

Análisis del nivel de riesgo de inundación en el municipio de Tibú, Norte de Santander

Gerson Leandro Rizo, glrizer@unadvirtual.edu.co

Gilberto Duran Patiño, gduranpa@unadvirtual.edu.co

Karol Dayanna Sarabia, kdsarabias@unadvirtual.edu.co

Lizzeth Dayana Sarmiento, idsarmiento@unadvirtual.edu.co

Sergio Orlando Murcia, somurciac@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

El presente trabajo se realiza con el fin de identificar y clasificar los niveles de riesgos de inundación del municipio de Tibú, departamento Norte de Santander, mediante herramientas de análisis espacial y sistemas de información geográfica. Para llevar a cabo este trabajo se empleó una metodología enfocada en el análisis multicriterio, integrando variables físicas y climáticas con modelos de elevación digital, pendiente del terreno, coberturas del suelo, proximidad a fuentes de agua y precipitaciones promedias. Este proceso se realizó a través del uso del software ArcGIS Pro, donde se procesaron, clasificaron y modelaron las variables para finalmente construir un mapa temático. El análisis realizado generó como conclusión que el 33.5% del territorio del municipio de Tibú presenta un riesgo medio de inundación, área relacionada con cultivos agrícolas de pastos con pendiente leve; el 26.8% se identificó como riesgo alto, donde las áreas son localizadas en la parte agroindustrial y plana del municipio. Por otro lado, las zonas de riesgo muy alto abarcaron un 12.8% del territorio, incluyendo los sectores de Gabarra, Campo Dos y áreas urbanas. Finalmente; este análisis permitió concluir que efectivamente cerca del 50% del área de Tibú presenta susceptibilidad a inundaciones, en diversos niveles de gravedad.

Palabras claves: Cartografía, cobertura del suelo, desastre, ordenamiento territorial, riesgo de inundación, precipitaciones, vulnerabilidad.

Introducción

El municipio de Tibú, ubicado en el departamento Norte de Santander, está expuesto a un alto riesgo por fenómenos naturales como las inundaciones; Según Núñez (2022), las inundaciones se refieren al cubrimiento de un área generalmente por parte de una fuente hídrica. Esta autora resalta que las inundaciones ahora son más periódicas y comunes en los territorios, pues, el desbordamiento de ríos y quebradas está en incremento por acción del cambio climático; Córdova (2020) afirma que las inundaciones son fenómenos naturales causados por eventos naturales, donde su incidencia se viene exacerbado por actividades humanas, donde los humanos han ocupado el cuse de los ríos y quebradas alterando el ecosistema, lo que repercute en un aumento de los riesgos y vulnerabilidad a inundaciones. aguas adyacentes (s.f) Tibú cuenta con tres importantes fuentes

de agua adyacentes a los centros poblados, los cuales son el Río Tibú, Río Catatumbo y Río Nuevo presidente, que son los más propensos a causar algún impacto sobre las comunidades adyacentes. No obstante, según el IDEAM (2020), la zona de Tibú es ligeramente plana, con una altura de 75 metros sobre el nivel del mar y con unas precipitaciones en promedio de 5000 milímetros al año, lo que hace que dicho territorio sea aún más propenso al impacto de las inundaciones. Analizado entonces el nivel riesgo de inundación en el municipio, donde según Vergara et al, (2015) el riesgo es el resultado entre la interacción del peligro físico de la zona a inundarse y la vulnerabilidad socioeconómica de las poblaciones; se evalúa el nivel de riesgo de la parte física o cobertura de la tierra.

El riesgo de inundación como lo define Hernández-Uribe et al, (2017) resulta en una interacción del riesgo físico del área propensa y de la vulnerabilidad de la población, lo que hace fundamental evaluar la cobertura física del terreno y su ocupación. Siendo así, es clave considerar instrumentos como el plan de ordenamiento territorial, el plan básico de ordenamiento territorial o el esquema de ordenamiento territorial; ya que, estos son los que establecen los lineamientos para el uso del suelo, para su ocupación y para la gestión de los riesgos en el territorio.

Se destaca que en estudios realizados por Djanibekov et al. (2024) se resaltan los impactos que tienen las inundaciones sobre la agricultura; así como estudios realizados por Efraimidou y Spiliotis (2024), que validan la viabilidad y la importancia de usar SIG y análisis multicriterios para evaluar los riesgos de una zona y tomar decisiones. El análisis multicriterio se refiere a una herramienta metodológica utilizada para integrar y valorar distintas herramientas de la ecología, en contextos muy complejos como fenómenos naturales. (Bravo et al., 2021)

Por otro lado, los SIG Según Araneda (2002), son herramientas para el análisis espacial que pueden realizar diversas funciones, que van desde la medición de distancia entre puntos, hasta la modelación de patrones espaciales. Se destaca del SIG que incrementa la capacidad de representar, analizar y modelar la información geográfica, con un enfoque crítico y considerando su potencial. No obstante, el SIG también tiene desventajas como el grado de error en la recolección, clasificación, digitalización e interpretación de datos, y que no representan la realidad de una manera exacta. (Sarría, s.f.)

Siendo así, y con la finalidad de clasificar el nivel de riesgo de inundación del municipio de Tibú se realiza el presente artículo, donde por medio del uso de sistemas de información geográficas y generación de un mapa, se establece si la zona es o no propensa a inundaciones. Por ende, se aplica una metodología que consta de la identificación del problema, la modelación del mapa y la generación del mapa temático que genera unos resultados, que posteriormente se analizan para presentar conclusiones.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el nivel de riesgo de inundación que presenta el municipio de Tibú, Norte de Santander.

Objetivos específicos

- Identificar los diferentes niveles de riesgo asociados a las inundaciones en el municipio de Tibú, Norte de Santander.
- Delimitar las áreas más propensas a inundaciones en el municipio de Tibú, Norte de Santander.
- Clasificar los niveles de riesgo de inundación presentes en el municipio y diseñar un mapa de riesgo por inundaciones en el municipio de Tibú, Norte de Santander.

Identificación del caso de estudio

El presente estudio se desarrolla en la zona del municipio de Tibú, ubicado en el nororiente de Colombia, más específicamente en el departamento de Norte de Santander, sobre la región más conocida como el Catatumbo. Según la Corporación Latinoamericana Sur, Tibú es un municipio que cuenta con alrededor de 58.721 habitantes, concentrados en un 35.59% en el área urbana del municipio; el municipio cuenta con una extensión de 2.696 kilómetros cuadrados, donde limita con Venezuela.

Según Ecoanalítica (2022), el municipio de Tibú está ubicado a 75 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura medio de 32°C; este municipio limita con los municipios de Cúcuta, Sardinata, Teorama, El Tarra y San Calixto. La economía del municipio se basa especialmente en la minería, donde es importante la explotación petrolera y de carbón. Por otro lado, también existe producción agrícola, basada en el cultivo de cacao, yuca, maíz y palma de aceite.

El municipio de Tibú presenta un área diversa, donde se pueden encontrar áreas de cultivo, pastos, minería y plantaciones forestales; Sin embargo, el crecimiento urbano no planificado y la deforestación han incrementado la exposición al riesgo por desbordamiento de ríos, como el río Tibú, Catatumbo y Nuevo presidente, causando a su vez una gran degradación del suelo. Por tanto, este análisis tiene como finalidad identificar y clasificar las zonas con mayor riesgo de inundación, empleando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y metodologías de análisis multicriterio, con el propósito de apoyar procesos de planificación territorial, generar unas bases de análisis y proponer acciones de mejora.

Figura 1.*Mapa municipio de Tibú*

Fuente: Municipio de Tibú, 2013.

Metodología

En la figura 2 se puede apreciar un resumen de la metodología aplicada durante el desarrollo del análisis multicriterio del caso de estudio en mención.

Este análisis se desarrolló teniendo como base las herramientas de los sistemas de información geográfica, aplicando técnicas de análisis espacial y modelamiento multicriterio, para la determinación de los niveles de riesgo por inundación en el municipio de Tibú, del departamento de Norte de Santander. Para ello se utilizó el programa ArcGIS Pro, por medio del cual se organizó, procesó y visualizó la información geográfica importante del caso en estudio.

Según Kurowska y Kowalczyk, (2022), los sistemas de información geográfica permiten construir las presentaciones actuales o como los posibles cambios a futuro en espacios geográficos determinados, convirtiéndose en instrumentos fundamentales que permiten tomar las decisiones idóneas frente a la vulnerabilidad rural ante fenómenos naturales. De manera que esta metodología no solo responde a una necesidad técnica, sino también a una visión de que el espacio rural debe ser planificado de forma racional, equilibrada en función a ecología, economía, social y territorial.

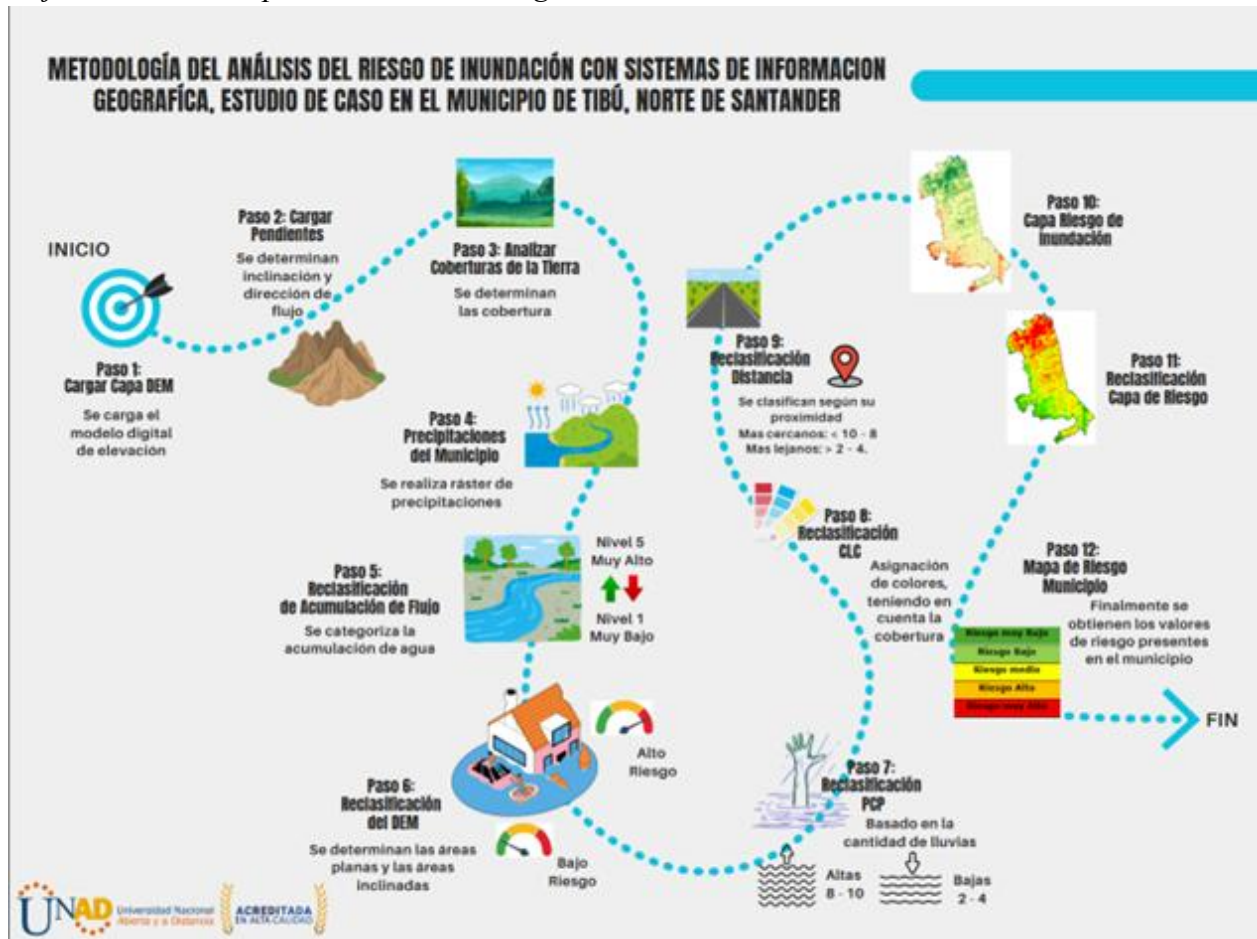
Datos espaciales utilizados

- Modelo de elevación digital - DEM_Tibú (USGS)
- Pendientes_Tibú (Pendiente derivada del DEM)
- Acumulación de flujo_Tibú (Derivada del DEM)
- Distancia entre drenajes_Tibú (Derivada de acumulación de flujo)
- Coberturas de suelo_Tibú (IGAC)
- Precipitación_Tibú (Normales climáticas periodo 1991-2020 - IDEAM)
- Ponderación_Tibú (Criterios de análisis para el riesgo de inundación)

Las capas geoespaciales se obtuvieron de fuentes oficiales: de la plataforma USGS se obtuvieron los datos del DEM, pendientes, flujo de acumulación y distancia de drenajes; del IGAC, se obtuvieron las coberturas y del IDEAM, los datos de precipitaciones.

Figura 2.

Objeto visual descripción de la metodología



Fuente: Autoría propia, 2025.

Cada una de las capas se reclasificó en la escala de 1 como (riesgo mínimo) y 5 (riesgo máximo), según su nivel de influencia sobre el riesgo de inundación, tomando como ejemplo la metodología expuesta por Efraimidou y Spiliotis (2024). Luego se asignaron según el modelo jerárquico (AHP) y la investigación teórica realizada.

Los Criterios de análisis para el riesgo de inundación se originaron del proceso Analítico Jerárquico (AHP), el cual se pudo corroborar por Efraimidou & Spiliotis, (2024) y Kourgialas y Karatzas, (2011). Por medio de este método se pudieron comparar las variables y determinar su importancia relativa, por ejemplo, pendientes vs. Cobertura vegetal, garantizando coherencia en la ponderación (Saaty, 2008).

A continuación, en la tabla 1 reposan los valores en porcentajes:

Tabla 1.

Criterios de análisis para el riesgo de inundación

<i>Factor</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>DEM</i>	10%
<i>Precipitación</i>	35%
<i>Distancia</i>	30%
<i>Cobertura del suelo</i>	15%
<i>Pendientes</i>	15%
<i>Total</i>	100%

Nota. En esta tabla reposan los 5 factores del análisis de riesgo por inundación. **Fuente:** Autoría propia, 2025.

La integración de criterios se realizó con la herramienta “Calculadora Ráster”, lo cual permitió generar el índice de alto riesgo. El resultado se reclasificó en cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto.

Para la construcción del mapa digital de riesgo de inundación en Tibú se tuvo en cuenta los siguientes pasos:

1. Datos; Se utilizaron dos archivos el ráster de inundaciones y el archivo shapefile del municipio de Tibú.
2. Conversión de ráster a polígono, de esta manera se facilitarían el análisis.
3. Suavizado, el cual permitió mejorar la calidad cartográfica eliminando anomalías.
4. Disolver, permitió agrupar polígonos por código de riesgo (1 – 5)
5. Clasificación y cálculo de área; permitió añadir dos campos dentro de la tabla de atributos:
 - Clasificación cualitativa del riesgo (muy bajo – muy alto).
 - Cálculo de área en ha (Calcular geometría)
6. Simbología, se aplica la simbología correspondiente a los valores únicos y se diseña el resultado, el cual es el Mapa de las zonas en Riesgo por inundaciones en el Municipio de Tibú, donde se usó convenciones cartográficas estándar.

Análisis completo de reclasificación

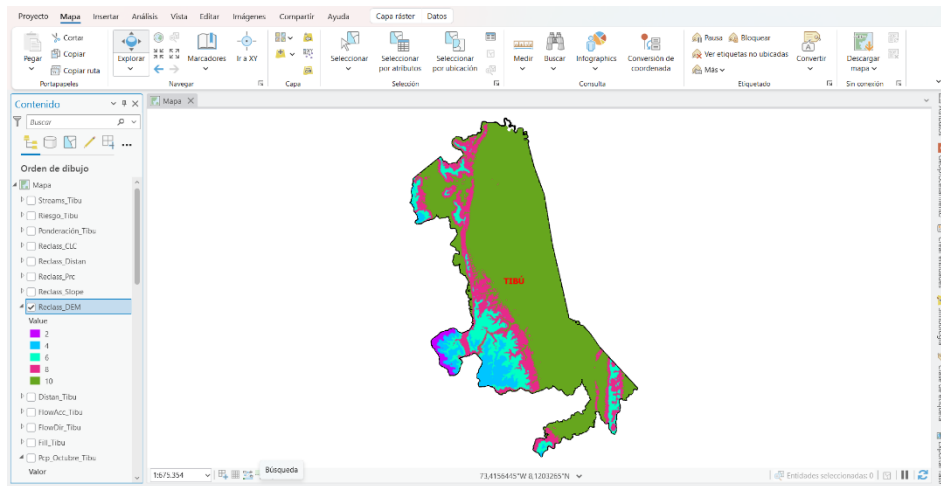
Tabla 2.
Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa

<i>Clasificación cualitativa</i>	<i>Valores</i>
<i>Riesgo muy bajo</i>	2
<i>Riesgo bajo</i>	4
<i>Riesgo medio</i>	6
<i>Riesgo alto</i>	8
<i>Riesgo muy alto</i>	10

Nota. Esta tabla contiene la relación de la descripción cualitativa del riesgo destinando valores numéricos correspondientes. **Fuente:** autoría propia, 2025.

1. Reclasificación del modelo de elevación digital del municipio

Figura 3.
Reclass_DEM

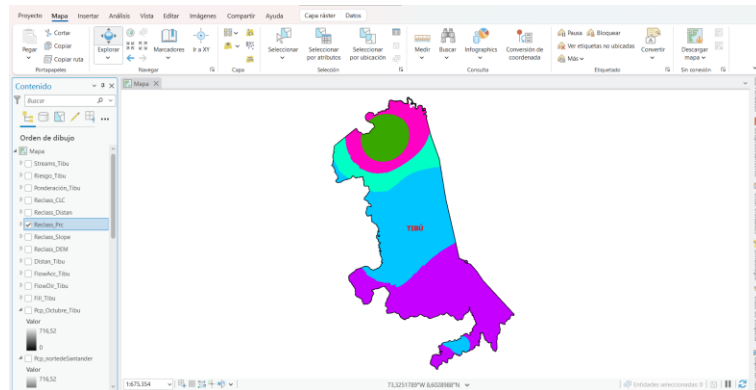


Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la reclasificación del DEM del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoría propia, 2025.

2. Reclasificación de las precipitaciones del municipio

Figura 4.

Reclass PcP_Abril_Tibú

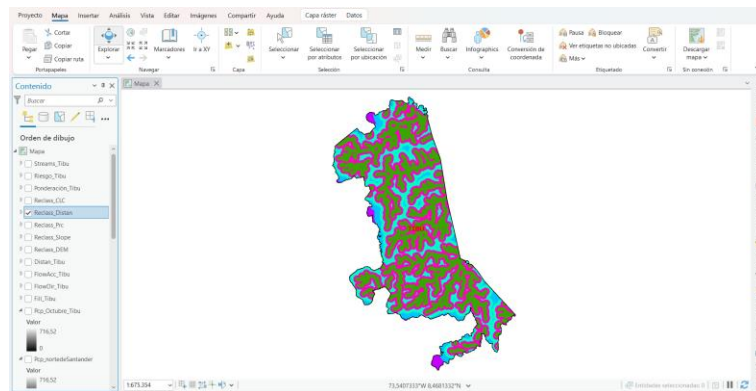


Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la reclasificación de las precipitaciones del mes de abril del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

3. Reclasificación de las Distancias de los drenajes del municipio

Figura 5.

Reclass Distanc_Tibú



Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la reclasificación de las distancias de los drenajes del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

4. Reclasificación de las coberturas de suelo (CLC) del municipio

Tabla 3.

Clasificaciones de Corine Land Cover Nivel 2 (CLC)

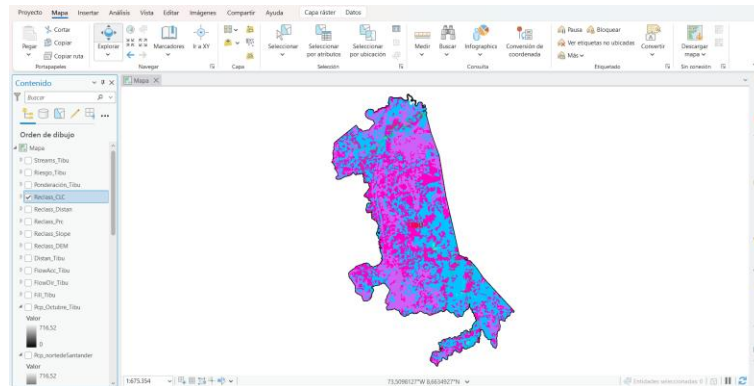
<i>Corine Land Cover Nivel 2</i>	<i>Clasificación de valores</i>
<i>1.1. Zonas urbanizadas</i>	6
<i>1.2. Zonas Industriales o comerciales y redes de comunicación</i>	2
<i>1.3. Zonas de extracción mineral y escombreras</i>	4

1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2
2.1. Cultivos transitorios	8
2.2. Cultivos permanentes	8
2.3. Pastos	4
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	8
3.1. Bosques	2
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	4
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6
4.1. Áreas húmedas continentales	8
4.2. Áreas húmedas costeras	6
5.1. Aguas continentales	10
5.2. Aguas marítimas	6

Nota. En la tabla anterior se divisan las clasificaciones de las coberturas del suelo según el sistema corine Land Cover clasificando el nivel 2., asignando valores numéricos a las zonas urbanas, agrícolas, naturales y cuerpos de agua. **Fuente:** autoría propia, 2025.

En la figura 6 se aprecia la clasificación de Corine Land Cover Nivel 2 (CLC).

Figura 6.
Reclass_ClcTibú

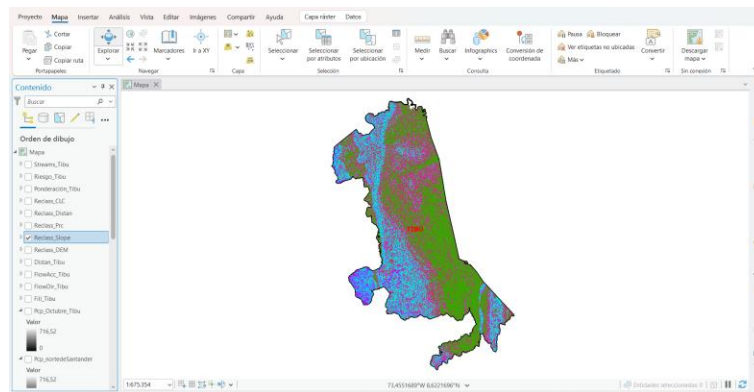


Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la reclasificación de las coberturas de tierra del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoría propia, 2025.

5. Reclasificación de las pendientes del municipio

Figura 7.

Reclass_slope



Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la reclasificación de las Pendientes del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

Luego de ejecutar los procesos de reclasificación, se realizó la suma ponderada, con el objetivo de combinar las capas resultantes tras el análisis, por medio de este proceso se integraron los factores clave en la modelación del riesgo por inundación, asignado a cada uno un peso específico según sus niveles de influencia, entonces se tomaron las siguientes reclasificaciones con el valor en peso determinado según su porcentaje tal como se describe en la tabla 4.

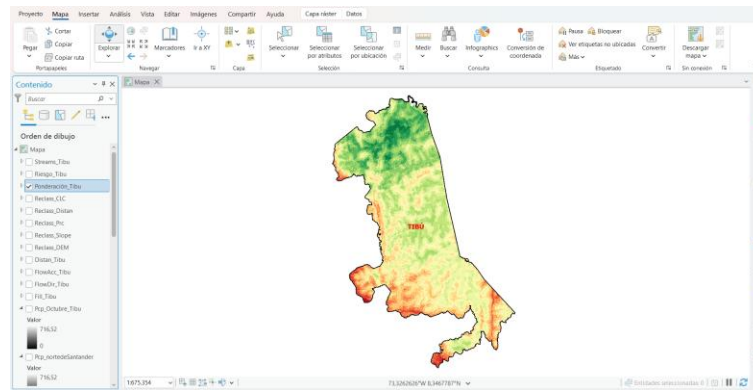
Tabla 4.
Crterios de análisis para el riesgo de inundación

Factor	Porcentaje
<i>Reclass_DEM</i>	0,1%
<i>Reclass PcP_Tibú</i>	0,35%
<i>Reclass Distanc_Tibú</i>	0,3%
<i>Reclass_ClcTibú</i>	0,15%
<i>Reclass_Slope_Tibú</i>	0,15%
Total	100%

Nota. En la tabla anterior se presentan cinco factores que fueron utilizados en el análisis de riesgo de inundación, además se aprecian los porcentajes de influencia asignados para el desarrollo del análisis multicriterio. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

A continuación en la figura 8 se presenta la visual del resultado de la suma ponderada.

Figura 8.
Resultado Suma ponderada








Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la suma ponderada del municipio de Tibú. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

Resultados

A continuación, se presentan los valores de la reclasificación de riesgo por inundación, la cual facilitará la identificación de las zonas vulnerables y las zonas con poca o nula vulnerabilidad ante un evento natural.

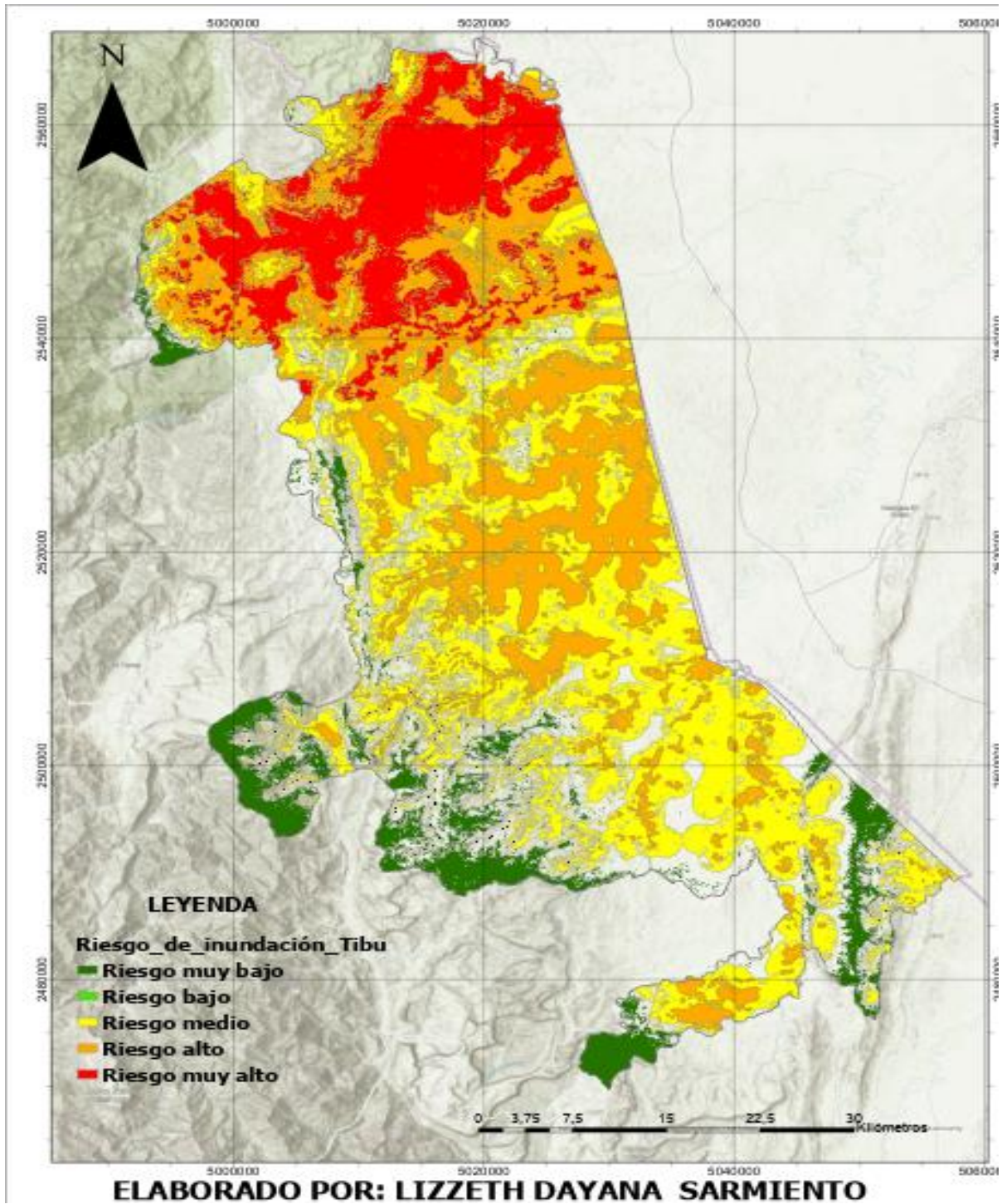
Tabla 5.
Clasificación de riesgos

<i>Clasificación cualitativa</i>	<i>Riesgo</i>	<i>Simbología</i>
Riesgo muy Bajo	1	
Riesgo Bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo Alto	4	
Riesgo muy Alto	5	

Nota. En la tabla 4, especifica la clasificación cualitativa de los niveles de riesgo por inundación en el municipio de Tibú. Para la obtención de resultados se implementaron diferentes geoprocursos dentro de la herramienta ArcGIS Pro, facilitando el análisis de los comportamientos dentro la zona de estudio tras la presencia de eventos naturales, para este caso en específico inundaciones, de esta manera se podrán identificar las zonas y el índice de riesgo al que se encuentran expuestas. **Fuente:** Autoria propia, 2025.

Figura 9.

Mapa de las zonas en Riesgo por inundaciones en el Municipio de Tibú, Norte de Santander



Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado del diseño del mapa de riesgo por inundaciones en el municipio de Tibú. **Fuente:** Autoría propia, 2025.

El análisis multicriterio del riesgo por inundación en el municipio de Tibú, Norte de Santander, deja en evidencia la clara diferenciación territorial. Las zonas de riesgo medio se extienden con un 33,5% del municipio (89.206,2 ha), con el centro en las áreas de cultivos permanentes y pastos abiertos, donde la pendiente es ligeramente inclinada y se ubican a una distancia considerada de los drenajes. Según CMGRD, (2013), este nivel de riesgo coincide con las zonas agrícolas de transición entre las cuencas de los ríos; socuavó, san Miguel y nuevo presidente, expuestas a escorrentía superficial y procesos de erosión.

Después del desarrollo del análisis se encontró que, en la zona de estudio situada en el municipio de Tibú se logró identificar y clasificar las zonas según la clasificación cualitativa del riesgo; El riesgo alto, representa el 26,8% del área (71.317,8 ha) y se encuentran localizadas principalmente al norte del municipio, en las zonas de uso agroindustrial intensivo y de topografía plana. Según CMGRD, (2013), en estas áreas la deforestación, los suelos compactados y la baja cobertura vegetal aumentan la frecuencia de inundaciones. Las veredas y las zonas sin infraestructura adecuada de drenaje refuerzan esta condición de riesgo.

El riesgo bajo, ocupa el 19,5% del territorio (51.925 ha), corresponde a sectores con vegetación secundaria, Fragmentos de bosques y cultivos transitorios, donde CMGRD, (2013), las condiciones topográficas y la cobertura del suelo brindan un poco posibilidad de mitigación, a pesar de la proximidad relativa a drenajes.

Las zonas de riesgo muy alto ocupan el 12,8% (33.940,8 ha), según CMGRD, (2013), incluyen puntos críticos como la gabarra, campo dos y tres bocas, los cuales se ubican juntos al río Catatumbo y Tibú, respectivamente. Además, se destacan barrios urbanos como Barco, Villa Cecilia y Luis Madrid Merlano, donde sus habitantes utilizan los caños como alcantarillado y la ausencia de vegetación intensifican la vulnerabilidad durante la presencia de precipitaciones altas.

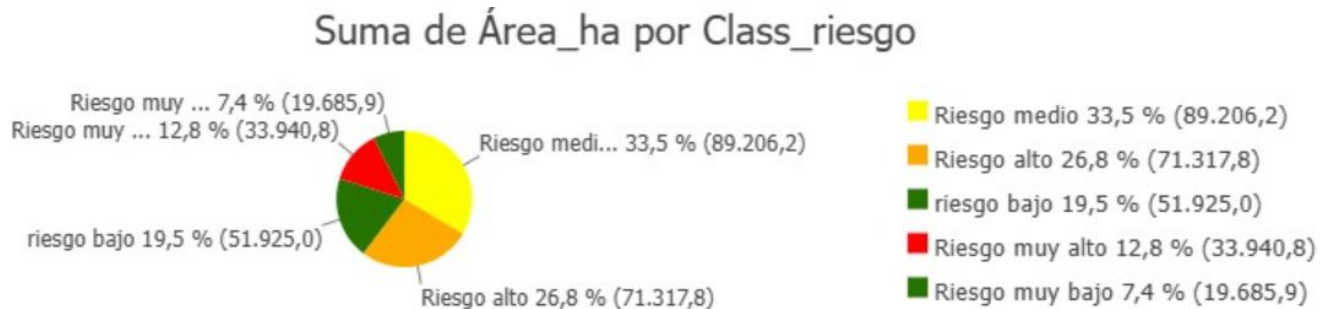
Por último, el riesgo muy bajo representa el 7,4% del municipio (19.685,9 ha) y se ubica principalmente en la zona suroccidental, y se caracteriza por pendientes muy pronunciadas, alta cobertura boscosa de baja densidad de drenajes, reduciendo significativamente la probabilidad de inundaciones. Según CMGRD, (2013), los corregimientos Pachelly y partes de campo hermoso forman parte de esta categoría.

Estos resultados se encuentran respaldados por cada geoproceso aplicado durante el desarrollo de este análisis multicriterio y su base sólida como justifica el CMGRD, (2013), los cuales permitieron identificar las zonas y clasificarlas según su nivel de riesgo, favoreciendo la toma de decisiones para la gestión integral en Tibú.

A continuación, se presenta la visual del resultado:

Figura 10.

Clasificación de áreas



Nota. La imagen muestra la interfaz de ArcGIS Pro tras obtener el resultado de la clasificación de áreas según su nivel de riesgo por inundación en el municipio de Tibú, este gráfico permite observar la distribución del riesgo de inundación en el municipio, en el que predomina el riesgo medio con un (33.5%), luego el nivel alto con un (26.8%) y el bajo con un (19.5%), el riesgo muy alto corresponde al (12.8%) y el riesgo muy bajo con un (7.4%). **Fuente:** Autoria propia, 2025.

Conclusiones

Gracias al uso de los sistemas de información Geográfica y el Software ArcGis, se identificó que en el municipio de Tibú si existe riesgo de inundación, donde el 12.8% del área del territorio está en riesgo muy alto, siendo esta zona la de mayor importancia y la principal para intervenir. Esta zona es entonces la más plana y cercana a la influencia de los ríos que cubren al municipio.

El estudio realizado es de gran importancia, donde según Sejatí et al, (2023) las inundaciones se centran en factores de riesgos altamente peligrosos Donde su gestión debe de ser rigurosa, y deben analizarse todas aquellas zonas que necesitan una intervención para promover la seguridad de la comunidad en cuestión. Por ende, este estudio permite no solo conocer la clasificación del riesgo de inundación del municipio de Tibú, si no también generar a partir de ello, planes de manejo para evitar posteriores desastres naturales y problemas en la comunidad por esta causa.

El análisis multicriterio del riesgo de inundación en el municipio de Tibú, evidencia que existe una vulnerabilidad en dicho territorio, y demuestra que el uso de sistemas de información Geográfica es ideal para identificar de forma rápida y segura este tipo de fenómenos. Según Karymbalis et al, (2018) se deben de aplicar los sistemas de información geográficas integrando diversos factores como lo son la pendiente, elevación, distancia de los canales de la corriente, formaciones geológicas y coberturas del suelo, para lograr un buen resultado. Por ende, al integrar variables en el estudio de caso de Tibú, se puede garantizar que la información es veraz y genera un gran avance para la identificación del riesgo en el territorio.

Recomendaciones

A partir del análisis multicriterio realizado se generan algunas recomendaciones para prevenir los riesgos por inundación en el municipio de Tibú, Norte de Santander.

- Revisar y mejorar el plan de ordenamiento territorial del municipio, adaptando el análisis del riesgo y la gestión de este, para abarcar las zonas que presentan mayor vulnerabilidad y minimizar el riesgo.
- Desarrollar procesos de reforestación de las áreas adyacentes a las fuentes hídricas más importantes del municipio.
- Fortalecer y mantener una buena infraestructura de drenajes tanto urbanos como rurales.
- Ejecutar campañas de educación ambiental y sensibilización comunitaria, para mejorar el sistema de reacción de la comunidad ante las inundaciones, y para generar una conciencia del cuidado del territorio para no incrementar el nivel de este riesgo por acciones humanas.
- Mejorar la articulación del municipio con los entes territoriales para gestionar el riesgo por inundación en el municipio.
- Realizar monitoreos al incremento o disminución del riesgo por inundación con el uso de sistemas de información geográfica.

Referencias Bibliográficas

- Araneda C, Edgardo. (2002). Uso de Sistemas de Información Geográficos y análisis espacial en arqueología: Proyecciones y limitaciones. *Estudios atacameños*, (22), pp. 59-75. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432002002200004>
- Bravo, Amarante, Edelvy, Kiran Schulz, Ralf, Romero Romero, Osvaldo, López Bastida, Eduardo Julio, & Güereca, Leonor Patricia. (2021). Análisis de decisiones multicriterio en la integración de herramientas de la economía ecológica. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), pp. 468-477. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400468&lng=es&tlng=es
- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres - CMGRD. (2013) *Plan Municipal e Gestión del Riesgo de Desastres*. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/28599/P_MGRD_TibuNteSantander_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Córdova Aguilar, H. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú. *Semestre Económico*, Vol. 23(54), pp 85–112. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a5>
- Corponor, (s.f.) Plan básico de ordenamiento territorial. municipio de Tibú. tomo ii. *Proyectos urbanísticos*. <https://www.corponor.gov.co/pot/Tibu/Formulacion/Tibu%20Formulacion.pdf>
- Corporación Latinoamericana Sur. (s.f.) *Tibú*. <https://www.sur.org.co/tibu/?pdf=25982>
- IGAC. (s.f)- *Datos Abiertos Agrología - IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi* <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

- Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 8, pp. 283–316. <https://doi.org/bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>
- Ecoanalítica. (2022). *Tibú, Norte de Santander*. <https://asomunicipios.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/Tibu%CC%81.pdf>
- Efraimidou, E., y Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. *Environmental Process*. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>
- Hernández-Urbe, Rubén Ernesto, Barrios-Piña, Héctor, & Ramírez, Aldo I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y ciencias del agua*, Vol. 8(3), pp. 5-25. <https://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1316>
- IDEAM. (2020) *Características climáticas de Norte de Santander*. <http://www.ideam.gov.co/AtlasWeb/info/Textos/Departamentos/memoNORTESANTANDER.pdf>
- Karymbalis, E., Andreou, M., Batzakis, D.-V., Tsanakas, K., & Karalis, S. (2021). Integration of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis and Analytic Hierarchy Process for Flood-Hazard Assessment in the Megalo Rema River Catchment (East Attica, Greece). *Sustainability*, Vol. 13(18), 10232. <https://doi.org/10.3390/su131810232>
- Kourgialas, N., & Karatzas, G. (2011). Flood management and a GIS modelling method to assess flood-hazard areas—a case study. *Hydrological Sciences Journal*, Vol 56(2), pp. 212–225. <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.555836>
- Kurowska, K., & Kowalczyk, C. (2022). Rural Space Modeling—Contemporary Challenges. *Land*, Vol. 11(2), 173. <https://doi.org/10.3390/land11020173>
- Núñez, C. (2022) ¿Qué son las inundaciones? *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/inundaciones>
- Saaty, TL (2008) Toma de decisiones con el proceso analítico jerárquico. *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Sarría, F. (s.f.) *Sistemas de Información Geográfica*. <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Sejatí, A. W., Kusuma Putri, S. N. A., Rahayu, S., Buchori, I., Rahayu, K., Wiratmaja, I. G. A. M. A., Muzaki, A. J., & Basuki, Y. (2022). Flood Hazard Risk Assessment based on Multicriteria Spatial Analysis GIS as Input for Spatial Planning Policies in Tegal Regency, Indonesia. *Universitas Diponegoro*. <https://scholar.undip.ac.id/en/publications/flood-hazard-risk-assessment-based-on-multicriteria-spatial-analy>
- USGS. (2018). *What is a digital elevation model (DEM)?* <https://www.usgs.gov/faqs/what-a-digital-elevation-model-dem>
- Vergara Tenorio, Ma. del Carmen, Ellis, Edward A., Cruz Aguilar, José Antonio, Alarcón Sánchez, Luz del Carmen, & Galván del Moral, Ulises. (2011). La conceptualización de las

inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Política y cultura*, (36), 45-69.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200003&lng=es&tlng=es.

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/TrA1Yxam5HA?si=EAJFJDdfwyyR5qwQ>