

Identificación de Áreas Vulnerables a Inundaciones en Supatá Cundinamarca, mediante Técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Londoño Acevedo Ana Gixela. aglondonoa@unadvirtual.edu.co

Ordóñez González Laura Valentina. Lvordonezg@unadvirtual.edu.co

Paramo Campos Leydy Johana lparamoc@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Serrato Velosa Yetfersson Arley yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

Este estudio aborda la identificación y análisis de zonas vulnerables a inundaciones en el municipio de Supatá, Cundinamarca, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El objetivo principal es modelar un mapa de riesgo de inundación utilizando ArcGIS Pro, integrando variables como pendientes, cobertura del suelo, precipitado. La metodología empleada se basa en un análisis multicriterio, apoyado en la recopilación de datos geoespaciales, incluyendo un modelo digital de elevación (DEM), datos climáticos y coberturas terrestres, procesadores en formato vectorial y raster. Se reclasificaron y ponderaron las variables para modelar el riesgo y el uso de suelos, generando un mapa temático que clasifica las zonas más vulnerables a inundaciones, dando como resultado que el 28% del territorio municipal presenta un riesgo muy alto de inundación, principalmente en zonas planas y bajas, mientras que el 31.5% muestra un riesgo alto. En contraste, las áreas montañosas presentan riesgos bajos o muy bajos. Subraya así el potencial de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la prevención de desastres naturales y la planificación ambiental sostenible en el territorio.

Palabras claves: SIG, Riesgo, Inundaciones.

Introducción

En Colombia, las inundaciones son el evento natural con mayor cantidad de incidentes registrados, las cuales han sido damnificadas alrededor de 19 millones de personas a lo largo del país, este registro entre el año 1914 y 2019, generando impactos significativos en departamentos puntuales, como por ejemplo Bolívar, Choco y Magdalena (UNGRD,2020).

Para la mitigación de estos eventos es crucial la implementación de sistemas de alerta temprana, según UNGRD (2020), el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) ha desarrollado herramientas para mejorar la predicción y gestión de inundaciones, denominado como sistema operacional de pronóstico hidrológico, el cual registra en tiempo real el comportamiento hidrológico de los principales ríos, y las estaciones meteorológicas.

Dentro de los riesgos asociados por inundaciones se busca la reducción por ello es importante la regulación de sistemas hidráulicos, IDIGER (2024) expresa que al modificar estos sistemas se generan áreas susceptibles a ser afectadas o inundadas, por desbordamientos de ríos o encharcamientos.

Uno de los principales factores asociado a los riesgos por inundación es el cambio climático, generando fuertes lluvias en tiempos prolongados, al igual que la gran generación de residuos que tapan las alcantarillas, rompimiento de tuberías, falta de capacidad hidráulica en las redes de alcantarillado y taponamiento de sumideros y tuberías (IDIGER. 2024).

Según Supatá (2016) citado por Alcaldía Municipal de Supatá (2024), Supatá está ubicada en la cuenca del Río Negro, parte de la gran cuenca del Río Magdalena, posee un notable recurso hídrico, su corriente principal es el Río Supatá, que nace en la cuchilla El Tablazo a 3660 msnm, recorre 38.9 km y es alimentada por 14 microcuencas.

Además, cuenta con varias lagunas, destacando la laguna de Hispania, ubicada en la vereda Montedulce a 2800 msnm (Alcaldía Municipal de Supatá, 2024).

De acuerdo con lo anterior se busca identificar la zona más vulnerable por inundación, brindando un mapeo de lo hallado y dando recomendaciones para poder mitigar inundaciones en el municipio.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un mapa de riesgo de inundación mediante la aplicación de técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de identificar áreas vulnerables en el municipio de Supatá, Cundinamarca.

Objetivos Específicos

Recopilar y analizar datos geoespaciales del municipio de Supatá, para fundamentar el análisis de riesgos por inundación.

Implementar herramienta de análisis multicriterio para analizar datos geoespaciales en ArcGIS Pro para clasificar áreas según su nivel de riesgo.

Diseñar un mapa que permita identificar las zonas con diferentes niveles de riesgo por inundación, incorporando criterios técnicos y representaciones visuales que faciliten su análisis.

Identificación del caso de estudio

Supatá es un municipio de Cundinamarca, Colombia, situado en la Provincia del Gualivá, a 76 km al noroccidente de Bogotá, a 1798 msnm. Limita al norte con Pacho y Vergara, al sur con San Francisco y Subachoque, al oriente con Subachoque y Pacho, y al occidente con La Vega y Vergara (figura 1) (Alcaldía Municipal de Supatá, 2024; CMGRD, 2016).

La hidrografía de Supatá está dominada por el Río Supatá, afluente del Río Negro, que forma parte de la gran cuenca del Río Magdalena (Alcaldía Municipal de Supatá, 2024), El municipio cuenta con abundantes recursos hídricos compuesto por numerosas quebradas y microcuencas que alimentan el río principal (ver figura 2) CMGRD (2016).

Figura 1

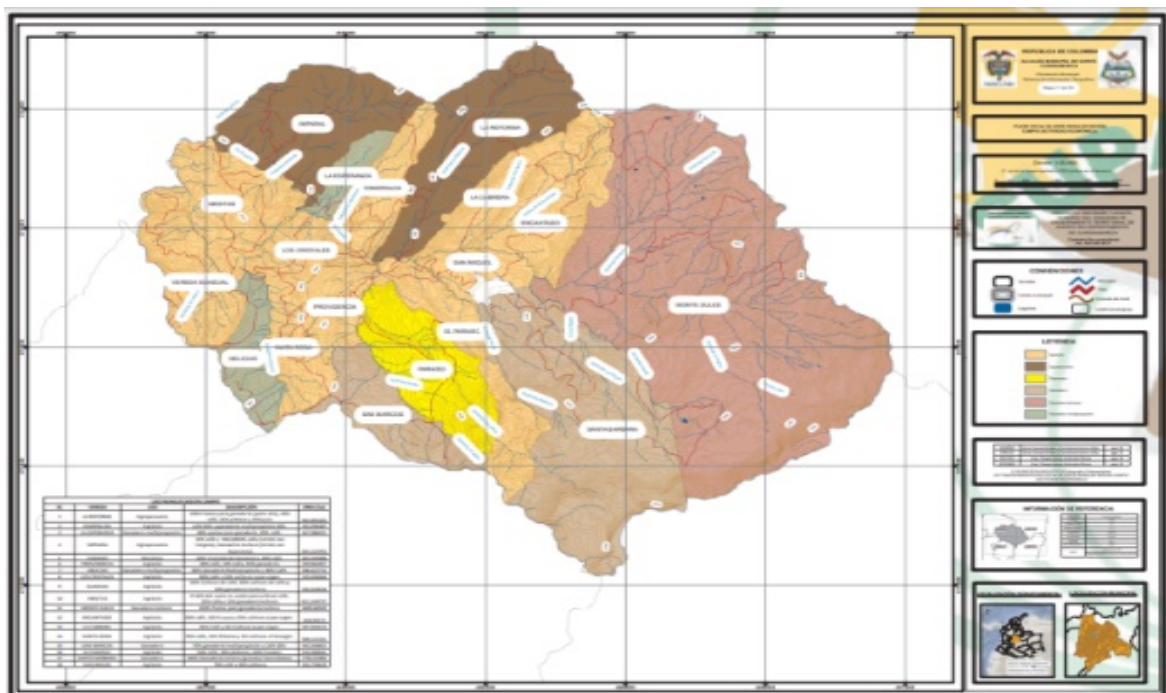
Departamento de Cundinamarca, identificando el municipio de Supatá.



Fuente: Tomado de Plan municipal de la gestión de riesgo de desastres de Supatá. (2016)

Figura 2.

Principales Quebradas del Municipio de Supatá.



Fuente: Alcaldía Municipal de Supatá (2024), plan de desarrollo 29024-2027, pg150

Características del Ecosistema.

De acuerdo con las características de la disposición del relieve del municipio de Supatá la hidrografía muestra numerosos arroyos y quebradas que desembocan en el río Supatá formando parte de la cuenca del Río Negro, formando a su vez parte de la cuenca del río Magdalena. La quebrada nace en los pies de la vereda de cuchilla del tablazo en la vereda de Monte dulce la mayor fuente hidrográfica del municipio y lo atraviesa del suroeste a noreste (CMGRD, 2016), siendo alimentado por 14 microcuencas mencionadas a continuación.

Tabla 1

Microcuencas de Supatá, Cundinamarca.

Lado Izquierdo	Lado Derecho
Microcuenca de la quebrada de San José	Microcuenca de la quebrada el Vejerón
Microcuenca de la quebrada del Encantado	Microcuenca era quebrada Oso
Microcuenca de la quebrada la Cabrera	Microcuenca de la quebrada los Negros
Microcuenca de la	Microcuenca de la

quebrada de la Reforma	quebrada el Horno
Microcuenca de la quebrada la Esperanza	Microcuenca es la quebrada de las Juntas
Microcuenca de la quebrada del Muerto	Microcuenca de la quebrada la Batea
Microcuenca de la quebrada Grande	Microcuenca de la quebrada la Catasuca
	Microcuenca de la quebrada de Las Minas

Fuente: CMGRD (2016). Plan municipal de gestión de riesgo de desastres de Supatá.

El ecosistema de Supatá se caracteriza por su ubicación en la región andina de Colombia, con una gran diversidad biológica y climática debido a su altitud, que puede alcanzar una altura de aprox 3000 msnm. Esto da lugar a diferentes pisos térmicos, desde el cálido, medio hasta el frío, permitiendo la presencia de diversos ecosistemas como bosques húmedos andinos y subpáramos, la zona de conservación natural es de 2,8083 ha y está compuesto por el bosque húmedo montano bajo con especies nativas en su gran mayoría (Alcaldía Municipal de Supatá, 2024).

La precipitación promedio para el municipio es de 1000 y 2000 mm/año. Donde para el ejercicio se muestran precipitaciones de 280,506 mm y 179,235 mm, para el mes de noviembre si distribuimos de manera uniforme la precipitación anual (aproximadamente 83-167 mm/mes). Estos valores indican eventos de lluvias intensas, característicos de la segunda temporada de lluvias de la región.

Estos registros son importantes para evaluar su impacto en actividades agrícolas, el manejo de cuencas hidrográficas y la planificación del uso del suelo, especialmente considerando la influencia de lluvias intensas en la erosión y el riesgo de inundaciones.

Metodología

El método aplicado se basa en un análisis multicriterio con datos de partida tomados de fuentes nacionales como el servicio geológico, el cual cuenta con datos necesarios para el desarrollo de la visualización de la modelación del mapa de riesgo por inundación en Supatá, Cundinamarca.

Este método permite integrar diferentes variables ambientales, topográficas y climáticas mediante

herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El desarrollo y aplicación de la modelación de los diferentes procesos se desarrolla con el programa ArcGis pro, bajo la implementación de capas de información, ejecutando procesos, dentro de los cuales se encuentran el paso a paso a continuación:

Recopilación de datos

- Importación de datos Raster desde la web del geo Portal USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos), esto para descargar el DEM del municipio de Supatá Cundinamarca.

Preparación de las capas de información

- Interfaz del municipio, es decir la identificación del municipio con capa tipo shapefile y raster.

- Curvas de nivel, las cuales permiten la identificación simultánea de áreas planas, empinadas, crestas y valles, así como la distancia entre las mismas curvas de nivel.

- Pendientes, estas hacen parte del modelo de elevación, donde representa la inclinación de cada celda.

- Cobertura de tierras (Land Cover) data tomada de la web del geo portal USGS.

Procesamiento de los datos en ArcGis Pro

- Precipitación, esta data tipo TIFF tomada del mes noviembre, para el municipio de Supatá.
- Distancia de Drenajes: Se trabaja con el DEM del municipio junto con la acumulación de flujo del municipio, ejecutando desviación típica, para observar mejor los drenajes.

Reclasificación y ponderación

- Reclasificación de los procesos: DEM, pendientes, precipitaciones, cobertura de tierras, distancia de drenajes, riesgo inundación del municipio de Supata.
- Modelación de riesgos por inundación: Bajo la estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa.

Generación del mapa

- Mapa de riegos de inundaciones, resultado de la implementación, ejecución de los anteriores geoprocursos.

Finalmente se obtuvo un mapa detallado sobre el riesgo de inundación para el municipio de Supata Cundinamarca (ver figura 7), el cual es una base que permite implementar medidas para mitigar y gestionar procesos de riesgo.

Figura 3.

Capa ráster a vectorial.



Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

Resultados

Para la modelación y resultados, se evidencia que los sistemas de información geográfica, conocidos como los SIG, permiten según minieducación (2024) relacionar los datos a una ubicación geográfica, mostrando las características del lugar en este caso los recursos hídricos disponibles, permitiendo analizar información en pro de visualizar la zona de riesgo por inundación del municipio seleccionado.

Supatá está ubicado en una región montañosa, lo que favorece una rápida esorrentía de las aguas lluvias hacia las quebradas y ríos. Las pendientes pronunciadas pueden incrementar el caudal de las corrientes

de agua en poco tiempo, aumentando el riesgo de desbordamientos en las zonas más bajas.

Figura 4.

Tabla de atributos de la capa vectorial y cálculo de geometría.

OBJECTID	gridcode	Class_riesgo_inundaci...	Área_km2
1	1	Riesgo muy bajo	6,12 km
2	2	Riesgo bajo	14,09 km
3	3	Riesgo medio	30,98 km
4	4	Riesgo alto	39,79 km
5	5	Riesgo muy alto	35,45 km

Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

A través del análisis multicriterio aplicado con variables geoespaciales, se logró identificar y clasificar las áreas del municipio de Supatá, Cundinamarca, según su nivel de riesgo por inundación, medido en kilómetros cuadrados (km²) y evaluarlos de acuerdo con el nivel riesgo por inundación (Ver figura 5).

Los resultados muestran que las zonas con un riesgo muy alto están representadas en un 35,45 km² (28%) del total del área del municipio de Supatá, mientras que el 39,79 km² (31,5%) se puede clasificar en un nivel de riesgo alto, pudiendo tratarse do

zonas ubicadas en planadas o partes bajas del municipio, por el contrario, las zonas ubicadas en áreas montañosas o zonas más altas se clasifican en riesgo muy bajo con 6,12 km² (4,8%), riesgo bajo con 14,09 km² (11,1%) y riesgo medio con 30,98 km² (24,5%) (ver figura 4 y 8).

Figura 5.

Reclasificación de riesgo por inundación.

Símbolo	Valor	Etiqueta
	Riesgo muy bajo	Riesgo muy bajo
	Riesgo bajo	Riesgo bajo
	Riesgo medio	Riesgo medio
	Riesgo alto	Riesgo alto
	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto

Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

El municipio cuenta con relieve montañoso y la rápida escorrentía, que reducen la probabilidad de inundaciones extensas. Sin embargo, en épocas de lluvias intensas, pueden presentarse desbordamientos locales en quebradas y áreas cercanas a cauces, especialmente en las zonas más bajas o planas del municipio (ver figura 2 y 7).

En las zonas marcadas con un eminente riesgo de inundación, se puede

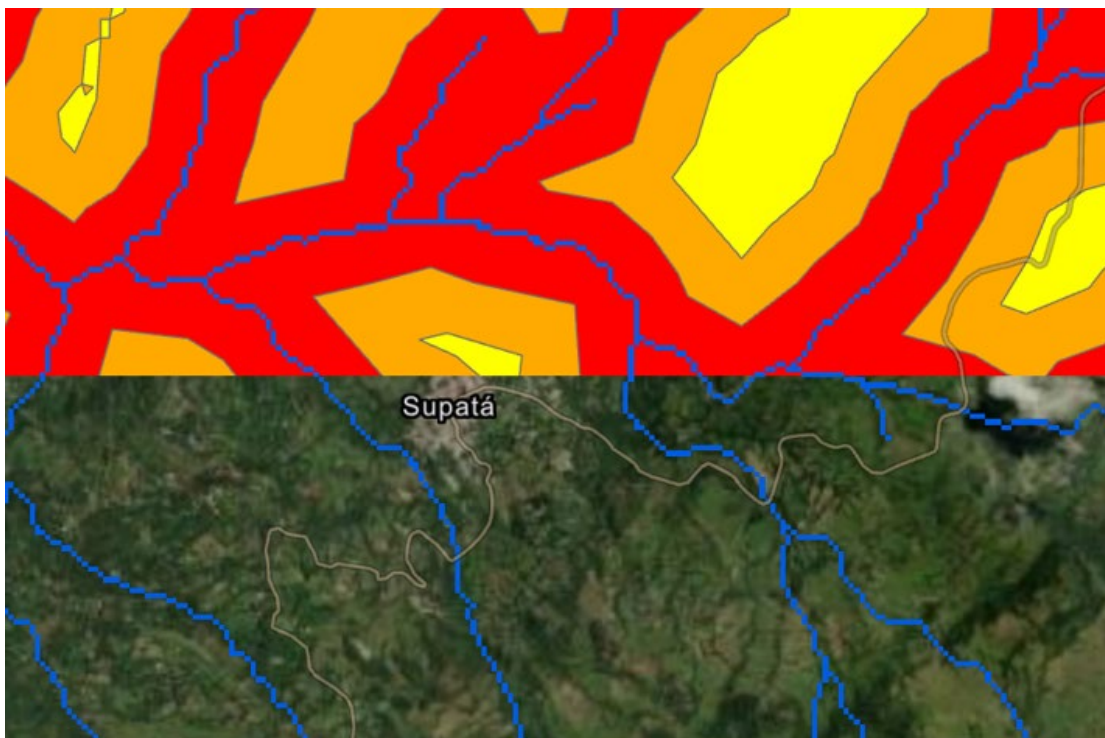
observar mediante el programa ArcGIS pro, que en estas zonas se encuentran poblaciones dispersas, zonas boscosas, y predios de vocación pecuaria especialmente ganadería, agrícola y agroforestal (ver figura 6).

La planificación del uso del suelo y la conservación de las cuencas son claves para mitigar este riesgo, de igual forma, la implementación de sistemas de alerta temprana es

clave en la prevención y mitigación de posibles inundaciones y otros desastres como deslizamiento (UNGRD, 2020).

Figura 6.

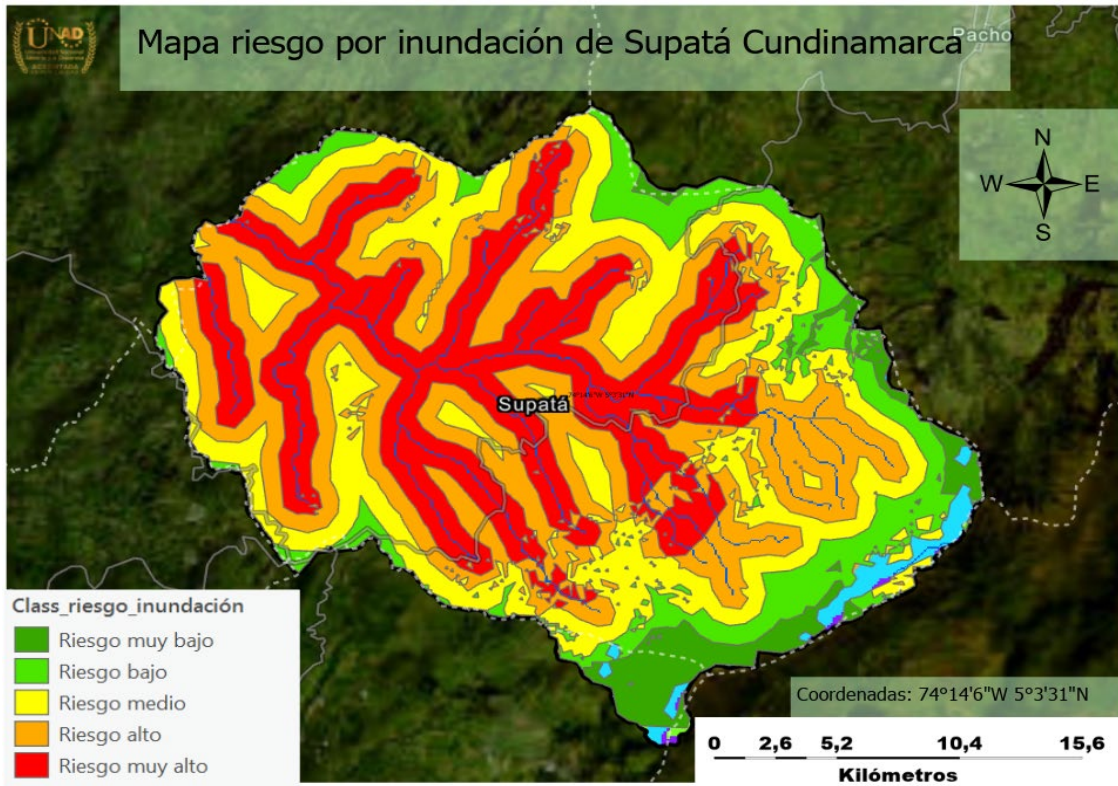
Mapa con la opción de barrido de ArcGIS Pro.



Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

Figura 7.

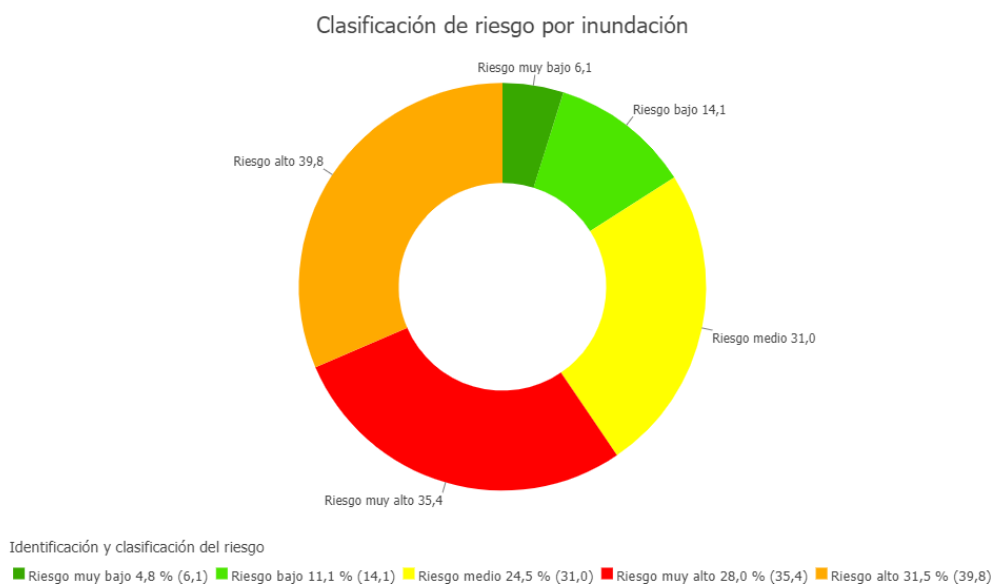
Mapa riesgo por inundación en formato vectorial.



Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

Figura 8.

Gráfico riesgo por inundación.



Fuente: Autoría Propia (2024), elaborado en ArcGIS Pro.

Conclusiones

Mediante la herramienta de ArcGis Pro se modeló el mapa de riesgo por inundación del municipio de Supatá, Cundinamarca, él se visualizaron las zonas con mayor o menor riesgo determinado por gama de colores (rojo: Zona de riesgo, amarillo: riesgo moderado verde: naranja: riesgo alto).

Se puede concluir que, con el fin de evaluar y mitigar riesgos de inundación, se desarrolló un proyecto de análisis geoespacial utilizando ArcGIS Pro, una herramienta avanzada en la gestión de sistemas de información geográfica (SIG), integrando criterios clave como precipitaciones, cobertura del suelo y proximidad a drenajes naturales, permitiendo un modelado de riesgo por inundación en formato vectorial.

El análisis permitió identificar que el 28% del territorio municipal presenta un riesgo muy alto, mientras que el 31,5% se clasifica con riesgo alto, afectando principalmente las zonas planas y bajas del municipio. Por el contrario, las áreas montañosas presentan niveles de riesgo bajo a muy bajo.

Recomendaciones

Recomendaciones para el Ordenamiento Agroambiental en Supatá, Cundinamarca, teniendo en cuenta los análisis del riesgo por inundaciones y además las características agroambientales del municipio.

Planificación del Uso del Suelo.

Zonas de Alto Riesgo: Implementar restricciones para actividades agropecuarias intensivas en áreas clasificadas con riesgo muy alto y alto (28% y 31,5%, respectivamente). Estas áreas deben priorizarse para actividades de conservación ambiental y zonas de amortiguación.

Zonas de Bajo Riesgo: Fomentar actividades agrícolas, agroforestales y ganaderas sostenibles en las áreas de bajo riesgo, incentivando prácticas de manejo del suelo que prevengan la erosión y mejoren la capacidad de infiltración de agua.

Dar cumplimiento a la normatividad legal vigente, el cual da parámetros para la gestión del riesgo enfocado para este caso en inundaciones, o sector hidrológico.

Mantener actualizada la información bajo la herramienta del IDEAM, para

conocer posibles riesgos de inundación, esto con el fin de tomar acciones relacionadas con eficacia y buen desarrollo de los cultivos, adicional a seguridad en zonas rurales y urbanas.

Fortalecer la infraestructura de monitoreo hidrológico en las microcuencas principales del municipio, integrando estaciones meteorológicas automáticas y sensores de nivel de agua.

Capacitar a las comunidades locales en la interpretación de alertas y protocolos de acción frente a eventos de inundación.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de Supatá (2024)
Plan De Desarrollo 2024-2027
Municipio De Supatá
Cundinamarca.

https://supatacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/supatacundinamarca/content/files/000540/26957_pdm_supata_compressed-1comprimido.pdf

CMGRD (2016). Plan municipal de la gestión de riesgo de desastres de Supatá.

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20>

[.500.11762/28547/PMGRD_SupataCundinamarca_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/200540/26957_pdm_supata_cundinamarca_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

IDIGER (2024) Caracterización General del Escenario de Riesgo por Inundación. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Bogotá.

<https://www.idiger.gov.co/rinu/ndacion>

Mineducación (2024) ¿Qué es un SIG? Ministerio de educación nacional. Bogotá.

<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

UNGRD (2020) ¿Cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia? Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/87KWP5BWD5k>