

Modelación agroambiental del riesgo de inundación mediante Sistemas de Información Geográfica en el municipio de Inírida, departamento de Guainía

Nydia Zulay Linares Valero – nzlinaresv@unadvirtual.edu.co

Evangelina Parra Pérez - evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

Este estudio desarrolla una modelación agroambiental del riesgo de inundación en el municipio de Inírida del departamento de Guainía mediante la integración de análisis multicriterio y Sistemas de Información Geográfica. El procedimiento se fundamentó en un Modelo Digital de Elevación re proyectado al sistema MAGNA-SIRGAS, a partir del cual se generaron las capas de pendiente, dirección de flujo, acumulación de flujo y distancia a drenajes.

Estas variables fueron complementadas con el mapa de precipitación correspondiente al mes de abril, seleccionado por representar uno de los periodos de mayor saturación hídrica en la región amazónica. Todos los insumos fueron reclasificados y estandarizados en una escala común de susceptibilidad, lo que permitió su integración mediante una suma ponderada para construir un índice espacial continuo de riesgo de inundación.

El mapa resultante identifica gradientes cualitativos de riesgo bajo, medio, alto, muy alto y evidencia que las amenazas más elevadas se concentran en planicies aluviales y zonas próximas a los ríos Inírida y Guaviare, donde se localizan sistemas productivos rurales y asentamientos indígenas y campesinos.

Los productos cartográficos obtenidos constituyen un insumo técnico esencial para la gestión del riesgo, la planificación territorial y la incorporación de criterios de ordenamiento agroambiental en un territorio modelado por la dinámica fluvial amazónica.

Palabras claves: Riesgo de inundación, modelación espacial, análisis multicriterio, hidrología, acumulación de flujo, pendiente, susceptibilidad, ordenamiento agroambiental, Amazonia, Sistema de Información Geográfica.

Introducción

El cambio climático ha intensificado el ciclo hidrológico global, incrementando la frecuencia y severidad de eventos de precipitación extrema y las inundaciones asociadas en múltiples regiones del mundo (Garijo, C., 2020). Colombia, enfrentará un aumento sostenido de temperaturas y una alteración en los patrones de precipitación, con una mayor variabilidad entre temporadas lluviosas y secas. Estas condiciones incrementan la probabilidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos, incluyendo inundaciones, lo que afectará la disponibilidad hídrica, los ecosistemas y las actividades productivas, especialmente en regiones con alta pluviosidad como la Amazonía y la Orinoquia, donde se ubica el municipio de Inírida (IDEAM, 2024). En particular, las regiones amazónicas y de transición con la Orinoquia presentan altos volúmenes de precipitación y una marcada influencia de fenómenos como La Niña, responsables de crecientes históricas y afectaciones recurrentes (UNGRD, 2022).

En este escenario, la evaluación del riesgo de inundación resulta especialmente relevante en Inírida, un territorio amazónico donde confluyen grandes ríos, extensos humedales y comunidades asentadas en planicies naturalmente expuestas a crecientes estacionales. La revisión documental indica que el municipio ha registrado varios eventos que han afectado miles de personas, viviendas, cultivos e infraestructura comunitaria, lo que evidencia la necesidad de herramientas técnicas que permitan identificar zonas susceptibles y orientar medidas de prevención y mitigación (OCHA, 2018). Esta situación se agrava por la limitada actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial, que dificulta incorporar de forma efectiva el riesgo hídrico en decisiones sobre expansión urbana, localización de infraestructura estratégica y manejo de sistemas productivos (Alcaldía de Inírida, 2024).

Los Sistemas de Información Geográfica se han consolidado como instrumentos fundamentales para el análisis del riesgo de desastres, al integrar información topográfica, hidrológica, climática y de ocupación del suelo en modelos cuantitativos y cartográficos de amenaza y susceptibilidad. Diversos estudios han demostrado la utilidad del análisis multicriterio aplicado en SIG para delimitar zonas inundables y apoyar la planificación urbana y rural en municipios colombianos y latinoamericanos. La posibilidad de derivar variables como pendientes, acumulación de flujo y distancia a drenajes a partir de modelos digitales de elevación, y de complementarlas con información de precipitación, convierte a estas herramientas en un soporte clave para la evaluación y gestión del riesgo (IGAC, 2024).

En este marco, el presente estudio tiene como propósito evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Inírida (Guainía) mediante un modelo de análisis multicriterio en SIG, generando un mapa de riesgo y una primera interpretación de las zonas más críticas. Los resultados buscan aportar insumos cartográficos y analíticos que fortalezcan los procesos de planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres en este territorio amazónico, contribuyendo a la incorporación del riesgo hídrico en los lineamientos de ordenamiento agroambiental.

Objetivos

Objetivo General

Modelar espacialmente el riesgo de inundación en el municipio de Inírida del departamento de Guainía mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.

Objetivos Específicos

Caracterizar los factores físico-ambientales del municipio de Inírida mediante el procesamiento del Modelo Digital de Elevación (DEM) y la red hídrica, para la obtención de variables condicionantes como pendientes, drenajes y geoformas.

Normalizar y reclasificar los insumos geoespaciales bajo criterios de susceptibilidad, estableciendo rangos y escalas comunes que permitan la comparabilidad entre las variables evaluadas.

Generar el mapa de susceptibilidad a inundaciones mediante el método de Evaluación Multicriterio (suma ponderada), integrando los factores analizados para identificar las áreas de mayor potencial de afectación.

Identificación del caso de estudio

Ubicación geográfica y división político-administrativa

Figura 1. Mapa del municipio de Inírida



Fuente: Elaboración propia

El municipio de Inírida se crea bajo el Decreto 1593 del 5 de agosto de 1974, que pasa de ser corregimiento comisarial de Puerto Obando a organizarse como municipio y capital, en ese entonces, de la Comisaría del Guainía, actualmente, departamento de Guainía. Se localiza en el oriente de Colombia, en la región amazónica, en una zona de transición con la Orinoquia. El territorio municipal se sitúa aproximadamente entre los 3°15' y 3°55' de latitud norte y los 67°10' y 68°00' de longitud oeste. Su entorno regional está influenciado por grandes sistemas hídricos amazónicos y por la proximidad al complejo de humedales conocido como Estrella Fluvial Inírida, conformado por los ríos Inírida, Guaviare y Atabapo (Alcaldía de Inírida, 2024).

Según la información oficial de la Alcaldía, Inírida cuenta con una extensión total cercana a 17.000 km², de los cuales cerca de 1.000 km² corresponden al área urbana y 15.000 km² al área rural. La cabecera municipal se ubica a una altitud aproximada de 100 m s. n. m. y se constituye en el principal centro administrativo, comercial y de servicios del departamento.

Desde el punto de vista político-administrativo, el municipio se organiza en la cabecera urbana de Inírida, varios centros poblados y una amplia área rural conformada por corregimientos, inspecciones de policía y resguardos indígenas. El territorio limita al norte con las inspecciones de Arrecifal y Sapuara, al sur con el corregimiento de Puerto Colombia y Sejal, al oriente con el corregimiento de Cacahual y la República Bolivariana de Venezuela, y al occidente con los corregimientos de Morichal y Barranco Minas. Estos límites reflejan una geografía dispersa, con predominio de asentamientos rurales a orillas de ríos y caños (Alcaldía de Inírida, 2024).

Características físicas y ambientales relevantes para el riesgo de inundación

El territorio de Inírida se caracteriza por un relieve predominantemente llano, con bajas pendientes asociadas a planicies aluviales, terrazas fluviales y extensos complejos de humedales. En términos generales, las pendientes suaves favorecen la acumulación de agua en épocas de lluvia intensa, lo que incrementa la susceptibilidad a inundaciones en sectores rurales y periurbanos.

La red hídrica está dominada por los ríos Inírida, Guaviare y Atabapo, además de numerosos caños, quebradas y cuerpos de agua que se conectan con el sistema de la Estrella Fluvial Inírida. Esta densa red de drenaje configura corredores naturales de inundación que, en temporada de crecientes, pueden desbordarse e inundar planicies adyacentes y zonas de uso agropecuario.

El municipio hace parte de un contexto ecológico de alta importancia ambiental. En su territorio se localiza una porción del Sitio Ramsar Estrella Fluvial Inírida, donde se han registrado centenares de especies de flora y fauna, y una amplia diversidad de ecosistemas acuáticos y bosques de tierra firme y de galería. La combinación de suelos ácidos, alta humedad y vegetación densa genera condiciones particulares para el manejo del territorio y exige una planificación cuidadosa frente al riesgo de inundación.

Características climáticas y régimen de precipitación

El clima de Inírida es típicamente cálido-húmedo, con una temperatura media cercana a 25 °C y una marcada estacionalidad de lluvias. De acuerdo con la información climática recopilada en el Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027, el municipio presenta un periodo lluvioso principal entre

aproximadamente abril y septiembre, en el cual se registran precipitaciones mensuales que pueden oscilar entre 255 y 432 mm. Durante la temporada relativamente seca, entre finales de año y comienzos del siguiente, los valores de precipitación disminuyen y se sitúan entre 80 y 224 mm mensuales.

Caracterización agroambiental del territorio

La base económica del municipio se sustenta en sistemas productivos de pequeña escala, impulsados por comunidades indígenas y campesinas. Inírida participa con 180.597 Ha de frontera agrícola, ocupando el 55% a nivel departamental (UPRA, 2023).

Los cultivos más representativos incluyen yuca, plátano, piña, ají, arazá y maíz, generalmente en arreglos tradicionales tipo conuco. La información del PDM 2024–2027 indica que la yuca se consolida como el producto de mayor importancia, con una producción que pasó de alrededor de 1.372 toneladas en 2019 a más de 7.000 toneladas en 2021, aunque el área sembrada continúa siendo reducida frente al promedio nacional.

En cuanto a la producción pecuaria, el municipio registra inventarios modestos de bovinos, porcinos y caprinos, mientras que el inventario aviar supera las 60.000 aves, constituyéndose en el principal renglón pecuario. La pesca artesanal, tanto para autoconsumo como para comercialización, es otro componente central de la economía local y aporta de manera significativa a la seguridad alimentaria.

Estas actividades se desarrollan sobre suelos frágiles, con limitaciones químicas y físicas, y en cercanía a ríos, caños y áreas de humedal. En consecuencia, los sistemas productivos se encuentran directamente expuestos a los procesos de inundación estacional, lo que justifica la incorporación de criterios agroambientales en el análisis del riesgo.

Problemáticas ambientales asociadas al riesgo de inundación

La AAL, que es la Pérdida Anual Esperada o Average Annual Loss (en inglés), es un indicador robusto porque estima el valor económico promedio de las pérdidas asociadas a amenazas naturales y no solo su incertidumbre. De acuerdo con el Atlas de Riesgo de Colombia, el departamento del Guainía presenta uno de los valores más altos de afectación relativa por inundaciones a nivel nacional, lo que evidencia una exposición estructural del territorio a eventos hidrometeorológicos intensos. En este contexto, Inírida se ubica entre los municipios con mayores niveles de riesgo físico y fragilidad socioambiental, situación que coincide con los antecedentes históricos de inundaciones reportados en instrumentos de planificación y gestión del riesgo (UNGRD, 2018).

El municipio de Inírida registra antecedentes de eventos de inundación de alto impacto. El Plan de Desarrollo Municipal reporta que en 2018 se presentó una inundación severa que afectó a más de mil familias, miles de personas, viviendas rurales y urbanas, instituciones educativas e infraestructura de servicios. También se documentó la pérdida de hectáreas de cultivos y daños en redes eléctricas y de transporte fluvial y terrestre (Plan de Desarrollo Municipal de Inírida, 2024).

La recurrencia de estos eventos se relaciona con:

- El alto régimen de precipitación en temporada de lluvias.
- La baja pendiente del terreno y la presencia de amplias planicies de inundación.
- La proximidad de asentamientos humanos y áreas productivas a la red hídrica principal y secundaria.
- Las limitadas capacidades institucionales para la gestión del riesgo y la planificación del uso del suelo.

Estas condiciones generan impactos socioeconómicos y ambientales como pérdida de producción agropecuaria, afectación a la infraestructura comunitaria, interrupción de vías de acceso y aumento de la vulnerabilidad de la población rural e indígena frente a emergencias hidrometeorológicas.

Metodología

La modelación espacial del riesgo de inundación en el municipio de Inírida, capital del departamento de Guainía, se realizó mediante un análisis multicriterio soportado en Sistemas de Información Geográfica S.I.G en ArcGIS Pro. Este análisis permitió integrar variables topográficas e hidrológicas relevantes para caracterizar la susceptibilidad del territorio a fenómenos de inundación, conforme a los principios de ordenación agroambiental. El método aplicado integró información del relieve y del comportamiento del agua en el territorio, con el fin de evaluar la propensión a inundaciones y aportar insumos técnicos útiles para la ordenación agroambiental.

La modelación espacial del riesgo de inundación en el municipio de Inírida se desarrolló mediante un análisis multicriterio apoyado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en ArcGIS Pro. El procedimiento integró información topográfica, hidrológica y geométrica del territorio para estimar la susceptibilidad a inundaciones, siguiendo una secuencia lógica de procesamiento espacial representada en el diagrama de flujo elaborado para este estudio.

El método se estructuró en cuatro grandes etapas: preparación de datos, derivación de factores, reclasificación y estandarización e integración multicriterio. A continuación, se describe cada una.

Preparación del Modelo Digital de Elevación (DEM)

El insumo principal del análisis fue el Modelo Digital de Elevación correspondiente a la zona del departamento de Guainía.

a) Homogeneización del DEM

Se revisaron las propiedades del ráster original con el propósito de asegurar que la resolución espacial, el sistema vertical y la calidad del archivo fueran consistentes con los requerimientos del análisis. Esta verificación permitió evitar errores en los cálculos posteriores de pendiente y drenaje.

b) Proyección al sistema MAGNA-SIRGAS

El DEM fue reproyectado al sistema oficial de Colombia (MAGNA-SIRGAS Origen Nacional), lo cual asegura precisión en el cálculo de distancias, superficies y direcciones de flujo. Esta armonización es indispensable para obtener resultados confiables en los procesos hidrológicos.

c) Recorte del DEM al límite del municipio de Inírida

Se aplicó un recorte utilizando el polígono oficial del municipio, obteniendo un DEM ajustado exclusivamente al área de estudio. Esto permitió reducir tiempos de procesamiento y garantizar que todos los mapas derivados correspondieran exactamente a la jurisdicción municipal.

Generación de los factores hidrológicos y topográficos

A partir del DEM recortado, se derivaron las cuatro variables fundamentales del análisis multicriterio:

a) Pendientes

Se generó el mapa de pendiente en grados, útil para identificar zonas con baja inclinación, que normalmente presentan mayor propensión a inundarse por escorrentía limitada y acumulación de agua.

b) Dirección de flujo

El proceso asignó a cada celda una dirección hacia la cual el agua tendería a escurrir, siguiendo el gradiente topográfico. Esta capa es clave para interpretar el comportamiento del drenaje superficial.

c) Acumulación de flujo

Se calculó el número de celdas aguas arriba que descargan sobre cada punto del territorio. Las áreas con valores altos representan corredores naturales de escorrentía o zonas donde el caudal superficial converge, lo que las hace más susceptibles a desbordamientos.

d) Distancia a drenajes

A partir de la red hídrica del municipio, se generó un mapa de distancia euclidiana que permite medir el grado de exposición respecto a ríos, caños y quebradas. Cuanto menor es la distancia, mayor es la probabilidad de estar en una zona susceptible a inundaciones.

Reclasificación y estandarización de los factores

Con el fin de integrar todas las capas en un mismo modelo, fue necesario reclasificar cada factor asignando valores comunes de susceptibilidad. Este proceso permitió pasar de unidades propias (grados, número de celdas, metros) a una escala homogénea.

a) Reclasificación de pendientes

Las pendientes suaves se asignaron a categorías de mayor susceptibilidad, mientras que las pendientes fuertes recibieron valores bajos debido a la menor probabilidad de acumulación de agua.

b) Reclasificación de dirección de flujo

Se asignaron ponderaciones a las celdas con direcciones que favorecen la convergencia del agua hacia zonas bajas.

c) Reclasificación de acumulación de flujo

Las áreas con mayor acumulación recibieron valores altos de susceptibilidad, dado que concentran el drenaje proveniente de zonas elevadas.

d) Reclasificación de distancia a drenajes

Los sectores más próximos a cuerpos de agua se clasificaron con valores altos, reflejando el riesgo asociado al desbordamiento o inundación por incremento del nivel de los ríos.

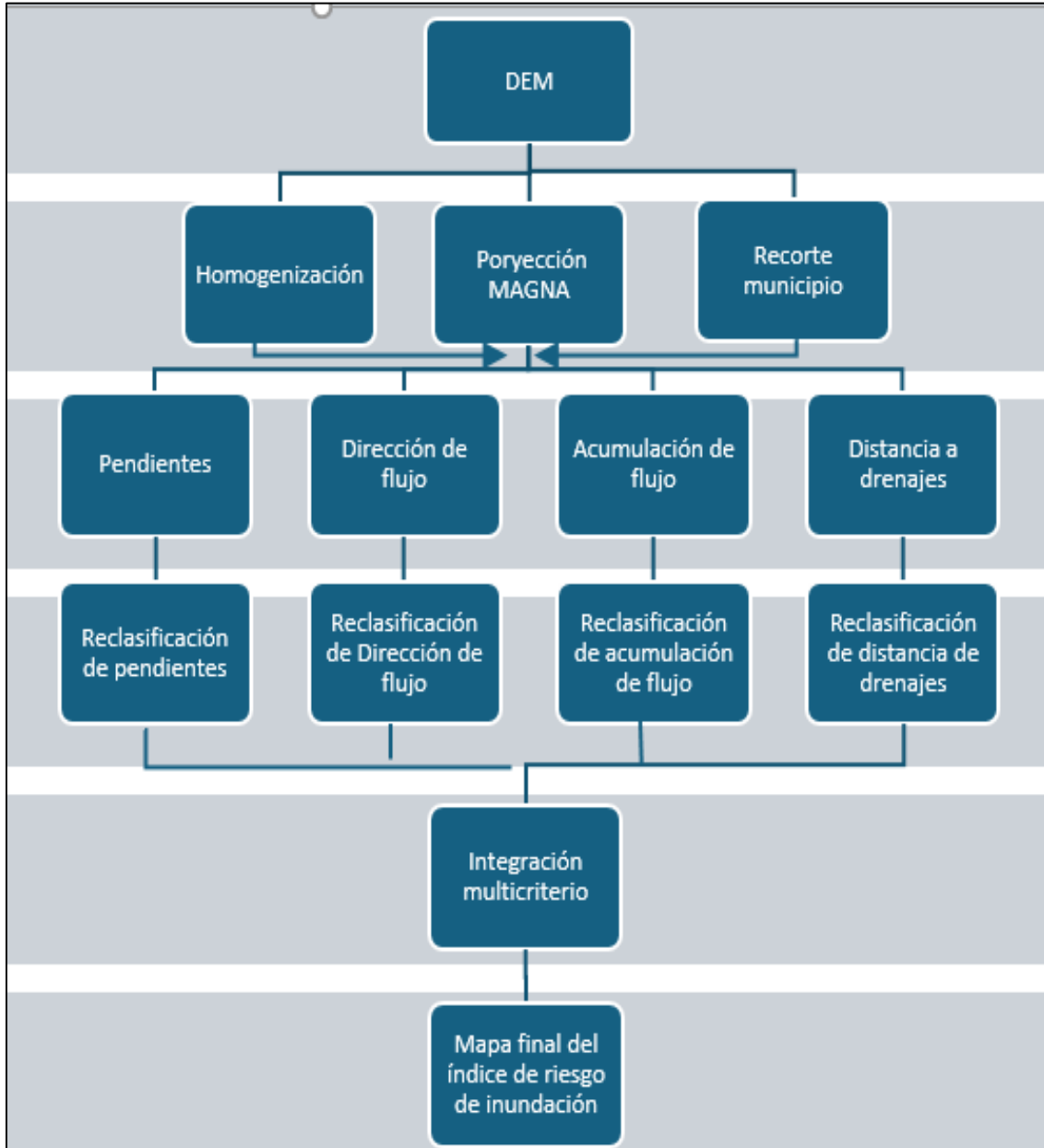
Integración multicriterio

Una vez estandarizadas las capas, se integraron mediante un proceso de suma ponderada, basado en la relevancia asignada a cada factor dentro del riesgo de inundación. Las ponderaciones se definieron considerando la bibliografía consultada en la Fase 6 y los criterios hidrológicos de mayor uso en estudios de inundación.

El procedimiento consistió en multiplicar cada factor por su peso y posteriormente sumar los resultados, generando una capa final continua que representa el Índice de Riesgo de Inundación para el municipio de Inírida.

El proceso metodológico culminó con la integración de los factores mediante una suma ponderada, lo que permitió generar una superficie continua de susceptibilidad. Este procedimiento constituyó la base técnica para la representación cartográfica del riesgo de inundación, cuyos resultados se presentan en la sección correspondiente.

Figura 2. Procesos aplicados en la modelación agroambiental



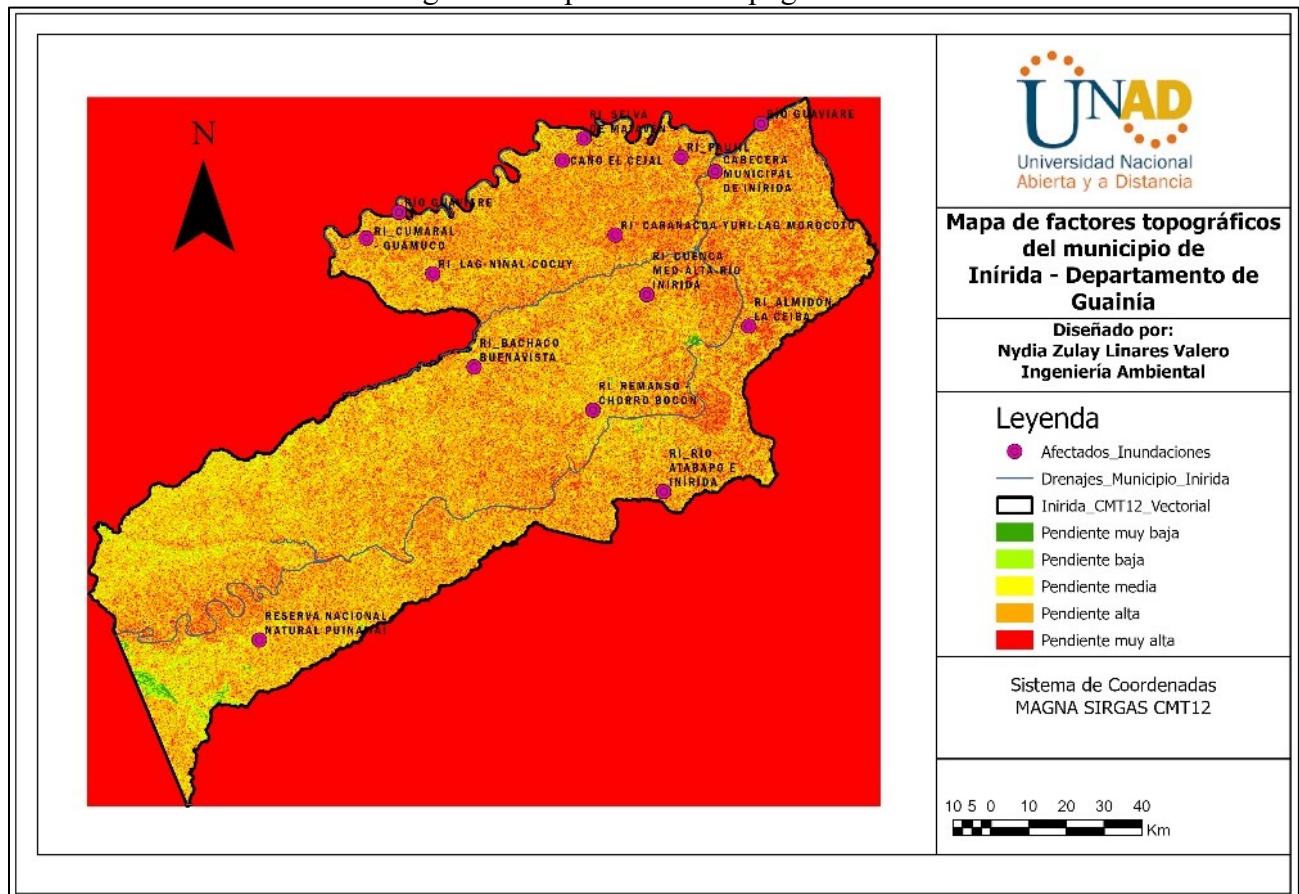
Resultados

A continuación, se presentan los productos derivados a partir del análisis multicriterio desarrollado para la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Inírida, departamento de Guainía. Los resultados obtenidos son la representación espacial de los factores topográficos e hidrológicos que sustentan el modelo, específicamente la pendiente del terreno, la distancia a la red de drenaje y la acumulación de flujo.

A partir de estos se genera el mapa final del índice de riesgo de inundación y su respectiva tabla de áreas por categoría, los cuales permiten interpretar de manera integrada la distribución territorial del riesgo, así como la dinámica espacial asociada al comportamiento hídrico y a las condiciones físicas del territorio municipal de Inírida.

Mapa de factor topográfico del municipio de Inírida

Figura 3. Mapa de factor topográfico



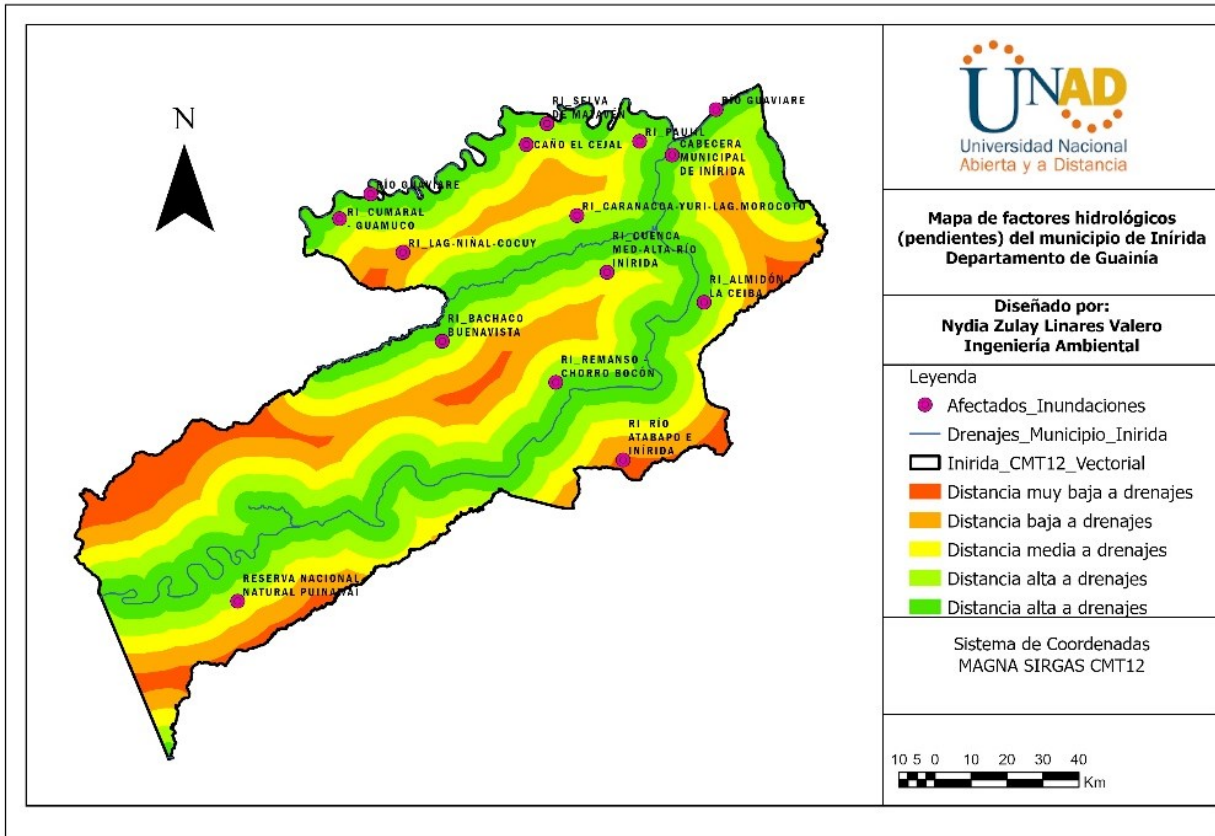
Fuente: Origen de datos de las veredas y resguardos indígenas son extraídos del archivo Base de datos vectorial básica de la página <https://www.colombianmapas.gov.co/>

En este mapa se plasma la distribución espacial de las pendientes del municipio de Inírida, clasificadas en cinco categorías: muy bajas, bajas, medias, altas y muy altas. Predominan las

pendientes bajas y muy bajas, asociadas a áreas extensas de relieve plano, mientras que las pendientes medias y altas se concentran en sectores puntuales, principalmente hacia los bordes del territorio. La pendiente del terreno controla el desplazamiento del agua superficial y favorece su acumulación en zonas de baja inclinación, aumentando la probabilidad de inundación.

Mapa de factores hidrológicos del municipio de Inírida

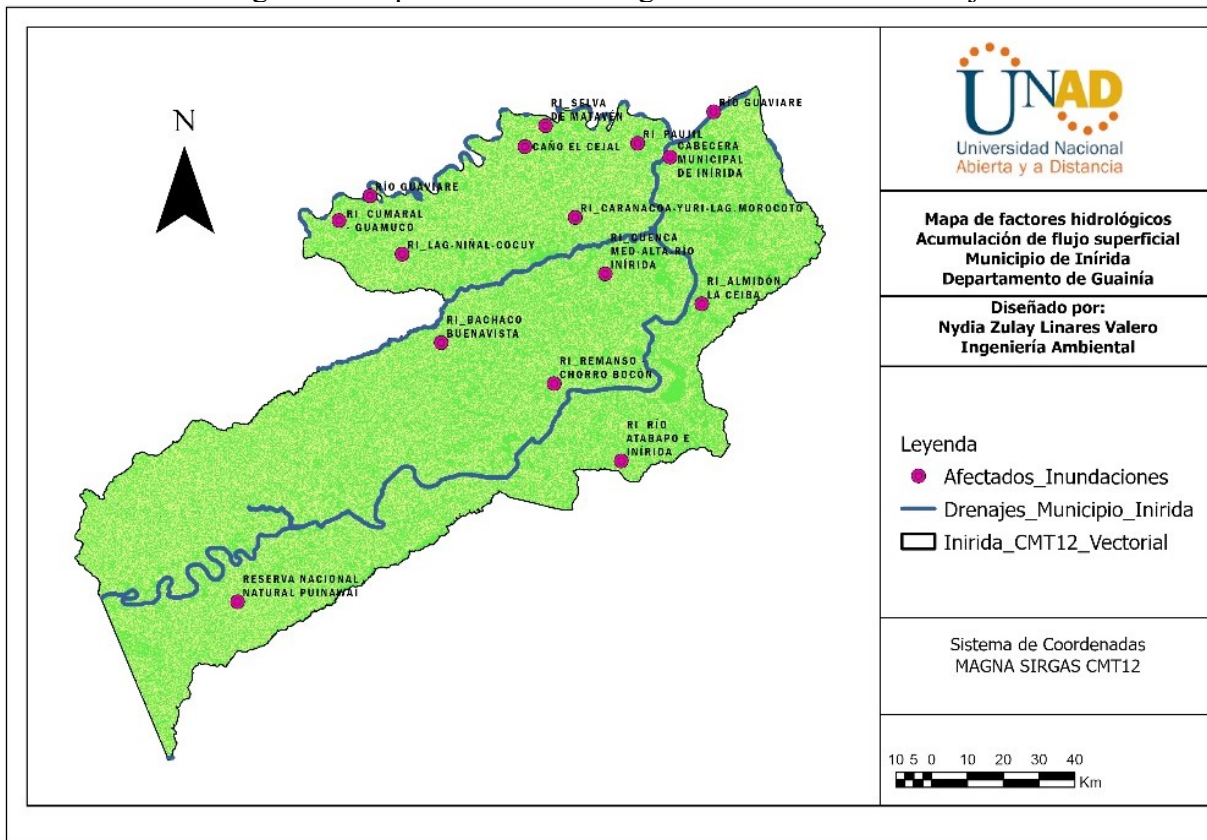
Figura 4. Mapa de factor hidrológico – distancia de drenajes



Fuente: Origen de datos de las veredas y resguardos indígenas son extraídos del archivo Base de datos vectorial básica de la página <https://www.colombianmapas.gov.co/>

El mapa de distancia a drenajes representa la proximidad relativa del territorio a ríos y caños principales del municipio de Inírida. Las categorías más bajas corresponden a áreas cercanas a la red hídrica, mientras que las más altas indican zonas progresivamente alejadas. Esta variable permite reconocer sectores con mayor interacción directa con los sistemas de drenaje. Su uso aporta al análisis espacial del riesgo asociado a la dinámica hídrica superficial.

Figura 5. Mapa de factor hidrológico – acumulación de flujo

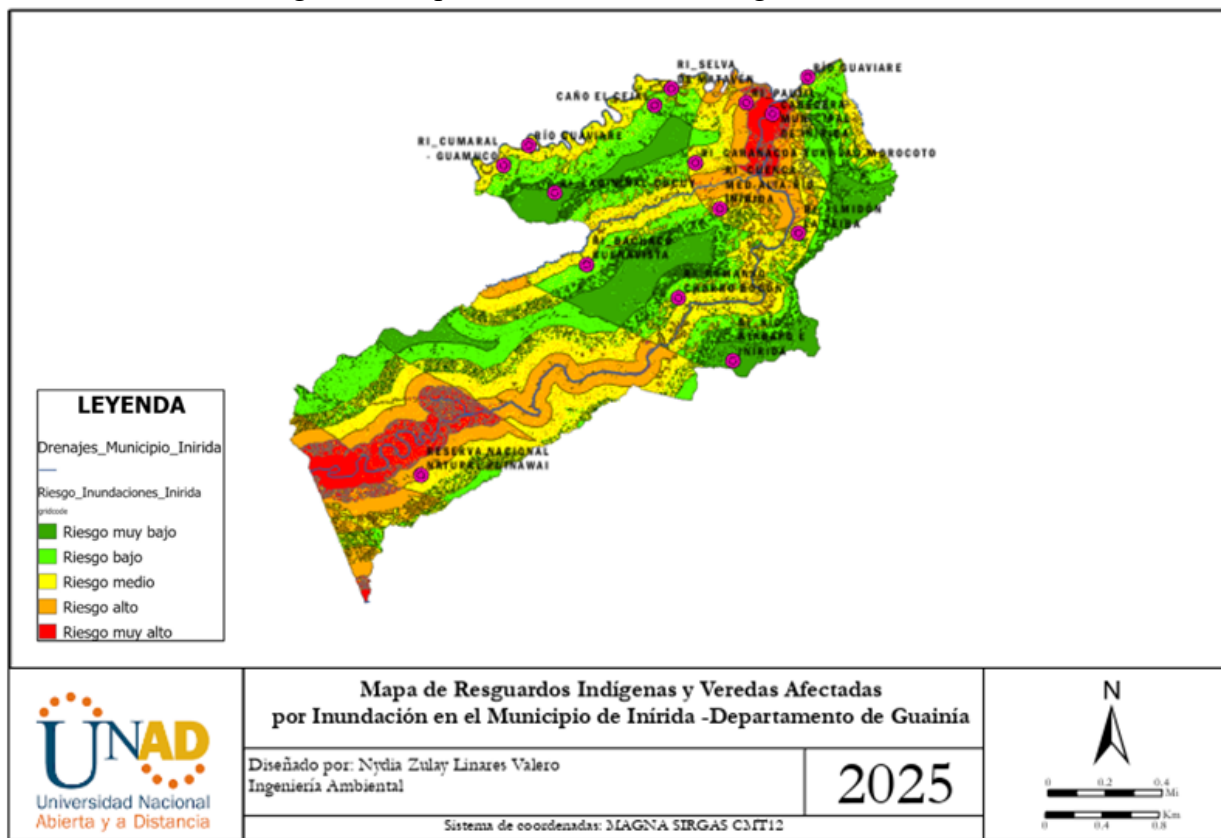


Fuente: Origen de datos de las veredas y resguardos indígenas son extraídos del archivo Base de datos vectorial básica de la página <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

El mapa de acumulación de flujo muestra la distribución espacial de las áreas donde el escurrimiento superficial tiende a concentrarse dentro del municipio de Inírida. Los tonos más intensos se asocian a los cauces y zonas de convergencia del drenaje, mientras que los tonos claros corresponden a superficies con escasa concentración del flujo. Este patrón permite reconocer corredores de conducción hídrica relevantes para el análisis hidrológico del territorio.

Mapa final del índice de riesgo de inundación

Figura 6. Mapa final del índice de riesgo de inundación



Fuente: Origen de datos de las veredas y resguardos indígenas afectados son extraídos del archivo Base de datos vectorial básica de la página <https://www.colombiainmapas.gov.co/>

El mapa de riesgo de inundación del municipio de Inírida representa la distribución espacial del riesgo a partir de cinco categorías diferenciadas por color, resultado del análisis multicriterio y la posterior conversión a formato vectorial con disolución por clase de riesgo. Cada color expresa una intensidad creciente del riesgo, asociada principalmente a la cercanía a drenajes, acumulación de flujo, topografía y condiciones físicas del territorio:

Verde oscuro – Riesgo muy bajo: corresponde a áreas más elevadas o con menor influencia directa de los sistemas hídricos. Presentan baja probabilidad de inundación incluso en eventos extremos. En esta categoría se incluyen algunas áreas pertenecientes al Resguardo Indígena Laguna Niñal-Cocuy y al Resguardo Indígena Río Atabapo-Inírida, la mayor parte de los barrios del casco urbano, así como algunas fincas ubicadas en zonas de tierra firme sobre el río Guaviare.

Verde claro – Riesgo bajo: zonas con cierta cercanía a drenajes secundarios o condiciones topográficas moderadas, donde las inundaciones pueden ocurrir de forma ocasional. En esta categoría se incluyen algunas áreas de los resguardos indígenas Cumaral-Guamuco, Bachaco-Buenavista, Remanso-Chorrobocón, Laguna Niñal-Cocuy y Río Atabapo-Inírida, así como algunas viviendas localizadas en barrios del casco urbano como Primavera II y Berlín, y fincas situadas en zonas aledañas al río Guaviare.

Amarillo – Riesgo medio: áreas de transición que combinan proximidad a cauces, pendientes suaves y acumulación de escorrentía, con una probabilidad recurrente de inundación. En estas zonas se identifican áreas pertenecientes a los resguardos indígenas Remanso-Chorrobocón, Bachaco-Buenavista, Cumaral-Guamuco, Cuenca Media-Alta del río Inírida (CMARI), Caranacoa-Yuri-Laguna Morocoto, Almidón-La Ceiba, Coco-Coayare y Paujil-Limonar; la vereda Coco Nuevo; viviendas de barrios del casco urbano como La Esperanza, Zona Indígena, Paraíso, Primavera I y Caño Conejo; además de las ocupaciones de hecho y algunas fincas ubicadas en inmediaciones del río Guaviare.

Naranja – Riesgo alto: zonas directamente influenciadas por los principales cuerpos de agua, con alta frecuencia de desbordamientos en temporadas de lluvias intensas. En esta categoría se reconocen algunos sectores del Resguardo Indígena CMARI que traslapan con la Reserva Nacional Natural Puinawi, así como algunas áreas de los resguardos Caranacoa-Yuri-Laguna Morocoto, Paujil-Limonar, Almidón-La Ceiba y Coco-Coayare. También se incluyen algunas viviendas ubicadas en barrios del casco urbano como La Esperanza, Zona Indígena, Paraíso, Primavera I y Caño Conejo, ocupaciones de hecho y fincas localizadas en zonas aledañas al río Guaviare.

Rojo – Riesgo muy alto: áreas críticas asociadas al cauce principal del río Inírida y Río Guaviare (bajo Guaviare) y extensas zonas de planicie aluvial, donde las inundaciones son recurrentes, prolongadas y de mayor impacto. En esta categoría se identifican algunas áreas del alto río Inírida pertenecientes al Resguardo Indígena CMARI con traslapes sobre la Reserva Nacional Natural Puinawi, así como algunos sectores de los resguardos indígenas Paujil-Limonar y Coco-Coayare, la vereda Coco Nuevo, algunas viviendas de barrios como La Esperanza, Zona Indígena, Paraíso, Primavera I y Caño Conejo, además de las ocupaciones de hecho y otras fincas cercanas al río Guaviare.

Tabla 1. Áreas por categoría de riesgo

Categoría de Riesgo	Área (Km ²)	% del municipio
Riesgo muy bajo	2273,23	14,27%
Riesgo bajo	4705,37	29,53%
Riesgo medio	4528,12	28,41%
Riesgo alto	3168,29	19,88%
Riesgo muy alto	1260,70	7,91%

La tabla de resultados cuantifica la superficie ocupada por cada categoría de riesgo, expresada en kilómetros cuadrados y en porcentaje respecto al área total del municipio, que es de 15.935,71 km² (Alcaldía de Inírida, 2024). Los datos muestran una distribución diferenciada del riesgo:

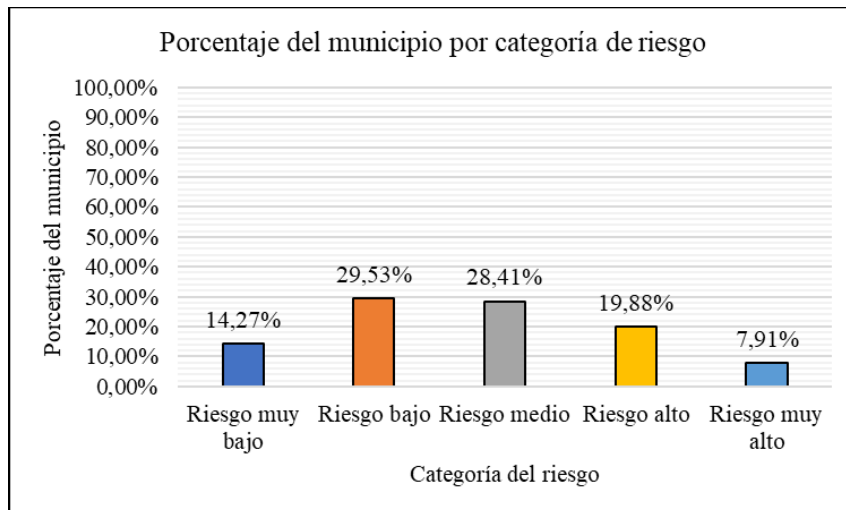
El riesgo bajo (29,53%) y el riesgo medio (28,41%) concentran más de la mitad del territorio municipal, lo que indica que amplias zonas presentan condiciones que permiten la ocupación y el uso del suelo, pero con restricciones técnicas y de planificación.

El riesgo alto (19,88%) representa una porción significativa del municipio, evidenciando una alta exposición de áreas potencialmente habitadas o productivas.

El riesgo muy bajo (14,27%) corresponde a sectores con mayor estabilidad física.

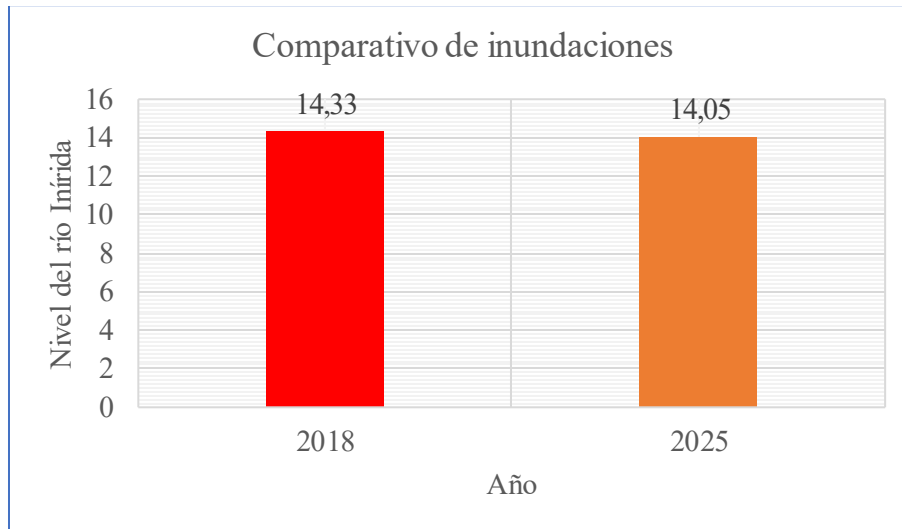
El riesgo muy alto (7,91%), aunque menor en extensión, coincide con áreas estratégicas desde el punto de vista ambiental y social, debido a su relación directa con el sistema fluvial.

Figura 7. Porcentaje del municipio por categoría de riesgo



Las categorías baja y media dominan la distribución espacial del riesgo. Las categorías alta y muy alta concentran cerca del 28% del territorio, lo que representa una presión considerable sobre la planificación urbana, rural y ambiental. El riesgo muy alto, aunque menor en extensión, destaca por su relevancia en términos de impacto potencial.

Figura 8. Comparativo histórico de inundaciones



La gráfica muestra una variación leve pero persistente en los niveles del río Inírida, pasando de 14,33 metros (OCHA, 2018) en 2018 a 14,05 metros en 2025 (Gobernación de Guainía, 2025). Aunque, en apariencia, esta diferencia numérica no es extrema, sí refleja un comportamiento hidrológico que mantiene niveles elevados, suficientes para sostener escenarios de inundación recurrente, especialmente en zonas de planicie aluvial que afectan toda la dinámica socio-cultural, económica y ambiental del territorio.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos, evidencia que el municipio de Inírida presenta una condición estructural de exposición a inundaciones, determinada por su localización en una zona de transición amazónica-orinoquense y su estrecha relación con el sistema fluvial.

La predominancia de categorías de riesgo bajo y medio indica que gran parte del territorio puede ser utilizada, siempre que se adopten medidas de manejo, adaptación y ordenamiento, mientras que la extensión del riesgo alto y muy alto evidencia zonas donde la ocupación humana y las actividades productivas requieren restricciones severas o enfoques de uso compatibles con la dinámica natural del agua.

La concentración del riesgo muy alto en áreas cercanas al cauce principal confirma que las inundaciones no son eventos excepcionales, sino procesos recurrentes que condicionan la vida social, económica y ambiental del municipio. Esto refuerza la necesidad de integrar la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial, la planificación del suelo rural y urbano, y las estrategias de adaptación al cambio climático.

De esta manera, los resultados permiten sustentar técnicamente decisiones de planificación, priorización de intervenciones y definición de usos del suelo acordes con la realidad física del territorio

Conclusiones

La distribución espacial del riesgo de inundación en el municipio de Inírida evidencia una relación directa con la dinámica fluvial y la configuración física del territorio. El análisis permitió identificar que las zonas de mayor susceptibilidad se concentran en las riberas del río Inírida, el Guaviare y sus principales drenajes, donde predominan pendientes suaves y amplias llanuras aluviales. En estos sectores se concentran resguardos indígenas, veredas y asentamientos humanos que históricamente han experimentado afectaciones recurrentes durante las temporadas de lluvias. En contraste, las zonas ubicadas en áreas de mayor elevación relativa y tierra firme presentan niveles bajos de riesgo, lo que confirma la influencia determinante de la topografía en la ocurrencia de inundaciones en este contexto amazónico.

El uso de herramientas Sistemas de Información Geográfica y del análisis multicriterio demostró ser pertinente y eficaz para modelar la susceptibilidad del territorio frente a inundaciones. La integración estructurada de variables como pendientes, dirección de flujo, acumulación de flujo y distancia a drenajes permitió obtener un mapa de riesgo coherente con las condiciones territoriales observadas, así como con los eventos históricos registrados y con la distribución espacial de comunidades rurales, indígenas y áreas urbanas expuestas. La metodología aplicada facilitó la representación espacial del fenómeno, aportó precisión en la evaluación del territorio y generó productos replicables para futuras actualizaciones o estudios complementarios orientados a la gestión ambiental y la planificación.

Los resultados obtenidos ofrecen insumos valiosos para orientar acciones de gestión del riesgo y ordenamiento agroambiental en Inírida. La identificación de zonas con riesgo alto y muy alto permite focalizar acciones preventivas y de manejo en resguardos indígenas, veredas y sectores urbanos asentados en áreas inundables, así como orientar decisiones relacionadas con infraestructura, actividades productivas y conservación de ecosistemas estratégicos. Del mismo modo, el mapa de riesgo constituye una herramienta estratégica para la toma de decisiones municipales, al facilitar la delimitación de zonas de protección, la planificación del uso del suelo y la formulación de proyectos orientados a reducir afectaciones futuras, especialmente en un territorio con alta dependencia de la dinámica hídrica.

Recomendaciones

Priorizar la actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) incorporando el mapa de riesgo por inundación como insumo técnico obligatorio. Los resultados evidencian que extensas áreas del municipio presentan alta susceptibilidad a inundaciones por su dinámica

hidrosedimentaria y su baja elevación. La ausencia de un EOT actualizado dificulta la toma de decisiones en materia de localización de infraestructura estratégica, expansión urbana y asignación de usos del suelo. Por lo tanto, se recomienda que la Administración Municipal, con acompañamiento de la Gobernación, CDA y entidades del nivel nacional, adopte la actualización del EOT (Concejo Municipal de Inírida, 2000) como una prioridad, integrando información geoespacial, escenarios de riesgo y criterios de ordenamiento agroambiental en concertación con los resguardos indígenas como autoridades territoriales y ambientales presentes en el municipio, de manera que el EOT refleje la diversidad institucional y cultural del territorio, lo que permitirá reducir daños futuros y orientar un desarrollo acorde con la realidad etno-ecológica del territorio.

Establecer y delimitar Zonas de Protección y Regulación Hídrica en sectores identificados con riesgo alto y medio. Los mapas obtenidos permiten definir áreas que, por su topografía plana y cercanía a la red hidrográfica, no son aptas para la localización de viviendas, infraestructura vial ni equipamientos públicos. Se recomienda implementar una zonificación ambiental que defina:

- Zonas de exclusión para infraestructura nueva,
- Franjas de protección de drenajes,
- Corredores de movilidad ecológica,
- Áreas para restauración en zonas de inundación recurrente.

Adoptar criterios de ordenamiento agroambiental para sistemas productivos rurales, orientados a reducir la exposición de los cultivos y las familias campesinas. Dado que gran parte de la producción agropecuaria del municipio se desarrolla en planicies susceptibles a inundación, se recomienda promover:

- Sistemas agroforestales de base amazónica que permitan mayor resiliencia del suelo,
- La migración progresiva de cultivos permanentes hacia áreas de menor riesgo,
- El uso de prácticas de manejo adaptativo como drenajes controlados, manejo de rondas y diversificación productiva.

Reubicar infraestructura crítica proyectada o existente que se localiza en zonas de riesgo alto. El municipio ha planteado necesidades de ampliación o renovación en infraestructura como la Planta de Beneficio, PTAR, zonas de expansión urbana y un eventual proyecto aeroportuario. Se recomienda que la localización de estos equipamientos se sustente obligatoriamente en análisis geoespacial y multicriterio, evitando decisiones que incrementen la exposición al riesgo. La infraestructura que ya opera en zonas inundables debe priorizar planes de reubicación o de adecuación hidráulica con soluciones basadas en la naturaleza.

Fortalecer la gestión del riesgo municipal mediante la integración de la información geoespacial en los instrumentos de planificación. El mapa de riesgo debe incorporarse al Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres y servir como herramienta para:

- La identificación de comunidades prioritarias,
- La formulación de proyectos de mitigación,
- La gestión de recursos ante el SNGRD,

- La articulación con el PDM y el futuro EOT.

Además, se recomienda reconocer y fortalecer el rol de los resguardos indígenas como autoridades territoriales y ambientales en la gestión del riesgo, promoviendo su participación activa en la actualización de la cartografía con datos de precipitación reciente, posibles variaciones hidrológicas, nuevos desarrollos urbanos y la articulación con el Sistema Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.

Implementar monitoreos hidrometeorológicos comunitarios y fortalecer los sistemas de alerta temprana. Inírida carece de estaciones hidrométricas con cobertura suficiente para anticipar eventos de creciente. Se recomienda fortalecer las redes de monitoreo, integrar observación comunitaria y vincular estos insumos al análisis SIG, favoreciendo la toma de decisiones rápidas y acertadas durante temporadas de precipitación intensa.

Diseñar lineamientos de ocupación del territorio que promuevan una relación armónica entre la cultura local, los ecosistemas amazónicos y la dinámica hídrica natural. El territorio de Inírida, por su condición amazónica, requiere estrategias de ocupación que respeten los ciclos de inundación natural y que aprovechen las funciones ecológicas de estos eventos. Se recomienda incorporar al EOT lineamientos específicos para:

- Viviendas adaptadas a inundación,
- Infraestructura verde y soluciones basadas en ecosistemas,
- Conservación de humedales y áreas inundables,
- Estrategias de educación y apropiación comunitaria sobre el uso responsable del territorio.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Inírida. (2012). Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres PMGRD. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/418/PMGR%20Inirida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alcaldía de Inírida. (2024). Información del municipio. <https://www.iniridaguainia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Ávila, D. Bautista, P. y Medina, Z. (2021). *Análisis del nivel de precipitaciones, mediante la elaboración de curvas IDF y mapas de isohietas para el estudio de climatología en el departamento de Caquetá, Putumayo y Amazonas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia] Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/34062>

Barahona Cantor, E. L. (2024). Análisis de modelos de regresión logística para la identificación de susceptibilidad a deslizamientos en la cuenca hidrográfica del río Guayuriba, Colombia. *Análisis Geográficos*, 57(1), 8 - 27. https://www.igac.gov.co/sites/default/files/2024-10/Revista_Analisis_Geograficos_57_Dig.pdf

Bernal, L. y Grajales, M. (2019). *Modelación espacial del riesgo de Desastres Naturales en Colombia 2010-2016*. [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Archivo digital. <http://hdl.handle.net/11349/14741>

Berzal, I. (2025). *Análisis del riesgo de inundación en el entorno fluvial urbano de Ponte Caldelas, Galicia*. [Tesis de Master, Universidad Zaragoza] Archivo Digital. <https://z Guan.unizar.es/record/164276/files/TAZ-TFM-2025-1320.pdf?version=1>

Concejo Municipal De Inírida. (2000). Proyecto de Acuerdo N°. 017 de diciembre 30 de 2000, por lo cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Inírida, Guainía. <https://www.inirida-guainia.gov.co/Ciudadanos/ProyectosNormatividad/Proyecto%20de%20Acuerdo%20N%C2%B0%20017%20de%202000.pdf>

Departamento Nacional de Planeación (2018). Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/IndiceMunicipaldeRiesgodeDesastres.pdf>

Garijo, C. (2020). *Impacto del Cambio climático sobre los eventos extremos de precipitación e inundaciones para el diseño de infraestructuras hidráulicas*. [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid] Dialnet. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.65574>

Gobernación del Guainía. (2025). Decreto 388 del 14 de julio de 2025, por el cual se declara la alerta roja en todo el territorio del Guainía por incremento crítico y peligroso de los niveles de los ríos Guaviare e Inírida, y se adoptan medidas urgentes para la protección de la vida, los bienes y los medios de vida de la población. https://guainia.micolombiadigital.gov.co/sites/guainia/content/files/001613/80621_decreto-38814-julio-2025_alerta-roja-gobernacion.pdf

Gómez, A. y Caviedes, J. (2024). *Análisis de riesgo por inundación aplicando el análisis multicriterio de ordenamiento agroambiental con base en sistemas de información geográfica en el municipio de Chaparral, departamento del Tolima*. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65486/1/jacaviedesd.pdf>

Infoamazonía. (2018, 6 de agosto). Guainía está inundado y pide ayuda. <https://infoamazonia.org/es/2018/08/06/guainia-esta-inundado-y-pide-ayuda/>

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2014). *Zonificación ambiental y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, creada mediante la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Guainía, Vaupés y Amazonas. Informe final del Convenio 118 de 2013. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Grupo de Gestión de Información Ambiental y Zonificación del Territorio: Amazonia Colombiana GIAZT*. https://siatac.co/Documentos/estudios/zonificacion_ambiental_de_ley_segunda_de_1959_fases/resultados/fase_4b/Caracterizaci%C3%B3n%20AE.pdf

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2020). *Metodología de Zonificación para Áreas de Desarrollo Agroambiental en los Departamentos de Caquetá, Guaviare y Meta a Escala 1:25.000*. <https://www.sinchi.org.co/files/PUBLICACIONES%20DIGITALES/Documentos%20de%20debate/10%20metodologia%20de%20zonificacion.pdf>

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2024). *Taller participativo en Inírida, Guainía*. <https://siatac.co/atlas-voces-del-territorio-de-inirida/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2024). Informe técnico diario 29 de enero de 2024 - Boletín 029. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-02/029_itd_enero_29_2024.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2024, 12 de diciembre). *El IDEAM presenta nuevas proyecciones climáticas para Colombia: Escenarios de Cambio Climático al 2100*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/el-ideam-presenta-nuevas-proyecciones-climaticas-para-colombia-escenarios-de-cambio-climatico-a>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2025, 09 de agosto). Condiciones Hidrometeorológicas Actuales – Boletín No. 0604. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2025-08-09/0604_bch_agosto_09_2025_0000.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Servicio Geológico Colombiano-SGC. (s.f.). *Guía para el uso del Componente en Sistemas de Información Geográfica – SIG para la implementación práctica de la Guía Metodológica para la identificación de Zonas Potenciales de Recarga de Acuíferos. Versión 2.0*. <https://www.andi.com.co/Uploads/ANEXO%201%20ManualS>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Nacional de modelación del recurso hídrico para agua superficiales continentales*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/15.-Anexo-15-Guia-Nacional-de-Modelacion-del-Recurso-Hidrico.pdf>

OCHA. (2018, 3 de agosto). Colombia – *Emergencia por inundaciones en el departamento de Guainía Flash Update No. 1 (08/03/2018)*. <https://reliefweb.int/report/colombia/colombia-emergencia-por-inundaciones-en-el-departamento-de-guain-flash-update-no-1>

Ortega, G., Casas, P. y Pineda, L. (2020). *Análisis en el nivel de precipitaciones por medio de la elaboración de los mapas de isohietas y curvas IDF (intensidad, duración, frecuencia) del departamento de Guaviare, Guainía y Vaupés*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia] Archivo digital <https://hdl.handle.net/20.500.12494/34577>

Osorio, L. Mas, J-F., Guerra, F. y Maass, M. (2015). Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyoquilla, Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. 2015(88), 60-74. <https://doi.org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.14350/rig.43853>

Páez, A. y Sosa, L. (2020). *Estructuración de un sistema de gestión ambiental con base en el documento técnico del ministerio de ambiente (SIGAM) para Inirida, Guainía*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Bosque] Archivo digital. <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/3148bfa9-2b1a-454a-a957-8f2dde11b9f6/content>

Procuraduría General de la Nación Colombia. (2025, 31 de julio). *Ante emergencia invernal en Guainía, Procuraduría urge por actualización e implementación de instrumentos esenciales para la gestión del riesgo de desastres*. <https://www.procuraduria.gov.co/Pages/ante-emergencia-invernal-guainia-procuraduria-urge-actualizacion-implementacion-instrumentos-gestion-riesgos.aspx>

Quiroz, R. (2017). Otra modernidad, otra geografía: una interpretación crítica de las influencias y orientaciones geográficas de José Carlos Mariátegui. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. 2017(94), 138-149. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.14350/rig.57335>

Sistema único de información normativa. (1974, 5 de agosto). Decreto 1593 del 05 de agosto de 1974, por el cual se crea el municipio de Inírida de la Comisaría del Guainía. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1314634>

Torres, F., Padilla, J. Rodríguez, C. Ramírez, H. y Cantero, R. (2016). La modelación hidrodinámica para la gestión hídrica del embalse del Guájaro, Colombia. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 32(3), 163-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2015.04.001>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2023). *Guainía Microanálisis Evaluaciones agropecuarias – EVAs*. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/GUAIN%C3%8DA/3-%20Microan%C3%A1lisis%20Evaluaciones%20agropecuarias%202023-Guain%C3%ADa.pdf

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2018). *Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes*. https://www.andi.com.co/Uploads/Atlas_Riesgo.pdf

Enlace de sustentación

Análisis multicriterio del riesgo de inundación en el municipio de Inírida: https://youtu.be/7dJHW_NMkow