

Análisis de riesgo por inundación en el municipio de Abejorral, Antioquia: aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento territorial

Autores:

Juan Sebastián Buitrago Castaño – Jsbuitragoc@unadvirtual.edu.co

Miller Norberto Muñoz Huertas - mnmunozhu@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo principal elaborar un mapa de riesgo por inundación para el municipio de Abejorral, Antioquia, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El análisis mostró que el 33% del territorio, equivalente a 162 km², presenta un riesgo alto o muy alto de inundación durante el mes de marzo, especialmente en la zona oriental, donde las lluvias intensas y el desbordamiento del río Aures son los principales factores de riesgo. Por otro lado, las áreas con menor riesgo se encuentran hacia el centro y sur del municipio, lo que permite enfocar esfuerzos en las zonas más afectadas.

Gracias a los SIG es posible integrar y analizar información importante, como la topografía y las precipitaciones, que identifica claramente las zonas más vulnerables. Estos mapas no sólo ayudan a comprender el problema, sino que también representan una herramienta útil para planificar, prevenir riesgos y proteger los recursos locales.

Se recomienda priorizar la atención a áreas críticas, restaurar áreas cercanas a ríos, aplicar prácticas agrícolas sustentables y trabajar con la comunidad para prepararse ante inundaciones. Este trabajo destaca la importancia de combinar tecnología y gestión ambiental para una planificación territorial más eficiente y sostenible.

Palabras claves: Inundación, Ordenamiento, Territorio.

Introducción

Abejorral, un municipio del oriente antioqueño, se caracteriza por su geografía montañosa, su clima templado húmedo y su gran riqueza agropecuaria. Sin embargo, estas mismas características lo hacen vulnerable a diversos riesgos ambientales, como las

inundaciones, lo que plantea la necesidad de gestionar mejor su territorio y recursos naturales.

Este municipio presenta altas precipitaciones en la zona nororiental en límites con el municipio de la Unión, por ejemplo, una reciente investigación del ASIS Territorial

geográfica le otorga características únicas que resultan importantes para el ordenamiento agroambiental. Se localiza a una altitud de aproximadamente 2,200 metros sobre el nivel del mar en su casco urbano, pero su zona rural presenta varios niveles debido a su topografía montañosa.

Con una extensión de 491 km² aproximadamente, Abejorral combina paisajes agrícolas, ganaderos y áreas de bosque nativo. Este municipio cuenta con una población estimada de 20,000 habitantes, la mayoría de ellos viven en zonas rurales.

La topografía del municipio de Abejorral, según Cornare (2012), se caracteriza por contener extensas capas de ceniza volcánica, la cual se distribuye uniformemente por todo el municipio, siendo el Sapolito de Roca Metamorfica Foliada la más común como material superficial, siendo suelos susceptibles a deslizamientos y flujos.

Además, cuenta en su mayoría con pendientes de rangos entre 12 al 35 % siendo el noreste del municipio con el mayor dominio de pendiente caracterizado por valles y colinas.

En zonas como el sur, oeste y parte del este del municipio se presentan pendientes entre 35 y 75%, caracterizado por relieve montañoso y donde sobresalen los cañones de ríos como Aures, Buey y Arma.

Ya las zonas de menor pendiente entre 0 a 5% son aquellas que comprenden cerca a confluencia de los ríos Arma y Buey, donde estas zonas se caracterizan por ser depósitos de flujo y terrazas aluviales (Cornare, 2012, pp.45)

El municipio de Abejorral, Antioquía cuenta con tres afluentes principales que son los ríos Buey, Arma y Aures, los cuales son alimentados por quebradas donde algunas son, honda, el tablazo, matadero, don cornelio, la

vibora, el salado, los bonitos, entre otras (CMGRD, 2016, pp. 7).

El municipio tiene un clima moderadamente húmedo propio de los Andes colombianos, con temperaturas entre 16 y 18 grados centígrados. Las precipitaciones son abundantes, con un promedio de entre 2.000 y 3.500 milímetros por año. En el mes de marzo, cuando centramos nuestro análisis, las precipitaciones aumentan considerablemente, con una media de entre 200 y 250 mm en el extremo oriental, donde precisamente es la parte alta de la cuenca de los ríos Buey y Aures que nacen en el páramo de Sonsón y, por lo tanto, su mayor concentración de precipitación se ve influenciada por corrientes húmedas allegadas de la cuenca del río Magdalena (Cornare, 2012, pp.48).

Este mes es fundamental porque marca la primera temporada de lluvias del año, lo que impacta directamente en las actividades agrícolas, como la siembra y el crecimiento de los cultivos, además de ser crucial para la disponibilidad de agua en los pastos.

Estudiar el comportamiento climático de marzo resulta fundamental, ya que este periodo permite evaluar no solo las condiciones para la agricultura, sino también aspectos como la vulnerabilidad de algunas áreas ante la erosión y los problemas de escorrentía. Esto hace que sea un momento estratégico para la planificación y el manejo adecuado del territorio.

Metodología

Figura 2.

Flujograma para el proceso de análisis multicriterio.



Fuente: Autoría propia. 2024.

El análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica se usa para evaluar y tomar decisiones sobre problemáticas espaciales, donde varios factores se deben considerar en el análisis de datos geoespaciales.

En un análisis multicriterio en SIG se usan variables geoespaciales tanto tipo vector (variables discretas) o tipo ráster (variables continuas), esto con el fin de tener mayor claridad sobre las zonas óptimas para el problema identificado (Reyes, 2021).

Por lo tanto, tomando en cuenta los análisis multicriterio se opta por trabajar para este caso de estudio un análisis multicriterio mediante el método de combinación lineal directa, el cual permite tener criterios cuantitativos evaluados como variables continuas. En este método se expresan diversos grados de idoneidad estandarizados a diferentes escalas según la investigación y con el fin de facilitar la toma de decisiones.

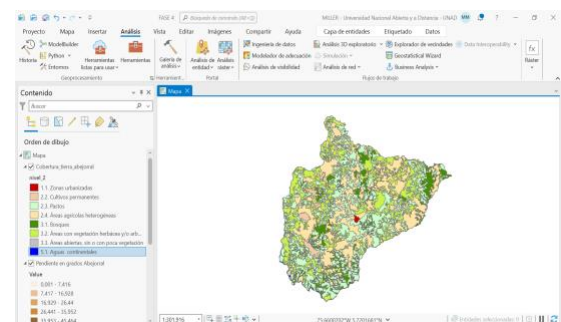
Como se menciona anteriormente, el uso del análisis multicriterio mediante el método de combinación lineal directa se usó para evaluar la vulnerabilidad a inundaciones en el municipio de Abejorral, Antioquia en el mes de marzo mediante el uso de SIG.

Procedimiento extraer DEM municipio

- Se realiza el cargue de capas ráster del municipio de Abejorral, Antioquía.
- Descarga y cargue en ArcGis Pro-capa de cobertura shapefile, se debe realizar el geoproceto de recorte (clip) para definir el municipio y por último disolver el campo N_2.
- Carga de capa de precipitación del mes de marzo, este viene en archivo TIFF descargar, descomprimir e importar en ArcGis Pro, allí se realiza el geoproceto de extracción por mascara.
- Capa distancia entre drenajes, se delimita la cuenca hidrográfica hasta obtener el ráster de acumulación del municipio de Abejorral (Flow accumulation).
- Se calcula para determinar el 1% de flujo de acumulación.
- Luego se realiza la reclasificación del ráster de flujo de acumulación en dos clases.
- Para calcular la distancia hasta el origen más cercano de los drenajes se realiza el geoproceto de Distancia Euclidiana

Figura 3.

Disolver capa Nivel_2 municipio Abejorral, Antioquía.



Fuente: Autoría propia. 2024.

Tabla 1. Modelación cualitativa riesgo por inundación Abejorral, Antioquía.

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

Fuente: Autoría propia. 2024.

- Se realiza una clasificación y estandariza los parámetros cualitativos y cuantitativos de riesgo de inundación del municipio de Abejorral.
- Se realiza una reclasificación de la capa DEM_Abejorral, ajustando los valores de la clasificación estandarizada de riesgos.
- Se realiza una reclasificación de pendientes para definir el riesgo de inundación teniendo en cuenta la clasificación de riesgo.
- Luego se realiza la reclasificación de la capa de precipitaciones definiendo cada valor según la clasificación de riesgo.
- Luego se procede a realizar el geoproceto de reclasificación de la capa de distancia de drenajes teniendo en cuenta la clasificación de riesgo, el tamaño de celda/pixel debe tener un tamaño de 30.

Mapa de riesgo de inundaciones.

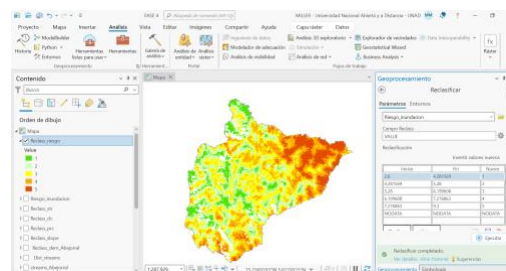
- Luego de obtener las diferentes reclasificaciones de las capas se procede a realizar una suma ponderada para

combinar las diferentes capas generadas.

- En este geoproceto se tiene en cuenta las capas de DEM, slope, landcover, precipitación y distancia entre drenajes.
- Luego se realiza una reclasificación de riesgo por inundación con cinco niveles y usando un código de colores para su fácil identificación.

Figura 4.

Mapa resultado de riesgo por inundación del municipio de Abejorral en marzo.



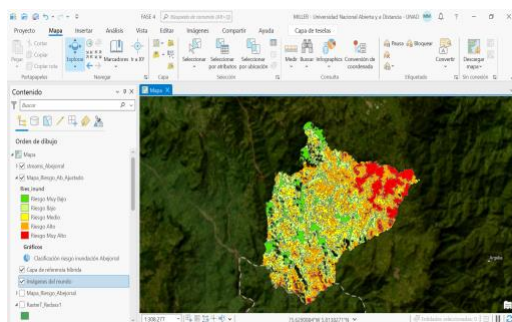
Fuente: Autoría propia. 2024.

Capa ráster a capa vectorial.

- Del anterior resultado del análisis multicriterio se procede a transformar la capa vectorial de ráster a polígono en ArcGis Pro.
- Luego de generar los respectivos polígonos de proceder a determinar el área de cada uno, en este caso fue en hectáreas.
- Se debe tener en cuenta que la clasificación se debe ajustar a los colores estandarizados.
- Por último, se genera el mapa riesgo por inundación en el municipio de Abejorral, Antioquía.

Figura 5.

Clasificación riesgo por inundación municipio de Abejorral, Antioquía.



Fuente: Autoría propia. 2024.

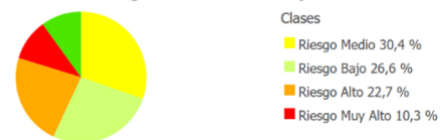
Resultados

Con lo que se logra apreciar en el mapa de riesgo por inundación y las gráficas presentadas, se identifica que el 10.3% del territorio está en riesgo muy alto de inundación para el mes de marzo, identificando la zona oriente del municipio como la que se puede ver más afectada por las intensas lluvias y el desbordamiento de cuerpos de agua como el río Aures, allí las veredas más vulnerables son, El Buey, Combia, Yarumal, San Bartolomeo, Guayaquil y Aures; mientras que en alto riesgo también tenemos una parte del oriente del municipio y una pequeña parte de la zona norte, lo cual representa un 22.7% de Abejorral, donde se comprenden las veredas de Quebrada Negra, Colmenas, Santa catalina y La Cordillera. Las zonas de riesgo medio y menor riesgos, están distribuidas más hacia el centro y el sur del municipio, donde pertenecen veredas como Carrizales, Aures Arriba, Quebradona y La Polka (secretaria de Infraestructura, 2021).

Figura 6.

Clasificación riesgo de inundación en Abejorral, Antioquía.

Clasificación riesgo inundación Abejorral



Fuente: Autoría propia. 2024.

Gracias a estos datos podemos analizar que el 33% del municipio de Abejorral se podría ver muy afectado por las lluvias y las inundaciones en el mes de marzo, tenemos un panorama alentador ya que más de la mitad del municipio se encuentra en un riesgo menor y gracias a este mapa se pueden centrar los esfuerzos de mitigación del riesgo en la zona del Noroeste del municipio.

Tabla 2. Área en hectáreas de riesgo de inundación en Abejorral, Antioquía.

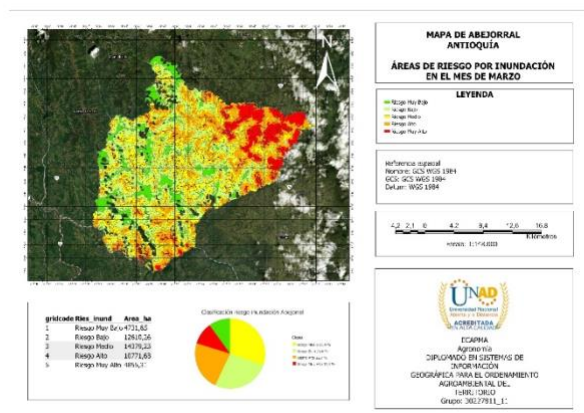
Riesgo inundación	Area_ha
Riesgo Muy Bajo	4.731,8
Riesgo Bajo	12.610,2
Riesgo Medio	14.379,2
Riesgo Alto	10.771,6
Riesgo Muy Alto	4.855,3

Fuente: Autoría propia. 2024.

Si la extensión del municipio de Abejorral es de 491 km² tenemos que 162 km² se verán muy afectados por las inundaciones y se tendrá que activar el plan de contingencia y avisar a las comunidades para evitar pérdidas mayores en la zona oriental, siendo las veredas mayormente comprometidas: El Buey, Combia, San Bartolomeo, Guayaquil, Aures, Yarumal, Quebrada Negra, Carrizales, Quebradona y La Cordillera (Gob. Antioquía, 2024).

Figura 7.

Mapa riesgo por inundación en el municipio de Abejorral, Antioquía.



Fuente: Autoría propia. 2024.

Conclusiones

El mapa de riesgo por inundación permitió identificar que el 33% del territorio de Abejorral, equivalente a 162 km², presenta un riesgo alto o muy alto de inundación en el mes de marzo. Las áreas más vulnerables se concentran en la zona oriental del municipio, particularmente en las cercanías del río Aures, donde las lluvias intensas y el desbordamiento de cuerpos de agua representan las principales amenazas. Además, una pequeña parte de la zona norte también está clasificada con alto riesgo, lo que refuerza la necesidad de prestar atención prioritaria a estas áreas.

Entre las veredas más vulnerables se encuentran, El Buey, Combia, San Bartolomeo, Guayaquil, Aures, Yarumal, Quebrada Negra, Carrizales, Quebradona y La Cordillera (Gov. Antioquía, 2024).

El análisis evidenció que las zonas con menor riesgo de inundación se encuentran principalmente en el centro y sur del municipio, lo que significa que más de la mitad del territorio presenta condiciones menos vulnerables. Este panorama ofrece la oportunidad de centrar esfuerzos y recursos en las áreas con mayor peligro, mientras se

preserva y se gestiona adecuadamente el resto del territorio.

La implementación de sistemas de información geográfica ha sido crucial para la integración y análisis de muchas variables, como la topografía, los patrones de precipitación y los cuerpos de agua. Estas herramientas generaron mapas detallados y precisos que proporcionan la base para la toma de decisiones, la implementación de planes para desastres y la sensibilización de las comunidades afectadas. Este trabajo destaca que los SIG son socios esenciales para mejorar la planificación ambiental y reducir los riesgos.

Los estudios han demostrado que el uso de tecnologías avanzadas, como los SIG, no sólo identifica áreas peligrosas, sino que también mejora la gestión eficaz y sostenible del área. Los resultados facilitan estrategias preventivas que minimicen las consecuencias negativas de las inundaciones, al tiempo que protegen las comunidades municipales y los recursos naturales.

Recomendaciones

Para mejorar el manejo del territorio en Abejorral y reducir los riesgos ambientales, especialmente en zonas propensas a inundaciones, se pueden seguir algunas recomendaciones enfocadas en un equilibrio entre la actividad agrícola y la conservación ambiental:

- Es importante reconocer las áreas más propensas a inundaciones, como las del lado este del Municipio, y tomar medidas para limitar las actividades que podrían aumentar el problema. Por ejemplo, en lugar de agricultura intensiva, estas áreas podrían utilizarse para la reforestación o la protección de

humedales, ayudando a regular el agua y reducir los efectos de las fuertes lluvias.

- Los agricultores podrían implementar técnicas como la rotación de cultivos o la agrosilvicultura, que combinan cultivos con árboles y ayudan a mejorar la salud del suelo y reducir la vulnerabilidad a las lluvias. En terrenos con pendiente o riesgo medio sería útil establecer bandas de vegetación que controlen la erosión y mejoren la infiltración del agua en el suelo.
- Es importante educar a los agricultores y a las comunidades locales para que sepan cómo responder a los riesgos de inundaciones. Por ejemplo, pueden aprender a construir canales de drenaje adecuados o a trasladar temporalmente plantas sensibles durante la temporada de lluvias. También es importante que participen activamente en la planificación del uso del suelo, ya que conocen mejor que nadie el estado de su entorno.
- Se debe implementar una zonificación municipal para definir claramente qué áreas son más adecuadas para actividades agrícolas, ganaderas o de conservación. Esto permitirá un uso eficiente y sostenible del territorio, lo que reducirá al mínimo el impacto ambiental.

En general, estas medidas apuntan no sólo a reducir el riesgo de inundaciones, sino también a garantizar que la agricultura y otras actividades productivas puedan desarrollarse de

manera sostenible, protegiendo los recursos naturales y el bienestar de las personas que dependen de ellos.

Referencias bibliográficas

- MasterGIS - Reyes López, Justo. (2021). [Análisis multicriterio con ArcGIS](#)
- González Valencia, J. (2006). [Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones](#).
- Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>
- Vega-Blancas, V., Fernández-Reynoso, D., Macedo-Cruz, A., Ríos-Berber, J., y Ruiz-Bello, A. (2022). [Análisis de la fertilidad del suelo mediante la validación e interpolación Kriging de sus variables](#). Terra Latinoamericana, 40, e1573, pp. 1-12. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1573>
- Pineda, L., y Suarez, J. (2014). [Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos](#). Revista Ingeniería Agrícola, Vol. 4(3), pp. 28-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005>
- CORNARE, Grupo de gestión del riesgo. (2012). [EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS Y DIMENSIONAMIENTO DE PROCESOS EROSIVOS EN LOS 26](#)

MUNICIPIOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORNARE. CONVENIO CORNARE-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA N° 2011-CF-12-0051 Y 217-2011 MUNICIPIO DE ABEJORRAL

Departamento Administrativo de Seguridad Social en Salud (DSSA). (2023). *Análisis de riesgos y medidas preventivas del municipio de Abejorral* [PDF].

https://www.dssa.gov.co/images/asis/documentos/ASIS_abejorral_2023.pdf

Secretaría de Gobernación de México (SGM). (2024). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Secretaría de Gobernación.

<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2021). *Plan de Manejo de Riesgo de Desastres de Abejorral* [PDF].

https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28213/Abejorral_PMGRD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia. (2021). *Ficha municipal de Abejorral* [PDF]. Gobierno de Antioquia.

http://secretariainfraestructura.antioquia.gov.co/descargas/InformacionRedViaIAntioquia/4.%20Mapas%20por%20municipio/Abejorral_fichaMunicipal2.pdf

Gobernación de Antioquia. (s.f.). *Abejorral: Información del corregimiento*.

<https://corregimientos.antioquia.gov.co/abejorral-3/>

Gobierno de Colombia. (2024). *Colombia en Mapas*. Obtenido de IGAC: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Ríos Hernández, R. (2021). *La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual*. Revista Ingeniería Agrícola, 67-74: <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269368010/586269368010.pdf>

Gobernación de Antioquia. (s.f.). Mapa de Antioquia.

<https://antioquia.gov.co/mapa-deantioquia>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). *Inundaciones*.

<https://www.ideam.gov.co/web/agua/inundaciones>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/-tOPw6AMnwM>