

Identificación del riesgo de inundación en el municipio de Arauquita, del departamento de Arauca, mediante la implementación de un Modelo de Análisis Multicriterio en Sistemas de Información Geográfica

Luisa Fernanda Gaviria Castañeda - lfgaviriaca@unadvirtual.edu.co
Edner Yohany Ortiz Mendoza - eyortizm@unadvirtual.edu.co
Yeimy Lorena Amézquita Gordillo - yamezquitag@unadvirtual.edu.co
Paula Andrea Delgado Bedoya - padelgadob@unadvirtual.edu.co
Lorena Marcely Vega Marín - lmvegamar@unadvirtual.edu.co
Evangelina Parra Pérez - Evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

El estudio tuvo como objetivo identificar y clasificar cualitativamente las áreas con riesgo de inundación en el municipio de Arauquita, Arauca. Este territorio se caracteriza por su relieve plano, la presencia de numerosos ríos y caños, y una alta susceptibilidad a inundaciones, condiciones que justifican su selección como área de estudio al representar un escenario crítico para la gestión del riesgo y la planificación territorial.

La investigación se desarrolló mediante un modelo de Análisis Multicriterio A.M.C en Sistemas de Información Geográfica S.I.G, empleando ArcGIS Pro. Se integraron cinco factores ambientales: modelo digital de elevación D.E.M, pendiente, precipitación, distancia a drenajes principales y cobertura del suelo. El proceso incluyó la preparación, estandarización y recorte de capas; la generación de drenajes a partir del análisis hidrológico; la reclasificación de variables en una escala común de riesgo; y su integración mediante suma ponderada. Los resultados permitieron generar un mapa final de riesgo de inundación clasificado en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Se evidenció que las zonas con mayor riesgo se concentran en áreas de baja altitud, cercanas a drenajes principales y con coberturas susceptibles, constituyendo un insumo clave para la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial del municipio.

Palabras claves: análisis multicriterio, gestión del riesgo, ordenamiento territorial, drenajes, cartografía digital.

Introducción

El cambio climático ha aumentado la inestabilidad relacionada con el agua y el clima en muchas partes del mundo, resultando en una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos extremos, como lluvias fuertes e inundaciones. En Colombia, el departamento de Arauca ha sufrido especialmente debido a estas circunstancias, a causa de su localización y características del entorno. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2025), la susceptibilidad de esta área frente a inundaciones es más alta en lugares cercanos a ríos y donde los suelos tienen mala capacidad de drenaje.

El municipio de Arauquita, ubicado en zonas de llanura con múltiples cuerpos de agua, es altamente vulnerable a las inundaciones en temporadas de fuertes lluvias. Estas emergencias no solo ponen en peligro a los habitantes, sino que también afectan la infraestructura, los servicios

públicos y las actividades económicas de la región. Por lo tanto, es fundamental estudiar las inundaciones e incorporar los hallazgos en los planes de desarrollo y en el Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T para estructurar el territorio de manera segura, proteger los medios de vida y garantizar una respuesta efectiva ante eventos hidrometeorológicos severos (Consejo Municipal de Arauca, 2015).

En este escenario, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas esenciales para gestionar riesgos y planificar el territorio, ya que permiten recolectar, almacenar, analizar y mostrar información geoespacial. Los SIG ayudan a identificar áreas vulnerables, evaluar la exposición y la fragilidad, así como a modelar posibles escenarios futuros. También respaldan la toma de decisiones acertadas, contribuyendo a un desarrollo más seguro y sostenible a través de la planificación urbana, la gestión de emergencias, una asignación eficiente de recursos y la mitigación de riesgos (Instituto INESDI, 2025).

A través del (SIG) se facilita la planificación de ciudades, evitando que se construya en zonas de alto riesgo y apoyando el desarrollo de infraestructuras para contener agua. También permiten crear simulaciones de diferentes situaciones de inundación, mejorar las rutas de evacuación y preparar planes de emergencia más eficaces. La unión de datos antiguos y actuales ayuda a tomar decisiones más acertadas, mejorando la capacidad de reacción y la resistencia de las comunidades ante situaciones hidrometeorológicas (Geoavance, 2025).

El propósito de esta actividad es utilizar un modelo de evaluación multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el fin de crear un mapa que indique el riesgo de inundaciones en el municipio de Arauquita (Arauca). Con base en este análisis, se efectuará una primera evaluación de las áreas más vulnerables, señalando regiones que necesitan atención prioritaria en la gestión del medio ambiente y la planificación del territorio.

Objetivos

General

Identificar las áreas con riesgo de inundación en el municipio de Arauquita, del departamento de Arauca, mediante la aplicación de un modelo de análisis multicriterio en S.I.G

Específicos

Describir las variables ambientales y territoriales que pueden influir en el riesgo de inundación, aplicando conceptos de impacto ambiental.

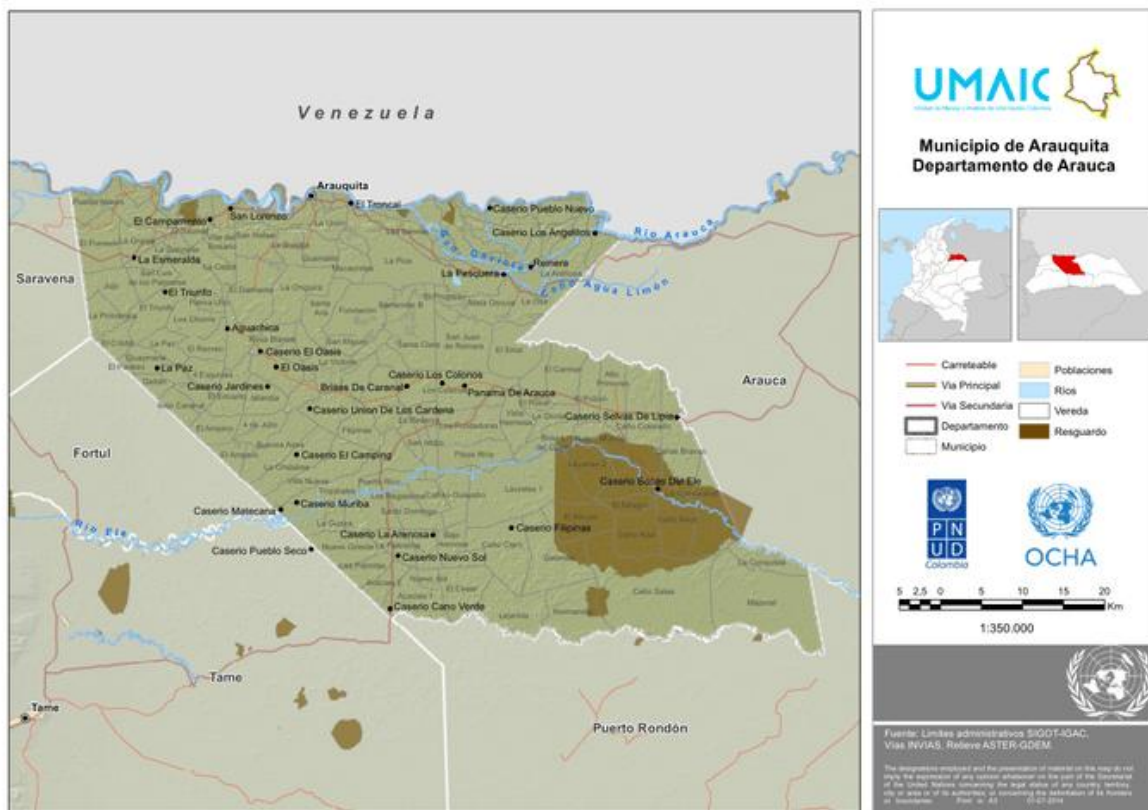
Implementar un modelo de análisis multicriterio en S.I.G, realizando ponderación y combinación de criterios para la modelación espacial del riesgo de inundación, conforme a los principios del ordenamiento agroambiental del territorio

Generar un producto cartográfico digital de riesgo de inundación, identificando las áreas de bajo, medio, alto riesgo del municipio de Arauquita, para la elaboración de un análisis técnico con mapas, cálculos geométricos e interpretación analítica.

Identificación del caso de estudio

El municipio de Arauquita se encuentra ubicado en el departamento de Arauca y abarca alrededor de 3.281 km². En términos geográficos, está localizado en la orilla derecha del río Arauca, en la zona norte y central de la región. Este municipio pasa por la cuenca del Orinoco; su área tiene muchos ríos, canales, lagos y zonas húmedas, lo que demuestra una gran cantidad de agua disponible. Algunos de los ríos o caños más importantes son el río Arauca, el Lipa, el Ele y el río Caranal; estos cuerpos de agua forman las cuencas y subcuencas más destacadas del municipio (Gobernación de Arauca, 2016).

Figura 1
Municipio de Arauquita departamento de Arauca



Fuente: OCHA: Colombia: Municipio de Arauquita - Departamento de Arauca (01-07-2014)

Arauca cuenta con un total de 7 municipios. La zona tiene una mayor parte de su territorio destinado a áreas rurales, lo que se evidencia en la cantidad de veredas y asentamientos poblacionales repartidos. En lo que respecta al área rural, el municipio se divide en 153 veredas y 10 centros poblados rurales. En la zona urbana, la cabecera municipal es donde se concentra la población urbana. La segmentación en veredas y centros poblados rurales ayuda a organizar el campo y favorece la administración descentralizada. La alta cantidad de unidades rurales (153 veredas) sugiere una distribución territorial dispersa, lo que podría afectar aspectos relacionados con la gobernanza, la prestación de servicios públicos, la infraestructura y en investigaciones que aborden variables espaciales como el riesgo de inundación (Garavito, Castro & Pinzón, 2023).

La mayor parte del área municipal presenta una superficie plana o ligeramente ondulada, mostrando pendientes suaves, con pocos tramos que poseen inclinaciones significativas, y alturas que varían entre aproximadamente 50 y 200 metros sobre el nivel del mar. Debido a todas estas características de terreno llano, gran cantidad de cuerpos de agua, suelos fértiles, historial de inundaciones y advertencias ambientales, Arauquita puede considerarse un municipio susceptible a eventos de inundaciones (Garavito, Castro & Pinzón, 2023).

Características climáticas relacionadas con precipitación del municipio.

Arauquita se distingue por tener un clima tropical que recibe la influencia de la sabana o es monzónico. En este clima, las precipitaciones ocurren durante todo el año, aunque hay periodos que son más secos y otros que son más lluviosos. La cantidad media de lluvia al año está entre 1.800 y 2.000 mm, con diferencias dependiendo del área y la época del año (Nomadseason, 2025).

En el municipio de Arauquita (Arauca), el patrón de precipitación se caracteriza por un incremento notable hacia los últimos meses del año, alcanzando su punto máximo en octubre, mes que registra los valores más altos de acumulación hídrica. Este comportamiento climático convierte a octubre en un periodo crítico para evaluar la susceptibilidad a inundaciones en la región, ya que coincide con la etapa de mayor intensidad de lluvias en el municipio (IDEAM, 2025).

Con base en estos datos, se definió un umbral de descarte para la acumulación de flujo, determinado a partir del 1 % del valor máximo obtenido en el análisis hidrológico. De esta manera, se estableció que los valores entre 0 y 9,795 serían excluidos por considerarse poco representativos. Solo se conservarán aquellos superiores a este límite, al corresponder a áreas con mayor concentración de flujo y, por ende, con un riesgo más elevado de inundación.

Metodología

La metodología aplicada en el estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, orientado a la modelación espacial del riesgo de inundación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Hernández Sampieri (2019). Para el análisis espacial se empleó un modelo de Análisis Multicriterio (AMC), ampliamente utilizado en investigaciones de evaluación del riesgo de inundación a escala regional (Efraimidou & Spiliotis, 2024).

La estructuración de la información espacial se realizó bajo un modelo de datos ráster, apropiado para la representación continua de variables ambientales como elevación, pendiente, precipitación y distancia a drenajes (Escolano Utrilla, 2015). El procesamiento de datos se efectuó en ArcGIS Pro, empleando principalmente las herramientas del módulo Spatial Analyst.

Preparación y armonización de datos

Inicialmente, se organizó y estandarizó la información de entrada para garantizar su coherencia espacial y compatibilidad en los procesos de análisis, considerando los principios de gestión de datos en SIG descritos por Sosa-Franco et al. (2023).

Configuración del sistema de coordenadas

Todas las capas se configuraron en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS CMT12, asegurando la correcta superposición espacial y minimizando errores de desplazamiento durante los análisis.

Figura 2.
Configuración del sistema de coordenadas

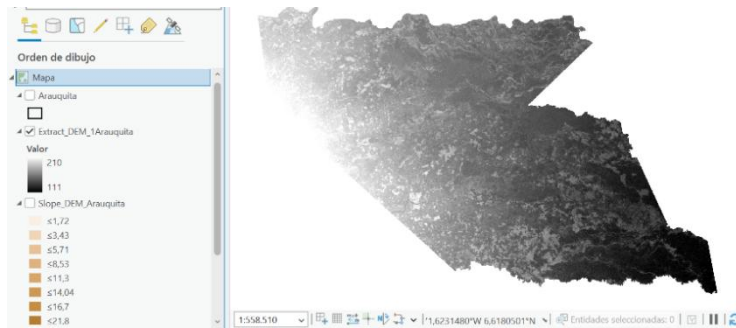


Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Carga y verificación de capas base

Se incorporaron al proyecto el Modelo Digital de Elevación (DEM), el ráster de pendientes, el shapefile del límite municipal y la capa departamental para recorte de precipitaciones. Cada insumo fue revisado para descartar valores nulos o inconsistencias geométricas.

Figura 3.
Capas base

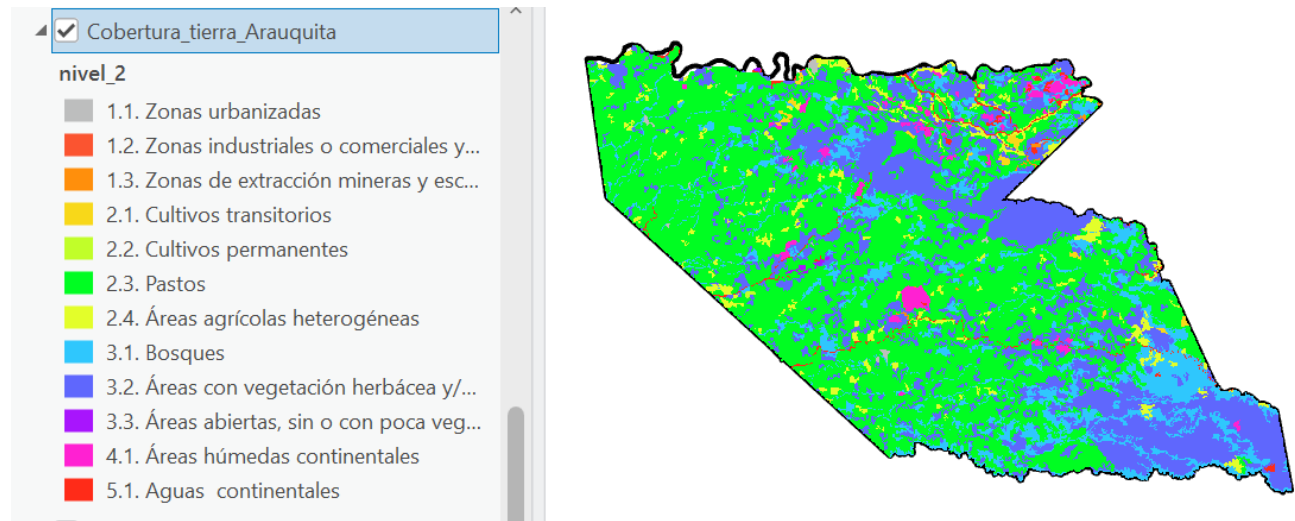


Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Procesamiento de coberturas del suelo

La capa de coberturas fue preparada mediante recorte al límite municipal (Clip), disolución por la categoría Nivel 2 y posterior conversión a formato ráster con tamaño de celda de 30 m. Este procedimiento permitió estandarizar la información y adecuarla al modelo AMC, de acuerdo con los criterios de representación espacial en SIG (Escolano Utrilla, 2015).

Figura 4.
Coberturas del suelo



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Procesamiento de precipitación

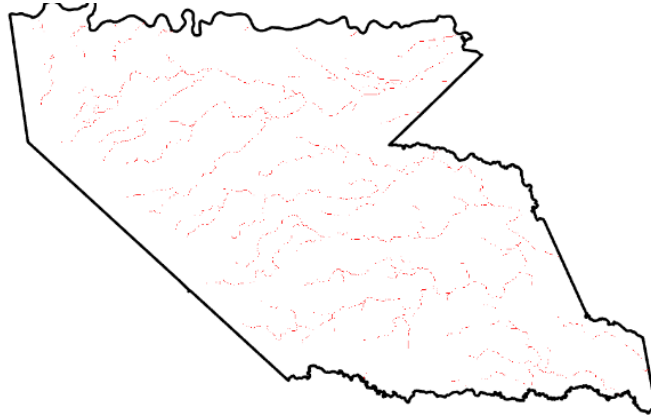
El ráster de precipitación correspondiente al mes más lluvioso fue recortado primero al límite departamental y posteriormente al límite municipal mediante la herramienta Extract by Mask, garantizando su ajuste al área de estudio. La precipitación es un factor determinante en la ocurrencia de inundaciones, especialmente en escenarios de variabilidad climática (Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R., 2024).

Generación de drenajes principales

La red de drenajes se obtuvo a partir del DEM mediante análisis hidrológico: relleno de hundimientos (Fill), cálculo de la dirección de flujo (Flow Direction) y acumulación de flujo (Flow Accumulation). A partir del valor máximo de acumulación se estableció un umbral del 1 % para identificar los drenajes principales, los cuales fueron reclasificados en un ráster binario.

Figura 5.

Drenajes principales del municipio



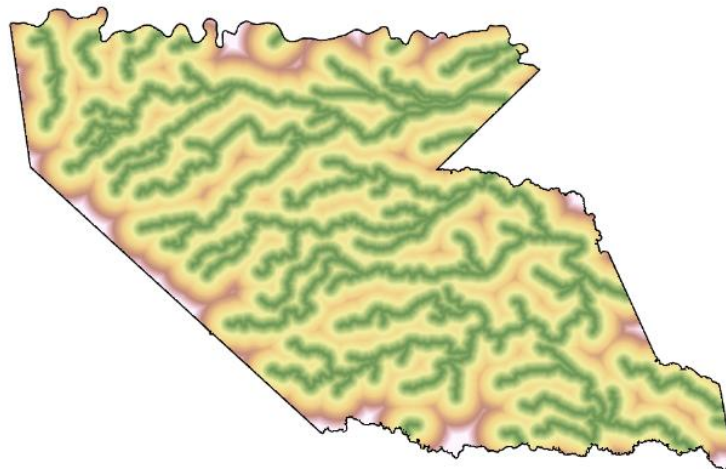
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Distancia a drenajes

Se calculó la distancia euclidiana a los drenajes principales mediante la herramienta Distance Accumulation, considerando que la cercanía a los cuerpos de agua incrementa significativamente la probabilidad de inundación (Efraimidou & Spiliotis, 2024).

Figura 6.

Distancia de los drenajes

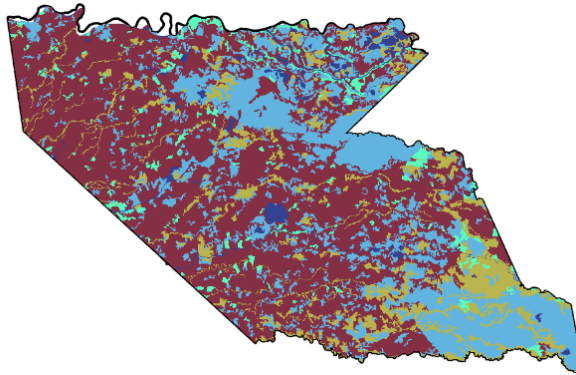


Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Reclasificación de factores

Todos los factores fueron normalizados a una escala común de 2, 4, 6, 8 y 10, donde 10 representa el mayor nivel de riesgo. La elevación más baja, las pendientes planas, las mayores precipitaciones, la menor distancia a drenajes y las coberturas más susceptibles (cuerpos de agua y cultivos) recibieron los valores más altos de riesgo, siguiendo criterios técnicos de comportamiento hidrológico del territorio.

Figura 7.
Reclasificación



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

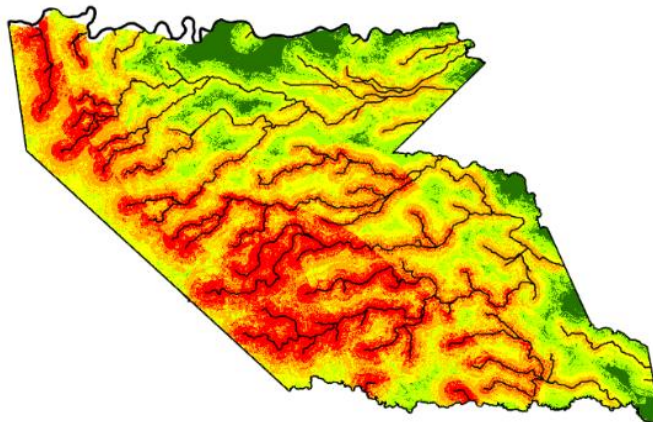
Análisis multicriterio: suma ponderada

Las cinco capas reclasificadas fueron integradas mediante la herramienta Weighted Sum, asignando los siguientes pesos de influencia: precipitación (35 %), distancia a drenajes (30 %), pendiente (15 %), DEM (10 %) y cobertura del suelo (10 %). Esta ponderación responde a la mayor incidencia de las variables hidrológicas y topográficas en la generación de inundaciones, conforme a estudios recientes de riesgo climático (Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R, 2024).

Clasificación del mapa final de riesgo

El ráster resultante se reclasificó en cinco categorías cualitativas (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) mediante el método de Rupturas Naturales (Jenks). Finalmente, se aplicó simbología temática y se incorporó la red de drenajes para facilitar la interpretación espacial de las zonas más críticas del municipio.

Figura 8.
Mapa de riesgo por inundación en el Municipio de Arauquita



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Transformación Ráster–Vectorial y Suavizado del Mapa de Riesgo

Se convirtió la capa ráster adquirida con anterioridad a formato vectorial, usando Ráster to Polygon, creando así la capa vectorial riesgo. Después, para embellecer la imagen y suprimir los ángulos cerrados, se empleó el geoprocesamiento Suavizar polígono (Smooth Polygon) con el algoritmo de Interpolación de Bézier.

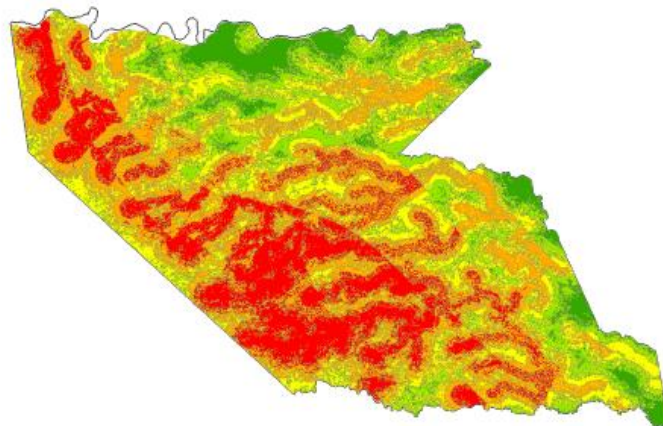
Figura 9.
Smooth Polygon



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Seguidamente, la capa suavizada se simplificó usando Dissolve, un método que agrupa las zonas de acuerdo con el campo Gridcode. Se añadieron los campos Área_km2 y Class_riesgo a la capa resultante. En estos, se clasificaron los niveles de riesgo de acuerdo con las cinco categorías definidas como Riesgo Muy Bajo, Riesgo Bajo, Riesgo Medio, Riesgo Alto y Riesgo Muy Alto. Además, se determinó el área que corresponde a cada una de estas categorías. Finalmente se utilizó simbología por valores únicos para ilustrar de forma distintiva y clara cada uno de estos niveles de riesgo en el mapa final.

Figura 10.
Mapa de riesgo por inundación (vectorial)



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 1.

Clasificación de veredas del municipio de Arauquita según nivel de riesgo por inundación

Nivel de riesgo	Corregimientos	Veredas / Caseríos
Riesgo Muy Alto	La Pesquera La Esmeralda	Aguachica El Oasis El Triunfo (parcial) El Palmar El Playón La Paz El Diamante La Culebra Brisas de Caranal Caserío El Encanto Caserío El Guamo Caserío Jardines Caserío Muriaba Caserío Nuevo Sol
Riesgo Alto	La Pesquera La Esmeralda	Fundación Santa Ana Mata Oscura Panamá de Arauca Caserío Los Colonos Caserío Unión de los Cárdenas Caserío El Camping Caserío La Arenosa Caserío Pueblo Seco Casas de Zinc Guasimal
Riesgo Medio	—	El Troncal El Placer La Esmeralda La Pica La Pesquera La Osa Caserío Puerto Nuevo Caserío Selvas de Lipas Caserío El Silencio Caserío Caño Verde Caserío Filipinas
Riesgo Bajo	—	Arauquita (cabecera municipal) San Lorenzo El Campamento

		El Recreo Playa Rica Los Chorros Vista La Gloria
Riesgo Muy Bajo	Araucuita	Caserío Bocas del Ele (mayor proporción) San Miguel La Antioqueña Las Palmas El Anglario El Duda El Milagro Vereda El Carmen Vereda El Sinal Vereda San Rafael

Nota: Autoría propia, 2025. Elaborado a partir del mapa de riesgo por inundación generado en (ArcGIS Pro).

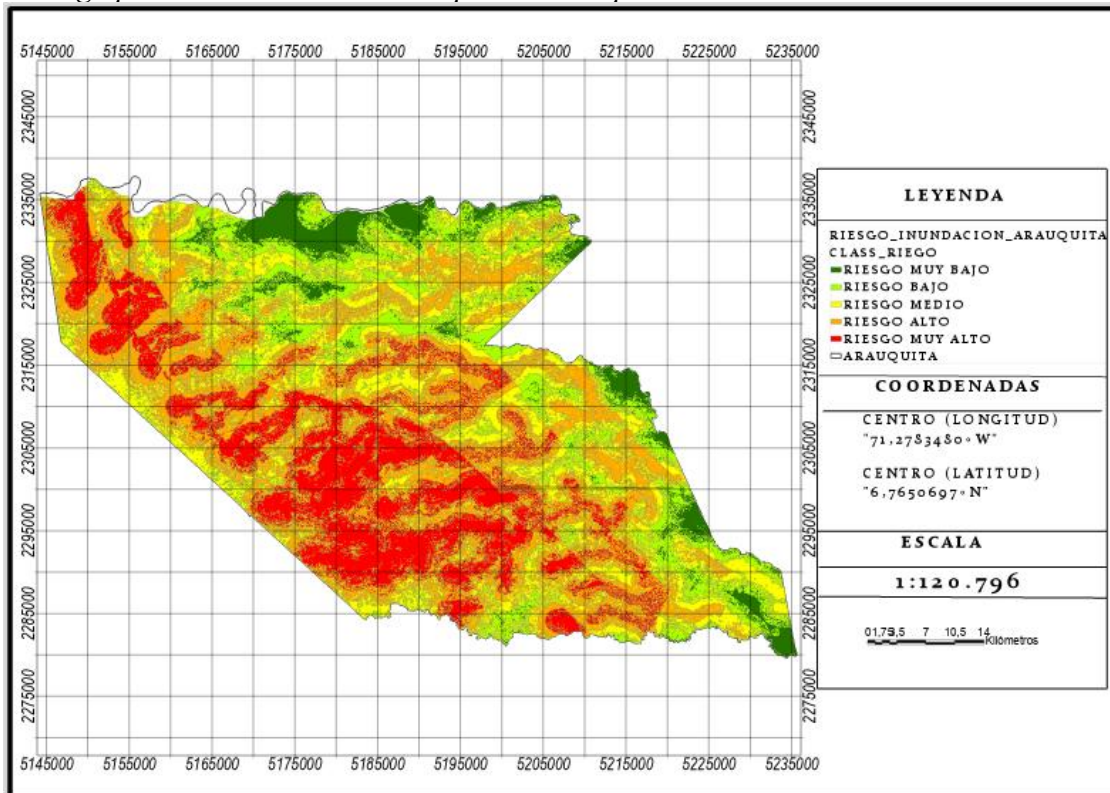
Resultados

La integración de las variables ambientales dentro del entorno SIG permitió construir el mapa final de riesgo por inundación del municipio de Araucuita, Arauca (ver Figura 10). En este producto cartográfico, el territorio se clasificó en cinco categorías de riesgo, representadas mediante una escala de colores: rojo (riesgo muy alto), naranja (alto), amarillo (medio), verde claro (bajo) y verde oscuro (muy bajo).

El mapa ofrece una visión clara y detallada de la manera en que se distribuye la vulnerabilidad del municipio frente a las inundaciones, lo cual es producto de la interacción entre elementos topográficos, climáticos, hidrológicos y el uso presente del suelo. Asimismo, incorpora componentes cartográficos fundamentales, como la leyenda explicativa, la escala gráfica y las coordenadas UTM, que simplifican el entendimiento y la lectura espacial del comportamiento del riesgo en el territorio.

Figura 10

Mapa de riesgo por inundación del municipio de Arauquita- Arauca



Nota: Este mapa muestra las áreas de mayor riesgo de inundación en Arauquita (Arauca).

En los últimos años, el municipio de Arauquita ha presentado una alta recurrencia de inundaciones asociadas principalmente al desbordamiento del río Arauca, así como al aporte de las subcuencas y caños secundarios presentes en el territorio incluidos Lipa, Ele y Caranal, cuya dinámica hidrológica se combina con drenajes menores como Brazo Bayonero, Brazo Gaviotas y Caño Salibón. Estas integraciones fluviales han generado afectaciones significativas en áreas rurales ubicadas en zonas bajas del municipio. Las veredas y caseríos más perjudicados incluyen Isla de la Reinera, Isla de Bayoyero, Sinaí, El Sinaí, Puerto Jordán, Mata Oscura, Progreso, Filipinas, Gaviotas, Los Colonos, Panamá de Arauca, Santa Clara y Santa Isabel, así como los corregimientos de La Pesquera y La Esmeralda, evidenciando la alta vulnerabilidad frente a inundaciones (Gobernación de Arauca, 2025).

El análisis presentado en la tabla de atributos (ver Tabla 2) muestra que el área total modelada es de 3.003,195857 km², de los cuales las categorías de riesgo medio, alto y muy alto abarcan aproximadamente el 76,66 % del territorio, indicando una elevada susceptibilidad del municipio frente a eventos de inundación. Las zonas de riesgo muy alto se concentran principalmente en el sector central y sur del municipio, próximas al río Arauca y a corrientes hídricas secundarias del sistema de drenaje local, como los caños Caranal, Lipa y Ele (Cusay), así como a otros caños menores, en áreas de baja pendiente donde la saturación del suelo y la acumulación de flujo son más frecuentes, especialmente durante el periodo de mayor precipitación (octubre), coincidiendo con zonas históricamente expuestas a desbordamientos y crecientes fluviales.

En contraste, las zonas de riesgo bajo y muy bajo se localizan en sectores más elevados y alejados de los drenajes principales, donde el relieve favorece un drenaje más eficiente y una menor influencia directa de los ríos. Estos resultados son coherentes con la cartografía oficial del POT y el PMGRD del municipio, validando la correspondencia entre el análisis SIG y la dinámica histórica de inundaciones en Arauquita.

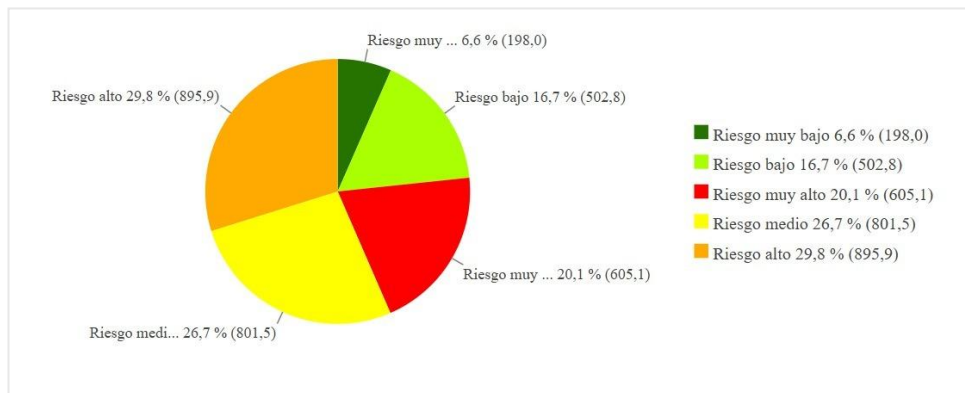
Tabla 2. *Tabla de Atributos*

Clasificación de riesgo	de	Área de afectación (Km²)	Cuantificación (%)
Riesgo muy bajo		197,95 km ²	6,6%
Riesgo bajo		502,76 km ²	16,7%
Riesgo medio		801,49 km ²	26,7%
Riesgo alto		895,86 km ²	29,8%
Riesgo muy alto		605,12 km ²	20,1%

Nota: Esta tabla presenta la distribución espacial de las áreas según su nivel de riesgo y su correspondiente porcentaje de afectación, abarcando categorías que van desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto. *Fuente:* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 11

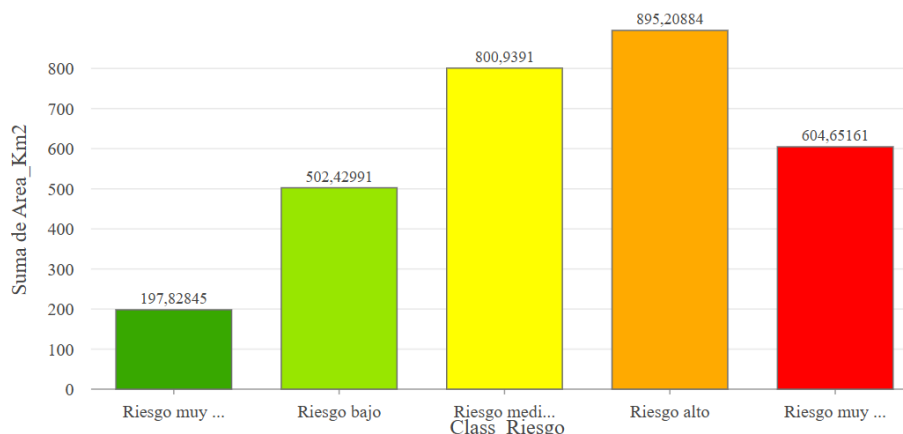
Distribución porcentual del área según la clase de riesgo de inundación en el municipio de Arauquita (Arauca)



Nota: Este diagrama de torta resume los datos presentados en la tabla 1; Se puede observar que gran parte del territorio municipal se encuentra dentro de las categorías de riesgo medio, alto y muy alto de inundación, lo que refleja la realidad a la que están expuestas muchas comunidades. *Fuente:* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 12

Superficie total (km²) por clase de riesgo de inundación en el municipio de Arauquita (Arauca)



Nota: El gráfico de barras compara la extensión en km² de cada clase de riesgo de inundación. Se observa la variación espacial entre categorías, desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto, permitiendo visualizar las diferencias en superficie asociadas a cada nivel de riesgo.
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

El análisis final del mapa de riesgo por inundación en el municipio de Arauquita evidencia que las zonas clasificadas como de riesgo muy alto se concentran principalmente a lo largo del río Arauca, así como en áreas influenciadas por otros cuerpos hídricos de importancia regional, entre ellos los ríos Ele y Lipa, y una red de caños secundarios como Salibón (Jujú), Troncal, Agua Limón, Bayonero, Gaviotas, Totumal, La Colorada y Jordán. Estos sistemas fluviales presentan antecedentes históricos de desbordamientos durante periodos de intensas precipitaciones, lo que incrementa significativamente la susceptibilidad del territorio, especialmente en municipios de llanura aluvial donde la baja pendiente, la cercanía a los drenajes principales y la dinámica hidrológica favorecen la ocurrencia de inundaciones (IDEAM, 2018; Gobernación de Arauca, 2025). De acuerdo con la clasificación del modelo SIG, estas zonas representan 605,12 km², equivalentes al 20,1 % del área municipal, constituyéndose en los sectores de mayor exposición y daño potencial.

Las categorías de alto y medio riesgo abarcan una parte considerable de las áreas propensas a inundaciones del municipio, donde la baja inclinación del relieve, la acumulación de aguas pluviales y la saturación del terreno favorecen la ocurrencia frecuente de estos eventos, especialmente durante los meses de mayor precipitación como octubre. El área de alto riesgo comprende 895,86 km² (29,8 %), correspondiendo a sectores donde se han registrado históricamente daños por crecientes de los ríos y caños mencionados. El riesgo medio ocupa 801,49 km² (26,7 %), asociado a zonas que experimentan inundaciones intermitentes, aunque de menor magnitud. Estos patrones coinciden con las emergencias reportadas en Arauquita, donde las inundaciones del río Arauca y caños Caranal, Ele y otros drenajes locales, han ocasionado reiteradas pérdidas en viviendas, infraestructura y sistemas agrícolas.

Las zonas clasificadas con riesgo bajo y muy bajo se encuentran en áreas ligeramente elevadas y más alejadas de los drenajes principales, donde el drenaje natural facilita la dispersión del agua superficial. Estas categorías representan 502,76 km² (16,7 %) y 197,95 km² (6,6 %), respectivamente. Aunque presentan menor susceptibilidad, constituyen solo una fracción reducida del territorio municipal, lo cual confirma la alta vulnerabilidad general de Arauquita frente a amenazas hidrometeorológicas.

La relación entre las áreas de mayor peligro y los daños históricos es evidente, ya que la información espacial coincide con múltiples emergencias registradas en el municipio durante los últimos años. Las comunidades asentadas en orillas y llanuras inundables, especialmente cerca de los ríos La Colorada, Totomal y Juju, han enfrentado impactos reiterados durante las crecientes, generando deterioro en viviendas, instituciones educativas y espacios comunitarios (OCHA, 2018; Gobernación de Arauca, 2020). De igual forma, las infraestructuras de transporte y servicios públicos han sufrido daños considerables, como la inundación del hospital San Ricardo Pampuri en 2020, que resultó inutilizable tras el desbordamiento del río La Colorada (Gobernación de Arauca, 2020). Estas situaciones han ocasionado pérdidas económicas significativas por la interrupción de servicios esenciales y los costos de reparación. En el sector agropecuario, mayoritariamente ubicado en zonas de baja altitud, se observa una elevada susceptibilidad a la pérdida de cultivos, afectaciones al ganado y degradación del suelo, lo que repercute directamente en los ingresos de los agricultores. Asimismo, ecosistemas estratégicos como humedales y bosques ribereños, aunque naturalmente asociados a dinámicas de inundación, pueden sufrir erosión, pérdida de vegetación y alteraciones en sus hábitats cuando los eventos exceden su capacidad natural de regulación.

La evaluación de eventos pasados confirma la consistencia espacial entre el modelo SIG y las emergencias históricas. En 2018, las crecientes de los ríos La Colorada y Totomal afectaron a 1.872 personas y generaron daños en viviendas y escuelas (Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Arauquita, 2017). En 2020, la inundación del hospital municipal se convirtió en una emergencia sanitaria prioritaria (Gobernación de Arauca, 2020). Entre 2021 y 2023, más de 22.000 personas fueron afectadas por inundaciones en el departamento de Arauca, incluyendo numerosas familias de Arauquita, especialmente en áreas ribereñas. Estas cifras demuestran que los ríos Arauca, Ele y Lipa, junto con los principales caños del municipio, han generado impactos económicos y sociales considerables que se alinean plenamente con las zonas clasificadas como de mayor riesgo.

El análisis espacial multicriterio, que incorporó diversas variables con aportes proporcionales al nivel de peligro, permitió construir una representación detallada de los patrones de riesgo en el municipio mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (Palacios y Ordóñez, 2016). Los resultados muestran una clara correspondencia entre la cartografía generada y la información documentada en el Plan Municipal de Manejo del Riesgo de Desastres, lo que respalda la validez del índice de riesgo y su utilidad para orientar estrategias de prevención, mitigación, respuesta y planificación territorial en Arauquita.

Conclusiones

El análisis espacial del riesgo de inundación en el municipio de Arauquita, Arauca, permitió evidenciar que la susceptibilidad frente a este fenómeno no se distribuye de manera homogénea en el territorio, sino que responde directamente a la interacción entre variables topográficas, hidrológicas, climáticas y de uso del suelo. Las zonas clasificadas con riesgo muy alto y alto se concentran principalmente en áreas de baja altitud, pendientes suaves y cercanas a los principales ríos y caños del municipio, como el río Arauca, Lipa, Ele (Cusay), Caranal y drenajes secundarios, lo que confirma la influencia determinante del relieve y de la red hidrográfica en la ocurrencia de inundaciones.

La aplicación del modelo de Análisis Multicriterio A.M.C en un entorno de Sistemas de Información Geográfica S.I.G, utilizando ArcGIS Pro, demostró ser una herramienta metodológica eficaz para la evaluación integral del riesgo de inundación. La integración de variables como el modelo digital de elevación, pendiente, precipitación, distancia a drenajes y cobertura del suelo permitió generar un producto cartográfico que representa de manera sintética la complejidad del fenómeno y facilita la interpretación espacial de las áreas más vulnerables del municipio.

Los resultados indican que aproximadamente el 76,6 % del territorio municipal se encuentra clasificado en categorías de riesgo medio, alto y muy alto, lo que evidencia una alta vulnerabilidad estructural frente a eventos de inundación. Esta situación es consistente con los antecedentes históricos de emergencias reportadas en Arauquita, donde las crecientes de los ríos y caños han ocasionado afectaciones recurrentes a la población, la infraestructura, los servicios públicos y las actividades agropecuarias, validando la correspondencia entre el modelo SIG y la dinámica real del territorio.

Finalmente, el mapa de riesgo generado constituye un insumo estratégico para la gestión del riesgo de desastres y el ordenamiento territorial del municipio, al permitir la identificación precisa de áreas críticas que requieren intervención prioritaria. Esta información resulta fundamental para orientar decisiones relacionadas con la reubicación progresiva de población en zonas de alto riesgo, la planificación de obras de mitigación y control hidráulico, la definición de lineamientos de uso del suelo y el fortalecimiento de instrumentos como el Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T y el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres PMGRD. En este sentido, el estudio aporta bases técnicas sólidas para promover un desarrollo territorial más seguro, resiliente y acorde con la dinámica hidrológica del municipio de Arauquita.

Recomendaciones

Para el municipio de Arauquita, Arauca se propone fortalecer la gestión del riesgo mediante la delimitación y protección de las áreas ribereñas, estableciendo franjas ambientales alrededor de caños y humedales para evitar nuevos asentamientos y promover usos sostenibles como la restauración ecológica y los sistemas agroforestales; avanzar en la reubicación gradual y voluntaria de las viviendas ubicadas en zonas de riesgo muy alto, garantizando alternativas seguras en sectores más estables del territorio y reduciendo la exposición de la población a eventos recurrentes de inundación; impulsar prácticas agroecológicas resilientes, como drenajes parcelarios, cultivos tolerantes al anegamiento y barreras vivas en áreas de riesgo medio, con el fin de disminuir las pérdidas productivas y mejorar la capacidad de adaptación del sector rural; reforzar el monitoreo hidrometeorológico y los sistemas de alerta temprana integrando los mapas de riesgo en los planes municipales de gestión del riesgo y ordenamiento territorial; y priorizar la conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos, como los bosques de galería y humedales, los cuales cumplen una función fundamental como amortiguadores naturales frente a las inundaciones y contribuyen a la regulación hídrica y a la reducción del impacto de eventos extremos, tal como lo recomiendan los enfoques internacionales de reducción del riesgo de desastres basados en ecosistemas (UNDRR, 2015).

Crear campañas de sensibilización a la población del municipio de Arauca, iniciando por los niños en los colegios.

Referencias bibliográficas

- American Psychological Association. (s.f.). *Style and grammar guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>
- Arauca, C. M. (2015). *Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste por vencimiento de la vigencia de largo plazo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Arauca*. <https://www.arauca-arauca.gov.co/Transparencia/Normatividad/ACUERDO%20No.%20200.02.013.pdf>
- Arauca, G. D. (2016). *Araucuita*. <https://arauca.gov.co/municipio-de-araucuita/>
- Carrillo García, S. (2019). *Caja de herramientas. Géneros textuales*. En S. Carrillo García, L. M. Toro Calderón, A. X. Cáceres González, & E. C. Jiménez Lizarazo. Universidad Santo Tomás.
- CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Defensoría del Pueblo. (2021). *Ayuda para 22.000 personas afectadas por inundaciones en Arauca*. <https://www.defensoria.gov.co/en/-/ayuda-para-22.000-personas-afectadas-por-inundaciones-en-arauca>
- Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., & Paulik, R. (2024). *Economics of disasters and climate change*. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>
- Efraimidou, E., & Spiliotis, M. (2024). Flood impacts on agriculture under climate change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, 8, 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>
- Escolano Utrilla, S. (2015). *La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos*. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>
- Eslava, C. F. (2022). *Memoria técnica de la caracterización del mercado de tierras y determinación de los precios de la tierra rural del departamento de Arauca*. UPRA. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ARAUCA/Memoria%20t%C3%A9cnica%20de%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20del%20mercado%20de%20tierras%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20los%20precios%20de%20la%20tierra%20rural%20del%20
- Galvis García, R. E. (2020). *Guía resumen del estilo APA, séptima edición*. Universidad Santo Tomás.

Garavito, Castro, & Pinzón. (2023). *Memoria técnica de la caracterización del mercado de tierras y determinación de los precios de la tierra rural del departamento de Arauca*. UPRA. [https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-](https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ARAUCA/Memoria%20t%C3%A9cnica%20de%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20del%20mercado%20de%20tierras%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20los%20precios%20de%20la%20tierra%20rural%20del%20)

https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ARAUCA/Memoria%20t%C3%A9cnica%20de%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20del%20mercado%20de%20tierras%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20los%20precios%20de%20la%20tierra%20rural%20del%20

Gobernación de Arauca. (2020). *Gobierno departamental trasladó pacientes del San Ricardo Pampuri por inundaciones*. <https://arauca.gov.co/gobierno-departamental-traslado-pacientes-del-san-ricardo-pampuri-para-arauquita>

Geoavance. (2025). *Implementación de sistemas GIS en la gestión urbana: beneficios en la planificación de ciudades*. Obtenido de <https://geoavance.es/implementacion-sistemas-gis-gestion-urbana-planificacion-ciudades/>

Nomadseason. (2025). *Clima mensual en Arauquita, Colombia*. Obtenido de <https://nomadseason.com/climate/colombia/departamento-de-arauca/arauquita.html>

IDEAM. (2018). *Estudio nacional del agua 2018*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua-2018>

IDEAM. (2025). *Alertas por crecientes súbitas y deslizamientos de tierra para los piedemontes llanero y amazónico*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/alertas-por-crecientes-subitas-y-deslizamientos-de-tierra-para-los-piedemontes-llanero-y-amazonico>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025). *Boletín climático anual del departamento de Arauca*. IDEAM.

INESDI. (2025). *Sistemas de información geográfica (SIG): Qué son, usos y herramientas destacadas*. <https://www.inesdi.com/blog/sistemas-de-informacion-geografica-SIG/>

Instituto de Hidrología, M., & (2025). *Alertas por crecientes súbitas y deslizamientos de tierra para los piedemontes llanero y amazónico*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/alertas-por-crecientes-subitas-y-deslizamientos-de-tierra-para-los-piedemontes-llanero-y-amazonico>

OCHA. (2014). *Colombia: Municipio de Arauquita - Departamento de Arauca (01-07-2014)*.

OCHA (Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios)

<https://www.unocha.org/publications/map/colombia/colombia-municipio-de-araucuita-departamento-de-arauca-01-07-2014>

OCHA. (2018). *Más de 1.800 personas afectadas por inundaciones en Arauca*. OCHA (Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios) <https://www.eje21.com.co/2018/09/mas-de-1-800-personas-afectadas-por-inundaciones-en-arauca-segun-la-ocha>

TERRITORIAL, P. B. (2015). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Arauca: Revisión y ajuste por vencimiento de la vigencia de largo plazo*. <https://www.arauca-arauca.gov.co/Transparencia/Normatividad/ACUERDO%20No.%20200.02.013.pdf>

UNDRR. (2015). Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015–2030. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

UPRA. (2022). *Memoria técnica de la caracterización del mercado de tierras y determinación de los precios de la tierra rural del departamento de Arauca*. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ARAUCA/Memoria%20t%C3%A9cnica%20de%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20del%20mercado%20de%20tierras%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20los%20precios%20de%20la%20tierra%20rural%20del%20

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/N3T7xQmmmwk>