

Identificación de riesgos de inundación en Granada, Meta integrando datos hidrológicos y análisis espacial a través de SIG

Estudiantes:

María Paula Neuta Perdomo mpneutap@unadvirtual.edu.co

Yaley Cuéllar González ycuellarg@unadvirtual.edu.co

Tutor:

Yetfersson Arley Serrato Velosa yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

En este artículo se pueden observar las áreas inundables del municipio de Granada Meta. Se realizará un análisis de las cuencas hidrográficas y los patrones observados dentro de las precipitaciones del mes de mayo en este sector. Esta región está caracterizada por una biodiversidad ecológica y climática muy particular, donde se encuentran altas precipitaciones en el primer semestre del año, también se observa a detalle los enfoques multicriterio, integrando variables como la topografía, el uso determinado del suelo y sus características hidrográficas, facilitando la identificación de todas las zonas vulnerables a inundaciones que pueden causar riesgo en esta región. Se emplearon herramientas como los sistemas de información geográfica en el programa de ArcGIS Pro, para realizar mapas de análisis de los datos obtenidos, facilitando la comprensión de estos riesgos asociados a esta región, se realizó una combinación de datos sobre la precipitación del mes de mayo, con los modelos ideográficos pertinentes para la observación de posibles escenarios climáticos, determinando su impacto a nivel social y estructural. Dentro de este enfoque integral se contribuye a la gestión del riesgo, ya que, por medio de las herramientas empleadas, se obtiene información valiosa para la planificación urbana e implementación de estrategias importantes para la mitigación del riesgo.

Palabras claves: Sistemas de información geográfica, cuencas hidrográficas, enfoque multicriterio, riesgo de inundación.

Introducción

El sector de Granada (Meta), es un municipio que tiene una infraestructura débil frente a las inundaciones, por tal motivo, es fundamental llevar el estudio a detalle, para lograr identificar las áreas con más vulnerabilidad.

Este artículo se enfoca en la observación de las áreas inundables del municipio de Granada,

donde se utilizó el enfoque multicriterio de los sistemas de información geográfica para analizar las cuencas hidrográficas y sus patrones, para el mes de mayo registra una precipitación promedio de 279mm y 19 días de lluvias siendo el más alto en comparación con los demás meses (Climate Data, 2024)

Se analizó la cuenca hidrográfica de la Orinoquia, la cual, el río Ariari es un derivado

y tiene un caudal de 1342,255 LPS y una extensión de 535.115 hectáreas (Gobierno de Granada, s.f., pág. 29), con el nivel y cantidad de flujo hídrico se logró estudiar la dinámica de dicha inundación y determinar como el agua se distribuye en cada uno de los canales, ríos y drenajes que se tiene en la región.

Considerando que se debe aplicar este enfoque multicriterio para observar a detalle los múltiples factores que determinan la vulnerabilidad de las áreas observadas e identificadas. Con esto se pudieron incluir aspectos como la topografía, el uso inteligente del suelo y todas aquellas características sociodemográficas dentro de la comunidad de Granada Meta, para esto, se utilizó el programa ArcGIS Pro como herramienta de sistemas de información geográfica que permite evaluar, revisar y analizar datos georreferenciados de una manera más coherente y precisa.

Objetivos

Determinar las áreas de inundación del municipio de Granada Meta, mediante la observación y análisis de las cuencas hidrográficas y las precipitaciones del mes de mayo, realizado desde el enfoque multicriterio de sistema de información geográfica a partir del programa ArcGIS Pro.

Objetivos específicos

- Analizar los patrones de precipitaciones en Granada, Meta, a través de datos históricos y actuales, para identificar las tendencias y eventos extremos que afectan la dinámica hídrica de la región.

- Identificar todas las características que pueden obtener de las cuencas hidrográficas para considerar estos tipos de factores como lo son la topografía, el estudio y uso del suelo y la capacidad de las cuencas hidrográficas y así determinar el porcentaje de inundación en la región.
- Desarrollar un modelo espacial utilizando herramientas SIG en este caso ArcGIS, para mapear las áreas vulnerables a inundaciones, integrando variables multicriterio que permitan priorizar acciones de mitigación y planificación urbana en Granada.

Identificación del caso de estudio

Granada es un municipio ubicado en el departamento de Meta, Colombia, conocido por su rica biodiversidad y su ubicación estratégica en la región de los Llanos Orientales. Cuenta con un área total de 350 km²; se encuentra en tres zonas climáticas per húmedo mega-termal, muy húmedo mega-termal y húmedo mega-termal, el clima es cálido tropical, cuya temperatura promedio se encuentra entre los 24 °C y los 25,6 °C, la altitud mínima es de 372 m.s.n.m. y la máxima es de 410 m.s.n.m., el municipio de Granada Meta está localizado entre los 3° 18' y 3° 35' de latitud Norte y entre 73° 30' y 74° 03' longitud Oeste del meridiano de Greenwich (Alcaldía municipal Granada Meta, s.f.)

“La precipitación presenta valores promedios entre 2.400 y 2.800 milímetros por año” (Alcaldía municipal Granada Meta, s.f.) Para este caso se evaluaron las precipitaciones del mes de mayo y se observó que los desbordamientos de los ríos y quebradas de la

región se han venido incrementando de manera exorbitante.

Otro punto y factor que ayuda en la identificación de este tipo de riesgos es la topografía del municipio de Granada, siendo un punto importante para la terminación de la recopilación de datos y así lograr tomar buenas decisiones dentro de la zona de riesgo.

Además, el uso del suelo ha cambiado con el tiempo, debido al crecimiento urbano y la expansión agrícola, lo que ha afectado la capacidad natural del terreno para absorber agua. Por estas razones, Granada se convierte en un caso relevante para el estudio de áreas inundables y la implementación de estrategias efectivas para la gestión del riesgo.

Las veredas amenazadas en el municipio de Granada (Meta) por inundación, están ubicadas cerca de los ríos y caños que en temporada de invierno el caudal sube de manera exorbitante: Río Ariari (vereda guayaquil, los maracos y la playa), Río Guape (vereda el guape y la Mariela), caño Irique (vereda puerto caldas) (Gobierno de Granada (s.f.), pág. 34).

Metodología

En el presente artículo de investigación, se llevarán a cabo observaciones con el resultado del análisis multicriterio del programa ArcGIS Pro, donde permitirá observar, evaluar y tomar decisiones viables relacionados con el riesgo de inundación y sus porcentajes dentro de los ámbitos de alto, medio y bajo riesgo. En este orden, se abordó la metodología de estudio a realizar.

1. Observación de todos los objetivos y alcances del estudio en la región:

Desde el principio se determinan los objetivos referenciados para el estudio, donde se identificaron áreas muy vulnerables y posibles riesgos de inundación, teniendo en cuenta las precipitaciones del mes de mayo en la zona de estudio.

2. Recolección de Datos:

- Información climática del IDEAM y Colombia en mapas, sobre precipitaciones históricas

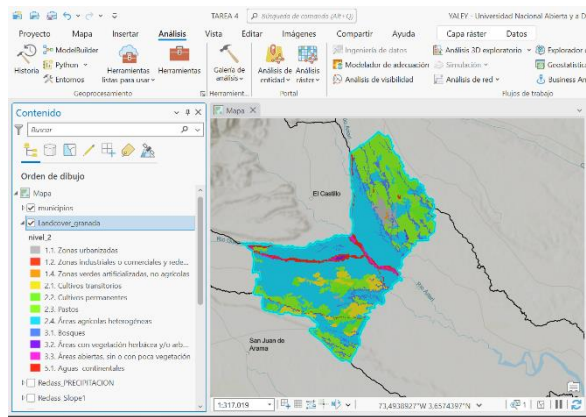
- Datos obtenidos sobre la topografía y el uso inteligente del suelo, así como las capas ráster disponibles en las páginas del IDEAM y Colombia en mapas, que facilitan la toma de decisiones luego de realizar los geoprocursos pertinentes en ArcGIS Pro.

3. Análisis Espacial con ArcGIS:

La información de los geoprocursos realizados con la herramienta de sistemas de información geográfica ArcGIS.

-Con el programa de información geográfica, se logró generar mapas de cobertura del uso del suelo y los detalles de las precipitaciones en las cuencas y drenajes que tiene la región.

Figura 1
Clasificación cobertura de la tierra.

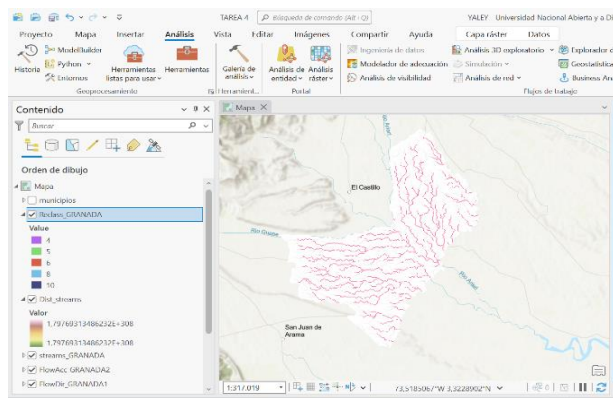


Clasificación del suelo, municipio de Granada Meta, pantallazo tomado del programa ArcGIS, autoría propia 2024.

4. Criterios de Reclasificación:

Se establecieron criterios para reclasificar las variables involucradas en el análisis.

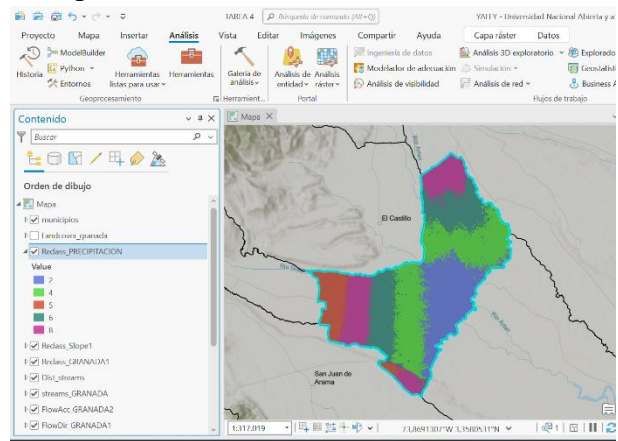
Figura 2
Reclasificación del caudal



Reclasificación del caudal, DEM del municipio Granada (Meta), pantallazo tomado del programa ArcGIS, autoría propia 2024.

- Precipitaciones: Se clasificaron en 5 niveles (2, 4, 5, 6, 8) siendo el 2 el más bajo y 8 el más alto.

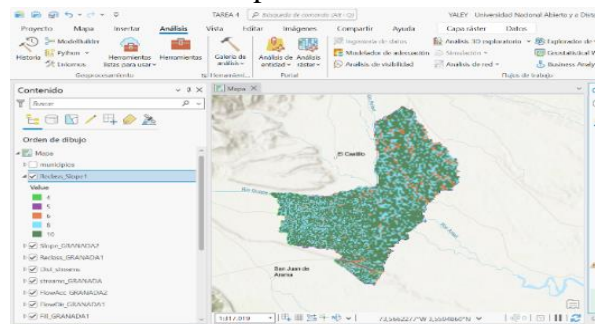
Figura 3
Precipitación.



Capa de precipitaciones mes de mayo en el área de Granada Meta, pantallazo tomado del programa ArcGIS, autoría propia

- Pendiente del terreno: Se definieron categorías (plano, moderadamente inclinado, muy inclinado).

Figura 4
Reclasificación de pendientes.



Reclasificación de pendientes en el municipio de Granada Meta, pantallazo tomado del programa ArcGIS, autoría propia 2024.

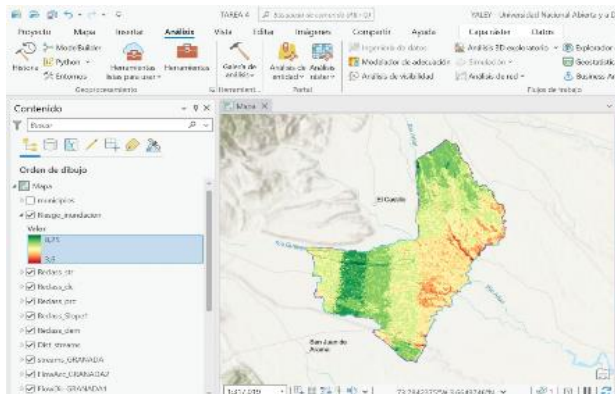
5. Modelo de Suma Ponderada:

Con los criterios reclasificados y sus respectivas ponderaciones, se aplicó un modelo de suma ponderada para calcular un índice de riesgo de inundación. Este modelo permite

sumar los valores ponderados para cada área geográfica analizada (ArcGIS, 2024).

La elección del método de análisis multicriterio está respaldada la capacidad para integrar múltiples variables espaciales y no espaciales, permitiendo una toma de decisiones más informada (ISO, 2024).

Figura 5
Suma ponderada.



Mapa de suma ponderada: reclasificaciones de pendientes, coberturas de suelo, DEM del municipio, precipitación y drenajes, Captura de pantalla tomada del programa ArcGIS, autoría propia 2024

Resultados

Los resultados del análisis multicriterio aplicado en el municipio de Granada Meta, revelaron información significativa sobre las áreas vulnerables a inundaciones. A continuación, se presentan los hallazgos más representativos, organizados según la metodología utilizada.

1. Clasificación de Riesgo de Inundación:

Utilizando el modelo de suma ponderada, se identificaron tres categorías de riesgo: alto,

medio y bajo. Las áreas fueron clasificadas de la siguiente manera:

- **Áreas de riesgo alto:** Se ubican principalmente en las zonas bajas cercanas a los ríos y quebradas, donde las precipitaciones durante el mes de mayo tienden a ser más intensas. Estas áreas incluyen sectores como la parte sur del municipio y algunas comunidades rurales que históricamente han sufrido inundaciones.

- **Áreas de Riesgo Medio:** Estas zonas incluyen áreas adyacentes a las de alto riesgo, donde el terreno es ligeramente más elevado, pero aún vulnerable a desbordamientos. Se identificaron comunidades en la parte central del municipio que, aunque no están directamente en riesgo inmediato, podrían verse afectadas por escorrentías

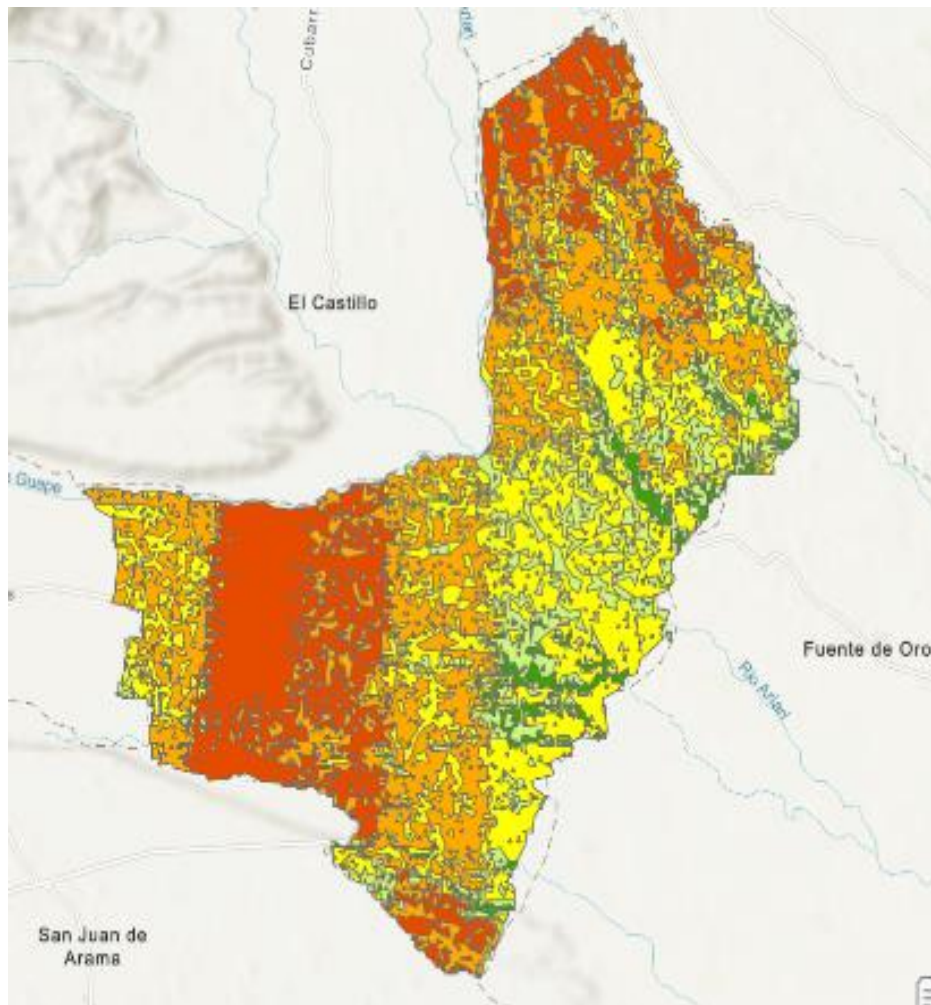
- **Áreas de Bajo Riesgo:** Estas se ubican principalmente en tierras altas y zonas con buena infraestructura de drenaje. Las comunidades en el norte del municipio presentaron menor vulnerabilidad debido a su ubicación geográfica.

2. Distribución Espacial del Riesgo:

En la figura 6 se observa claramente las áreas críticas que se lograron determinar, luego del análisis en el programa ArcGIS Pro:

Figura 6

Niveles de riesgo.



Clasificado en cinco niveles de riesgo, captura de pantalla tomada del programa ArcGIS, autoría propia 2024

3. Impacto potencial

Observar las áreas críticas dentro de la región, son significativas para la comunidad en general.

Comunidad: El área de riesgo alto, la población rural que vive cerca de los cuerpos de agua son los que están vulnerables a que pierdan sus cultivos, vivienda e integridad física (Gobierno de granada, s/f. pág. 35).

Las infraestructuras: Esta es una ficha clave, todas las carreteras y puentes que pueden estar clasificadas en su mayoría como riesgo medio a alto, podría afectar muy considerablemente los accesos de servicio y de relación entre vías, frente a la zona agropecuaria y turística.

Los sistemas agropecuarios y agronómicos: Las áreas sembradas en pro de la agricultura y ganadería situadas en zonas de riesgo alto son de vital importancia para la economía de la región, pero estas prácticas agropecuarias cerca

a los sistemas hidrográficos han llevado a que se realice la tala de árboles dentro de la ronda de los ríos y caños, generando problemáticas ambientales en época de alta precipitación como son las inundaciones y desbordamiento (Gobierno de Granada (s.f.). pág. 39)

4. Comparación entre las categorías

Se realizó una comparación de las áreas como lo son riesgo muy alto, riesgo alto, riesgo medio, riesgo bajo, riesgo muy bajo, se observó que la concentración es notable dentro de las zonas más vulnerables en las partes del suroeste del municipio, donde esos factores climáticos son una causa importante de este tipo de afectación, en la zona norte del municipio se observa que tiene un riesgo bajo donde se pueden implementar mejores prácticas agrícolas y agropecuarias para el sostenimiento económico de la región.

Figura 7

Medición de riesgo porcentual.

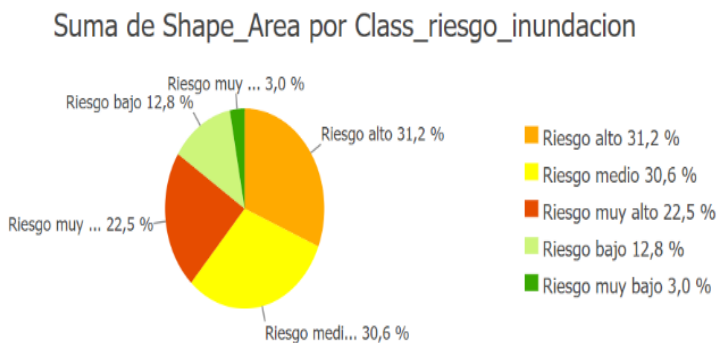


Gráfico tipo torta, medición del riesgo porcentaje de inundación, Captura de pantalla tomada del programa ArcGIS, autoría propia 2024

Conclusiones

Al realizar los análisis multicriterio de inundación en el municipio de Granada Meta, se logró la identificación y la clasificación de las áreas de riesgo, proporcionado por el análisis multicriterio en el programa ArcGIS Pro, y se observó que Granada Meta entre la zona de alto riesgo y muy alto riesgo suma 53.7% del territorio.

La metodología ejecutada, fue basada en el tipo de enfoque multicriterio, siendo uno de los más importantes para la determinación de los riesgos que se pueden considerar entre altos, medios y bajos para las cuencas hidrográficas y sus precipitaciones.

Se observó que los sistemas agropecuarios podrían ser afectados significativamente en los meses de alta precipitación que conlleva a subir el nivel de las cuencas hidrográficas del cual, se suministra el río Ariari, en la figura 6 se muestran las zonas de alto riesgo.

Es de vital importancia la comunicación inter institucional y gubernamental para implementar políticas efectivas que reduzcan los niveles de riesgo.

Recomendaciones

1 Colaboración Interinstitucional: Fomentar alianzas entre autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, donde se pueda incluir a la comunidad en especial, para ayudar a coordinar todas las gestiones de riesgo y que puedan tener una pronta respuesta ante este tipo de situaciones climáticas.

2. Mejoramiento de infraestructuras: Diseñar planos de arquitectura para el drenaje, puentes y vías de acceso para aquellas zonas de alto riesgo, donde es de vital importancia la mitigación del impacto por inundaciones.

3. Sensibilización de la comunidad: Es importante promover campañas de gestión sobre la identificación de los tipos de riesgo, con esto, al momento de una eventualidad se logre tomar decisiones acertadas y específicas, que mitiguen, o en lo posible, eviten los desastres agroambientales y las pérdidas humanas.

4. Monitoreo y Evaluación Continua: Implementar una zona de monitoreo frente a las cuencas hidrográficas en las zonas altas, para mantener informado a los habitantes del municipio de Granada el nivel de riesgo que se presenta en la zona.

<https://normasiso.org/analisis-decision-multicriterio-ahp-herramienta-de-toma-de-decisiones/>

ArcGIS Pro (s.f.) Cómo funciona Suma ponderada.

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-weighted-sum-works.htm>

Climate data (s.f.) Clima Granada: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Granada.

<https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/meta/granada-49793/>

Valencia, C. (2017, noviembre 13). El mundo sin el río Ariari. El Tiempo.

<https://www.eltiempo.com/opinion/columnistas/cristian-valencia/el-mundo-sin-el-rio-ariari-150958>

Video clip de sustentación

Yaley Cuéllar (21 de diciembre 2024), Sustentación Artículo Diplomado-UNAD [Video]. YouTube.

https://youtu.be/_gIkPS8LY3o?feature=shared

Referencias bibliográficas

Alcaldía municipal Granada (Meta) (s.f.) Información del Municipio.

<https://granada-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Gobierno de Granada (s.f.) Plan de desarrollo municipal 2016-2019. (Pág.34-39)

<https://granada-meta.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipal%202016-2019.pdf>

Normas ISO (2024) Análisis decisión multicriterio (AHP): herramienta de toma de decisiones.