

Evaluación y Análisis multicriterio de los riesgos por inundación del mes de mayo del 2024 en el municipio de Mesetas, Meta, Colombia.

Wilson Esteban Garcia Tafur, wegarciat@unadvirtual.edu.co

Joel de los Ríos García, jdelosriosg@unadvirtual.edu.co

Directora Evangelina Parra Pérez, Evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

Este artículo tiene como objetivo principal diseñar un modelo cartográfico que identifique las áreas de riesgo de inundación del municipio de Mesetas, Meta, Colombia, implementado los Sistemas de Información Geográfico (SIG) bajo el enfoque metodológico de análisis multicriterio, el cual empleo factores críticos como Modelo Digital de Elevación (DEM), la precipitación, las pendientes, las coberturas del suelo (Land Cover) y distancia de drenajes.

Los resultados sirvieron como evidencia para determinar que el 78,99%, correspondiente a 1.791,3 Km² del territorio, se encuentra en una zona de riesgo alto y muy alto por inundación, afectando principalmente la zona del casco urbano y la zona sur del municipio de Mesetas limitante con el Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena. Este análisis sirve como fuente de información confiable y de calidad que proporciona un diagnóstico espacial detallado para la creación de los planes de ordenamiento del territorio, este a su vez contribuye a crear estrategias y planes de prevención y mitigación relacionados con las inundaciones.

Palabras claves: Inundación, Riesgo, Precipitación, Mapificación

Introducción

En Colombia la aplicación de los sistemas de información en la geografía local y regional por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) para el Ordenamiento Territorial (SIG-OTN), está a cargo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2006; mencionado por Gutiérrez-Ossa et al.,2011). Actualmente, los SIG contribuyen a que los análisis multicriterio y toma de decisiones respecto al territorio sean de calidad, mejorando notablemente el ordenamiento del mismo.

En el último año, debido al cambio climático, las inundaciones ocurridas en el departamento

de Meta han sido severas, un ejemplo claro fue lo ocurrido el pasado 18 de junio en el municipio de Mesetas en donde se presentó una emergencia por causa de una creciente del río Lucía y Güejar que según el gobierno local, dejó como consecuencia la pérdida total de la bancada en el sector Gaviones, veredas Las Rosas sentido vereda El Diamante (Gobernación de Meta, 2024).

La importancia de abordar esta temática radica en el hecho de que el municipio de mesetas no cuenta con un estudio detallado de las zonas vulnerables o con riesgo a inundaciones. Se entiende que el objetivo del análisis del riesgo

es “permitir cuantificar el riesgo a través de métricas apropiadas para la toma de decisiones en los procesos de reducción del riesgo y el manejo de desastres” (UNGRD , pág. 2).

Dado la complejidad del caso, esta investigación resulta pertinente puesto que, en los últimos años, después de la firma del acuerdo de paz, muchas familias desplazadas han retornado al territorio. Datos arrojados por el censo del DANE, 2022 “El municipio de mesetas, tiene una población proyectada para 2023 de 12.192 personas. De esta población 4.409 personas se encuentran en la cabecera y 6.021 en centros poblados y rural disperso. Debido a este fenómeno, muchas familias se encontrarían en riesgo si no se cuenta con la información necesaria sobre los riesgos en el territorio. Tal como lo menciona Sedano-Cruz et al., “el crecimiento demográfico y urbanización descontrolada es otro aspecto que afecta el impacto de las inundaciones” (2012, pp. 50). Por tal motivo, incluir esta evaluación dentro del plan de ordenamiento territorial contribuiría a mitigar y prever daños severos ocasionados por la ola invernal.

Objetivo General

Evaluar y realizar análisis multicriterio de los riesgos por inundación en el municipio de mesetas meta, Colombia, mediante el uso de herramientas de información Geográfica (SIG).

Objetivos Específicos

1. Establecer áreas de mayor y menor susceptibilidad de riesgo por inundaciones por medio de las SIG en el municipio de Mesetas, Meta, Colombia.
2. Diseñar un mapa de riesgo por inundación del municipio de Mesetas, Meta, Colombia.

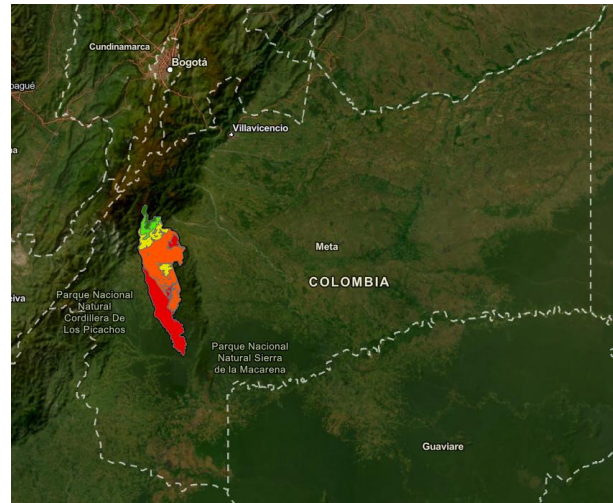
3. Analizar el sector de mayor riesgo para la población de mesetas, meta.

Identificación del caso de estudio

Localización.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2023 “El municipio de Mesetas está localizada aproximadamente a los 03°23'10" de latitud norte y 74°03'04" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 827 m. Dista de Villavicencio la capital departamental 180 km por vía terrestre. El área municipal es de 1.980 km² y limita al Norte con Lejanías, al Este con San Juan de Arama y Vistahermosa, al Sur con Uribe y al Oeste con Uribe (Figura 1).

Figura 1. Mapa localización del municipio de Mesetas, Meta.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En lo que respecta a cuencas hidrográficas, Mesetas está rodeado por diversas; entre ellas están los ríos Guayabero, Duda, Papamene, Guape, Lucía, Guaduas y Santo Domingo, además de numerosas corrientes menores (Figura 2). Esto muestra la gran riqueza hídrica que tiene el municipio de Mesetas. Sus tierras se distribuyen entre los climas cálido, templado y frío, la humedad relativa promedio anual es de 84% y la temperatura promedio anual es de

24,3°C, siendo febrero el mes de mayor temperatura y julio el de menor (IGAC, 2023). Esto evidencia la gran riqueza hídrica y biodiversidad del municipio de Mesetas.

Figura 2. Mapa de cuencas hidrográficas del municipio de Mesetas, Meta.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Metodología

La metodología que se aplicó en el presente artículo fue el análisis multicriterio utilizando la herramienta SIG para determinar el riesgo por inundación en el municipio de Mesetas.

El análisis multicriterio tiene como objetivo contribuir a la toma de decisiones desde una perspectiva multidimensional. Esta técnica, empleada con profusión en los estudios territoriales de índole ambiental, y, sobre todo, en proyectos del ámbito de los sistemas de información geográfica (Barredo, 1996;

Barredo y Bosque, 1999; Malczewski, 1999; Díez Herrero, A. et al., 2008.)

Para este caso, la metodología aplicada consta de dos etapas; La primera de ellas es la definición de factores de riesgo el respectivo cargue de las capas ráster.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el primer paso es definir cuáles son los factores que interactúan en la elaboración del mapa de riesgo por inundación. Los factores y el porcentaje de influencia en el análisis de riesgos se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de análisis para riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10
Pendientes	15
Cobertura de tierras (Land cover)	10
Precipitación	35
Distancia entre drenajes	30
Total	100

Nota: Esta tabla muestra los cinco factores necesarios para el análisis de riesgo por inundación.

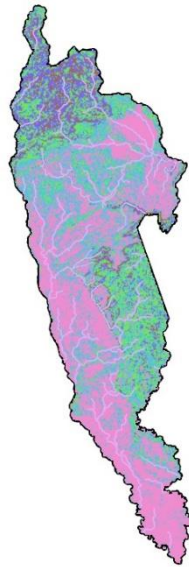
Una vez definidos los criterios anteriores, se procede a realizar el cargue de cada una de las capas ráster relacionadas en el análisis de riesgo por inundación. La primera capa ráster cargada es la del modelo de elevación digital DEM del municipio de Mesetas, Meta (Figura 3). El siguiente paso es el cargue de la capa ráster pendientes del municipio de Mesetas, Meta (Figura 4). El porcentaje de influencia de estos factores dentro del análisis multicriterio es del 10% y 15% respectivamente.

Figura 3. Cargue de capa ráster del modelo de elevación digital DEM del municipio de Mesetas Meta en la herramienta ArcGIS Pro.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Figura 4. Cargue de capa ráster de pendientes del municipio de Mesetas Meta en la herramienta ArcGIS Pro.

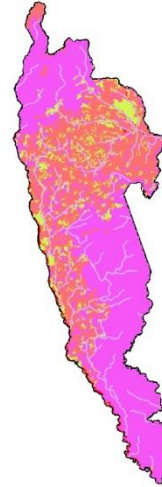


Fuente: Elaboración propia, 2024

Ahora, continuamos con el cargue del ráster de cobertura de tierras (Figura 5) y el ráster de precipitación del mes de mayo en el municipio de Mesetas (Figura 6). Estos criterios poseen un

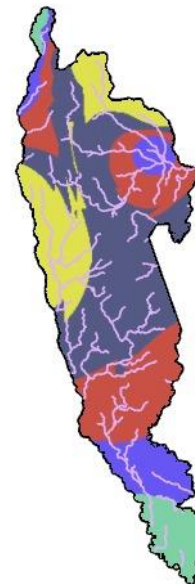
porcentaje de influencia dentro del análisis multicriterio del 10% y 35% respectivamente.

Figura 5. Cargue de capa ráster de cobertura de tierras (Land cover) del municipio de Mesetas, Meta en la herramienta ArcGIS Pro.



Fuente: Elaboración propia, 2024

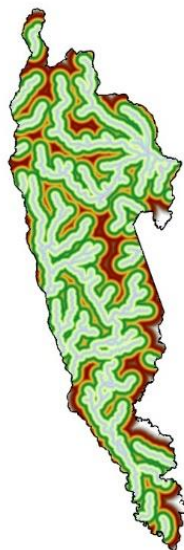
Figura 6. Cargue de capa ráster de precipitación del mes de mayo en el municipio de Mesetas, Meta en la herramienta ArcGIS Pro.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Finalmente, se procede a realizar el cargue de la última capa ráster correspondiente a la distancia de drenajes, este último factor posee un porcentaje de influencia del 30% dentro del análisis multicriterio.

Figura 6. Cargue de capa ráster de distancia de drenajes del municipio de Mesetas, Meta en la herramienta ArcGIS Pro.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Vale la pena mencionar que cada una de las capas ráster utilizados en la elaboración del modelo multicriterio fueron tomados de la base de datos del software ArcGis Pro versión 3.3.2.

Una vez cargadas las capas ráster seleccionadas para la elaboración del modelo multicriterio de riesgo por inundación en el municipio de Mesetas, Meta. Se continúa con el proceso de modelación, este consta de la reclasificación de los factores de la Tabla 1. Para asegurar que todas las capas posean una escala en común se debe estimar una escala de clasificación en donde se asigna un valor numérico a una clasificación cualitativa la cual corresponde al nivel de riesgo por inundación (Tabla 2).

Tabla 2. Estimación Clasificación Cualitativa y Cuantitativa.

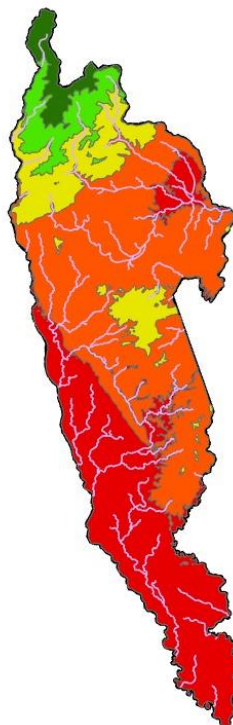
Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo Alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota: Relación descriptiva (cualitativa) del riesgo con su valor numérico correspondiente.

Resultados

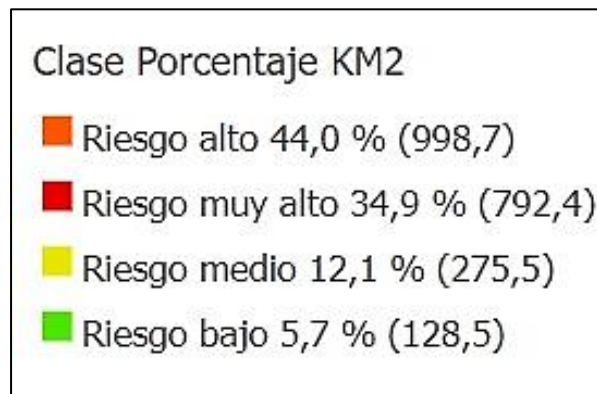
Una vez realizados los geoprocursos pertinentes para el diseño del mapa de riesgo por inundación del municipio de Mesetas, Meta. El resultado de estos se puede observar en la figura 7 y 8.

Figura 7. Mapa de riesgo por inundación del mes de mayo del municipio de Mesetas, Meta.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

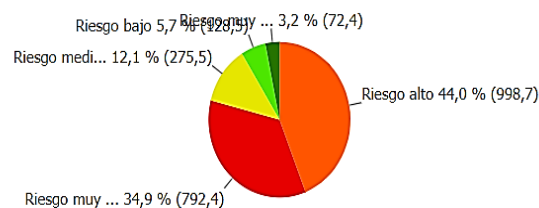
Figura 8. Clasificación cualitativa y cuantitativa con sus respectivos valores del riesgo por inundación del municipio de Mesetas, Meta.



Fuente: Elaboración

En la figura 7 se identificó que las zonas con riesgo muy alto se encuentran: en la cabecera municipal de mesetas y las veredas Oriente, San miguel, brisas de la duda, Puerto Nariño, san isidro, nuevo porvenir, palmeras, parte baja del parque natural nacional sierra de la macarena. Por otro lado, cerca del 17% del territorio se cataloga dentro de la zona de riesgo medio y bajo la cual corresponde a zonas superiores a los 900 msnm.

Entre las posibles causas se encontró que en el territorio estas zonas fueron afectadas gravemente por la deforestación. Según datos de Global Forest Watch, 2023 “Desde 2002 hasta 2023, Mesetas perdió 16.4 kha de bosque primario húmedo, lo que representa 55% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo”. lo cual ha generado un mayor impacto en los meses de mayor precipitación como mayo y parte de junio generando desborde de los ríos, caños y quebradas con consecuencias graves como pérdidas de zonas en protección, cultivos, animales y seres humanos.



Fuente: Elaboración propia 2024

El riesgo alto y muy alto fue el que arrojo el análisis multicriterio con mayor porcentaje de riesgo (cerca del 79%) por inundación lo cual evidencia la necesidad de concientizar y generar un plan de acción urgente para los casos de inundación en estas zonas.

Conclusiones

Después de aplicada la metodología multicriterio para la elaboración del mapa de riesgo de inundación del municipio de Mesetas se determinó que el 44 % correspondiente a 998 Km² del territorio se encuentra en una zona de riesgo alto, mientras que el 34,9% (792,4 Km²) esta ubicada en una zona de riesgo muy alto. Finalmente, el 12,1% y 5,7% del territorio se clasifican dentro de las zonas de riesgo medio y bajo respectivamente (Figura 8).

Por otro lado, el uso de los Sistemas de Información Geográfico (SIG) bajo la metodología de analisis multicriterio para el diseño del mapa de riesgo por inundación es sólido y fácil de replicar para elaborar planes de mitigación frente a fenómenos de inundación. De acuerdo los resultados obtenidos en el analisis multicriterio de riesgos por inundación en el mes de mayo del 2024 en el municipio de Mesetas, Meta. Cerca del 78,99%, correspondiente a 1.791,3 Km² del territorio, se encuentra en una zona de riesgo alto y muy alto, estos corresponden al caso urbano de Mesetas y a las veredas al sur de municipio limitantes con

el parque nacional natural sierra de la macarena. Este fenómeno resulta preocupante debido a que la mayoría de esta zona se encuentra en zonas donde la densidad poblacional es alta o existe la problemática de deforestación causada por la expansión de la frontera agrícola.

Recomendaciones

Ya identificadas las zonas de mayor riesgo de inundación es necesario que las entidades ambientales hagan presencia en estos sectores, para concientizar a la población de respetar las distancias establecidas (30 mts) mínimo del río o caños, por la entidad del ministerio de medio ambiente sobre las fuentes hídricas y en caso de las vías públicas tanto de manera local, la alcaldía y departamental señalar y proyectar las vías cercas a estas fuentes híbridas en nuevas vías que respeten las distancia ya mencionada, y realizar un plan de acción de reforestación en las zonas de mayor efecto como el centro poblacional de mesetas en especial el río lucía (Figura 9).

Figura 9. Imagen de los daños ocasionados en la bancada vía las rosas por río lucía.



Elaboración propia

En esta imagen vemos la necesidad urgente de entidades ambientales en el plan de ordenamiento territorial y su seguimiento

estricto del cumplimiento de las políticas que protegen las fuentes hídricas.

Referencias bibliográficas

- A. Díez Herrero, J. G. (2012). Análisis del riesgo de inundación para planes autonómicos de protección civil: RICAM. (12).
- ADR-FAO. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial*. Bogota D.C: Seis Ilustres SAS. Obtenido de <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Meta-Tomo-II.pdf>
- Alcaldía de Mesetas. (2018). *Revisión y ajuste del esquema de ordenamiento territorial (EOT)*. Mesetas: Alcaldía de Mesetas. Obtenido de https://colombia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/20191123_DTS_Formulacion_Mesetas_FINAL-1.pdf
- Alcaldía Municipal de Mesetas-Meta . (09 de 07 de 2017). *mesetas-meta.gov*. Obtenido de <https://www.mesetas-meta.gov.co/mapas/cuencas-hidrograficas>
- Arias, N. A. (16 de 06 de 2024). *Periodico El Tiempo* . Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/un-muerto-y-mas-de-un-centenar-de-familias-afectadas-dejan-lluvias-en-el-meta-3353064>
- Avendaño, Á. M. (16 de 06 de 2024). *Radio Nacional de Colombia* . Obtenido de <https://www.radionacional.co/noticias-colombia/mesetas-mesa-en-alerta-roja>
- Carrillo García, S. (2019). Artículo científico. En S. Carrillo García, L. M. Toro Calderón, A. X. Cáceres González, & E. C. Jiménez Lizarazo, *Caja de*

- herramientas. Géneros Textuales.* Universidad Santo Tomás.
- DANE . (2020). *DANE.GOV.CO*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/lista-de-resultados-de-busqueda?q=mesetas>
- DEFENSORIA DEL PUEBLO . (2019). *INDEPAZ.ORG.CO*. Obtenido de <https://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2020/07/AT-N%C2%B0-026-2020-MET-Mesetas-y-Uribe.pdf>
- Dirección De Gestión Integral Del Recurso Hidrico. (2018). *GUIA PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDAS HIDRICAS*. Bogota D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/GUIA-PARA-EL-ACOTAMIENTO-DE-LAS-RONDAS-HIDRICAS-VF.pdf>
- Escobar, Y. C. (2011). Efectos de la Variabilidad Climática (vc) y el Cambio Climático (cc) en los Recursos Hidricos de Colombia. *Entre ciencia e ingeniería*, 33-61. Obtenido de <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entre-ciencia-e-ingenieria/article/view/689/691>
- Esri. (2014). *ArcGis Pro*. Obtenido de <https://www.esri.com/es-es/home>
- Galvis García, R. E. (2020). *Guía Resumen del Estilo APA Séptima Edición*. Universidad Santo Tomás.
- Global forest watch.org* (2023). Obtenido de <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/COL/20/16/?category=forest-change&dashboardPrompts=eyJzaG93UHJvbXB0cyI6dHJ1ZSwicHJvbXB0c1ZpZXdlZCI6WyJkYXNoYm9hcmRBbmFseXNlcyIsImRvd25sb2FkRGFzaGJvYXJkU3RhdHMiLCJzaGFyZVdpZGdldCJdLCJzZXRoYW5ncyI6eyJzaG9>
- Gobernación del Meta. (2024 de 06 de 2024). *meta.gov.co*. Obtenido de <https://meta.gov.co/noticias/reportan-emergencia-por-lluvias-en-varios-municipios-del-meta/2928>
- IDEAM, zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia. Tomado de: HYPERLINK "<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/MEMORIAS-MAPA-ZONIFICACION-HIDROGRAFICA.pdf>" <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/MEMORIAS-MAPA-ZONIFICACION-HIDROGRAFICA.pdf>
- Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila-Díaz, Á. (02 de 2012). Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia. *Revista Semilla*, 47-53. Recuperado el 2024, de https://www.researchgate.net/profile/Alvaro-Avila-Diaz-2/publication/281015880_Variabilidad_climatica_cambio_climatico_y_gestion_integrada_del_riesgo_de_inundaciones_en_Colombia/links/55d5d6e308aec156b9a5ad1c/Variabilidad-climatica-cambio-climatico-y-gest
- Sedano-Cruz, Karime, Carvajal-Escobar, Yesid, & Ávila Díaz, Álvaro Javier. (2013). Análisis De Aspectos Que Incrementan El Riesgo De Inundaciones EN COLOMBIA. *Luna Azul*, (37), 219-238. Retrieved December 10, 2024, from HYPERLINK "http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200014&lng=en&tlng=es" http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200014&lng=en&tlng=es

UNGRD . (s.f). *ANÁLISIS DE RIESGO*.
DOCUMENTO. Recuperado el 2024 de
diciembre de 06, de
[https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/D
ocuments/Conocimiento/Conocimiento
-In-Analisis-del-Riesgo.pdf](https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Conocimiento/Conocimiento-In-Analisis-del-Riesgo.pdf)

Enlace de sustentación:

[https://www.youtube.com/watch?v=a3bleWOJ
0BM](https://www.youtube.com/watch?v=a3bleWOJ0BM)