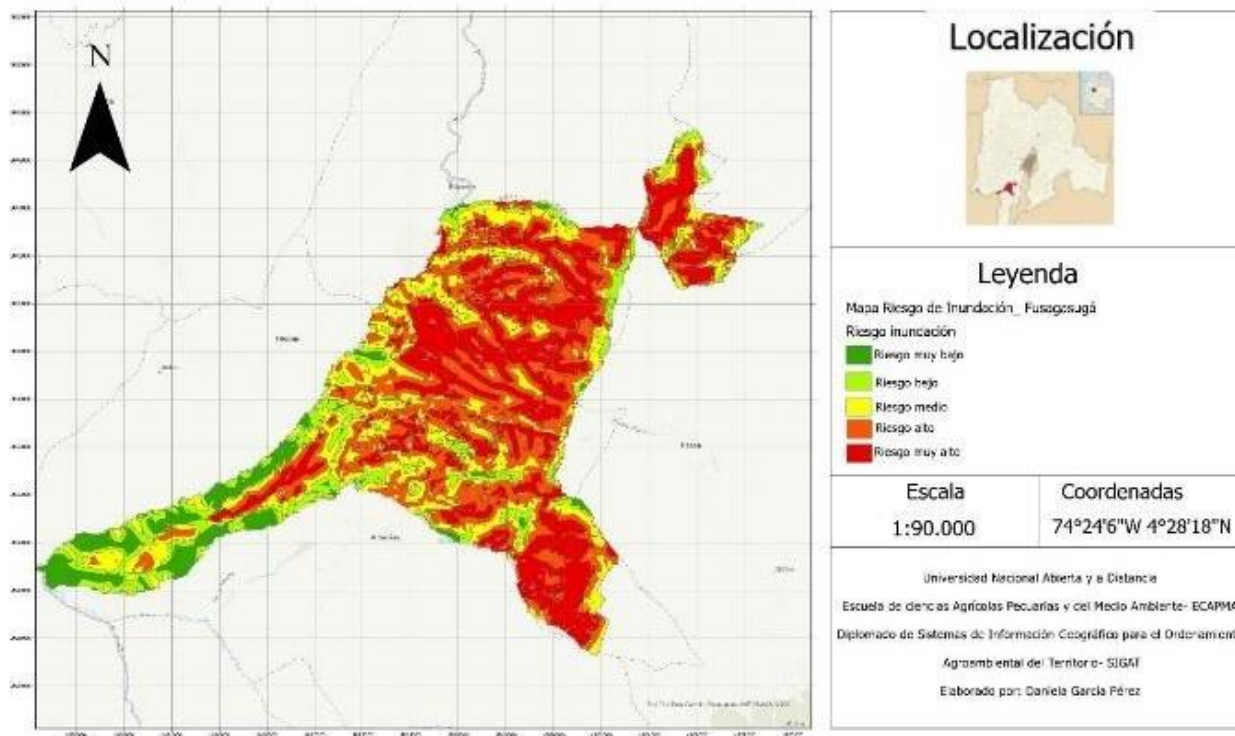
**Figura 5**

*Imagen tabla de atributos obtenida proceso de ARCGIS*

OBJECTID *	gridcode	Class_riesgo_inundaci...	Area_Km2
1	1	Riesgo muy bajo	12,5
2	2	Riesgo bajo	20,58
3	3	Riesgo medio	42,44
4	4	Riesgo alto	53,92
5	5	Riesgo muy alto	63,23

**Nota.** Esta tabla de atributos nos describe los niveles de riesgos obtenidos en Fusagasugá, el cual el riesgo muy bajo es de 12,5 y el riesgo muy alto de 63,23 y de esta manera determinar el mapa temático que clasifica Fusagasugá en zonas de bajo, medio y alto riesgo de inundación. Fuente. Elaboración propia, 2024.

## Riesgo por inundación Fusagasugá Cundinamarca mes Abril



**Nota.** Elaboración propia recopilación fase 4.

### Resultados

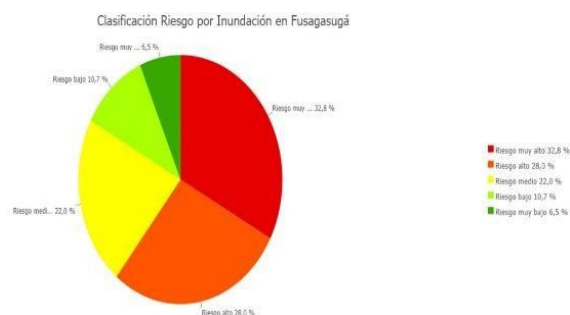
#### Mapa de riesgo

De acuerdo con la figura 2 donde se visualiza el mapa por riesgo de inundación en Fusagasugá Cundinamarca con un área total de 192.67 KM<sup>2</sup> este resultado se obtiene la tabla de atributos que se observa en la figura 3.

Visualmente se aprecia que la mayor parte del territorio se encuentra en riesgo alto y riesgo muy alto, por medio de los procesos que anterior mente de mencionaron se realiza los siguientes gráficos

#### Figura 6

*Clasificación riesgo por inundación*



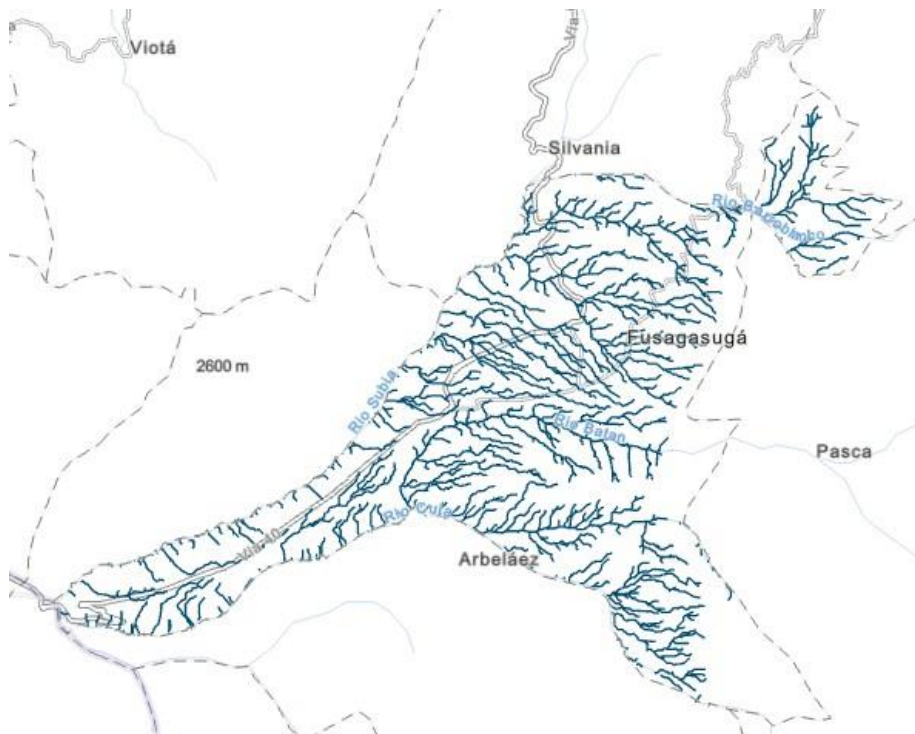
**Nota.** Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la Figura 6, el 32 % del municipio presenta un riesgo muy alto, seguido por un 28 % con riesgo alto. A continuación, se encuentra un 22 % con riesgo medio, un 10,7 % con riesgo bajo y, finalmente, un 6,5 % con

riesgo muy bajo. Estos porcentajes reflejan la distribución del riesgo en el municipio de Fusagasugá. Se puede deducir que el 32 % de riesgo muy alto de inundación con color rojo se debe a la significativa presencia de ríos en el municipio, los cuales generan diversas

subcuencas ver figura 8. En color verde oscuro tenemos la zona con menor riesgo de inundación, esta zona se ubica en la parte Suroriental Colindando con los municipios de Arbeláez, Pandi e Icononzo.

**Figura 7**  
*Hidrografía de Fusagasugá*



**Nota.** Las capas para la realización de mapa de hidrología Fusagasugá se obtuvieron de Instituto Agustín Codazzi. Fuente. Elaboración propia, 2024.

**Figura 8**  
*Área según clasificación de riesgo*



**Nota.** Elaboración propia, 2024.

En la Figura 7 se muestra la extensión en kilómetros cuadrados de las distintas clasificaciones de riesgo. Los valores correspondientes a cada clasificación son los siguientes: riesgo muy bajo, con 12,50 km<sup>2</sup>; riesgo bajo, con 20,57 km<sup>2</sup>; riesgo medio, con 42,44 km<sup>2</sup>; riesgo alto, con 53,92 km<sup>2</sup>; y riesgo muy alto, con 63,32 km<sup>2</sup>. El punto crítico radica

en que la extensión total de áreas con riesgo muy alto es de 63,32 km<sup>2</sup>, lo que representa la mayor área vulnerable a inundaciones, poniendo en riesgo la cobertura existente en esa zona, existen 5 zonas dentro del municipio las cuales se reclasificaron dentro de la fase 3 obteniendo las siguientes coberturas:

- Área de Protección
- Área para producción
- Cuerpos de agua
- Zonas urbanas
- Áreas Prioritarias

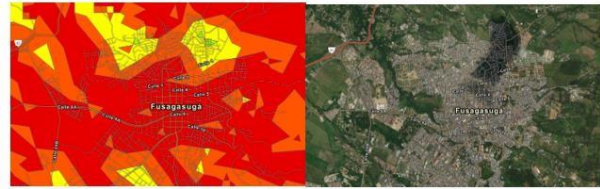
Para Verificar las zonas de afectación por riesgo de inundación del municipio se realizó un barrido ver figura 9 dentro del aplicativo ArcGis donde se identifica la topografía y el relieve de cada zona de riesgo muy alto y Se identifican zonas urbanas, como los barrios Pekín, Villa Aranzazú, Tejar, Bonet, Camino Real, Los Robles y Los Sauces, que se encuentran en áreas de riesgo muy alto. Por lo tanto, las entidades municipales correspondientes deben mantener un monitoreo constante durante la temporada de lluvias, especialmente en el mes de abril, para mitigar posibles riesgos.

En la figura 9 se muestra el barrido realizado en una zona de riesgo muy alto, este riesgo ha sido generado por el cambio de uso de suelo y la pérdida de drenaje naturales debido a la expansión y modificación urbana, lo que ha provocado procesos de erosión, además Fusagasugá según (Global Forest Watch, 2023) ha perdido desde el año 2001 al año 2023 799 hectáreas de cobertura arbórea, lo que impacta de forma directa y negativamente en la cobertura lo que incrementa el riesgo por inundación.

Así mismo se identifica las cuencas mencionadas anteriormente y como influyen en su entorno como zona de riesgo muy alto, por procesos naturales como el divorcio de aguas, que se ve afectado por la no conservación de los 30 metros establecidos en el POT.

### Figura 9

*Barrido de área en riesgo muy alto de inundación.*



**Nota.** Elaboración propia, 2024.

### Conclusiones

La determinación de las áreas en km<sup>2</sup> de cada nivel de riesgo proporciona una base cuantitativa para la planificación de medidas de adaptación y mitigación frente a los planes y estrategias que se plantean en el POT

El análisis de la información obtenida a partir del SIG demuestra la importancia de la actualización constante de los datos geoespaciales y su respectiva modelación lo que facilita la prevención ante eventos climáticos para tomar medidas de precaución sin afectaciones radicales.

La elaboración del mapa de riesgo por inundación permitió identificar y clasificar las áreas vulnerables en Fusagasugá, Cundinamarca, según niveles de riesgo que van desde muy bajo hasta muy alto. Esta herramienta no solo facilita la visualización de las zonas afectadas, sino que también constituye un insumo esencial para la planificación territorial y la prevención de desastres en el municipio.

El análisis de las áreas reclasificadas y las posibles causas del riesgo de inundación reveló que factores como la topografía, el uso inadecuado del suelo y la gestión insuficiente de los recursos hídricos influyen significativamente en el nivel de vulnerabilidad. Estos resultados subrayan la necesidad de implementar estrategias integrales para mitigar los riesgos y promover prácticas sostenibles en la región.

### Recomendaciones

Utilizar herramientas SIG para delimitar áreas según su capacidad de uso, considerando factores como la fertilidad, el régimen hídrico y la pendiente. Esto permitirá planificar de manera eficiente el uso del territorio, minimizando los impactos negativos, teniendo en cuenta al riesgo de inundación en donde se encuentre el área productiva o de interés

Los resultados del análisis facilitan la toma de decisiones basadas en los datos georreferenciados sobre el riesgo de inundación en las áreas agrícolas del municipio de Fusagasugá. Este riesgo pone en peligro cultivos sensibles a los cambios de humedad, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de protección, tales como el establecimiento de sistemas de drenaje, la conservación de las curvas de nivel en el terreno, la utilización de coberturas tipo mulch para prevenir la erosión y la pérdida de cobertura vegetal, así como la siembra en terrazas o forma escalonada en terrenos inclinados, con el fin de reducir las pérdidas en la producción agrícola.

Promover prácticas agroforestales que combinen cultivos agrícolas, árboles y pastos, optimizando el uso del suelo y fomentando la conservación de la biodiversidad,

especialmente en áreas con pendiente o susceptibles a la erosión.

### Referencias bibliográficas

- Consejo de Fusagasugá. (2021). ACUERDO No. 100-02.01-10 DE 2023. En AJUSTE DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA. [https://alcaldia-municipal-de-fusagasuga.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldia-municipal-de-fusagasuga/content/files/000143/7137\\_7120\\_a\\_cuerdono10de2023adoptarevisiongeneralylaajustedelplandeordenamientoterritorial.pdf](https://alcaldia-municipal-de-fusagasuga.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldia-municipal-de-fusagasuga/content/files/000143/7137_7120_a_cuerdono10de2023adoptarevisiongeneralylaajustedelplandeordenamientoterritorial.pdf)
- Fusagasugá: Tiempo y clima en abril. (s. f.). Climate Data. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/fusagasuga-49842/t/abril-4/>
- Infobae. (2022, 5). Video: Desbordamiento de quebrada Arrastradero desató emergencia en Fusagasugá. Infobae. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/12/05/video-desbordamiento-de-quebrada-arrastradero-desato-emergencia-en-fusagasuga/>
- Municipio de Fusagasugá. (s. f.). Municipios de Colombia. <https://www.municipio.com.co/municipio-fusagasuga.html>
- Nacional, R. (2021, 21 mayo). Fuertes lluvias producen avalancha en Fusagasugá. ELESPECTADOR.COM. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/fuertes-lluvias-producen-avalancha-en-fusagasuga-article-525127/>
- Velásquez, M. (2019). Análisis de Empleabilidad Subsector Viveros Fusagasugá-Región. <https://www.researchgate.net/publication/3408>

02521 Analisis de Empleabilidad Subsector

\_Viveros Fusagasuga-Region

*Global Forest Watch. (2023). Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia Deforestation Rates & Statistics. <https://gfw.global/4iwysyT>*

**Enlace de sustentación:**

**<https://youtu.be/tWDgG-OWAzI>**