

Identificación de zonas de riesgo de inundación mediante el análisis Multicriterio en el municipio de Ortega, Tolima

Angie Lorena Pérez Guepe, alperezgu@unadvirtual.edu.co

Lina Rosa Molina Alonso, lrmolinaa@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

Las inundaciones son uno de los riesgos naturales con mayor impacto social y económico en el mundo; el aumento de las precipitaciones y la presencia de prolongadas temporadas de lluvia tienen efectos adversos en los sistemas hidrológicos, generando así un alto nivel de riesgo de inundación esto debido a la distribución geográfica del país. El siguiente análisis busca identificar áreas vulnerables a inundaciones en el municipio de Ortega, Tolima. La metodología empleada combina técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la evaluación de criterios relevantes como el uso del suelo, precipitaciones y distancia entre drenajes; mediante el Análisis Multicriterio para obtener un mapa detallado en donde se identifican ciertas zonas del municipio que son particularmente más propensas a inundaciones.

Palabras claves: Multicriterio, Inundación, Riesgo

Introducción

El riesgo de inundaciones se entiende como la probabilidad de que los ríos se desborden, lo cual ocurre debido a lluvias intensas o prolongadas que elevan el nivel del agua, haciendo que el río supere su cauce natural durante un período específico. Este fenómeno puede impactar negativamente en la población, en el sector agrícola y en la infraestructura (Banco Mundial, 2012).

Las inundaciones pueden suceder en cualquier ecosistema alrededor del mundo, sin importar la intervención humana. Este fenómeno natural representa un desafío significativo y creciente para el desarrollo de las comunidades, ya que provoca una gran cantidad de destrucción en aspectos económicos, ambientales y sociales, incluyendo la pérdida de vidas. La frecuencia e intensidad de estos eventos han aumentado

recientemente como resultado del cambio climático (Cárdenas & Buitrago, 2023).

Como caso de estudio se seleccionó el municipio de Ortega, ubicado al sur del Departamento del Tolima. Este municipio se caracteriza por que cuenta con distintas zonas climáticas: cálida, media o templada y fría, lo que demuestra una notable variabilidad climática. Por otro lado, su topografía cuenta con pendientes pronunciadas y baja estabilidad del suelo.

Según el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD, 2020), las inundaciones en la región están vinculadas a lluvias intensas, siendo las precipitaciones torrenciales una causa común de estos eventos. Además, estas inundaciones pueden verse empeoradas por actividades humanas que promueven la erosión, tales como la construcción de carreteras, el manejo inadecuado de laderas para urbanización, la mala instalación de redes de infraestructura, las filtraciones en los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como la falta o deficiencia en los sistemas de recolección de aguas lluvias, además de factores como la deforestación y la minería.

Para el análisis de riesgo se emplean herramientas tecnológicas que permiten relacionar datos con una ubicación geográfica; de acuerdo con Sevillano (2020) “los sistemas

de información geográfica son herramientas eficaces para abordar diversas áreas relacionadas con el ordenamiento territorial y la gestión de riesgos de desastres” (p. 49).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se describe como una técnica destinada al manejo de datos geográficos, que integra de manera eficiente información básica para generar conocimiento derivado. En otras palabras, es una herramienta que combina elementos gráficos, como mapas, con datos alfanuméricos, como estadísticas, para producir información detallada sobre el espacio (Domínguez, 2000, p.3).

Los Sistemas de Información Geográfica proporcionan herramientas como los Análisis Multicriterio, diseñados para abordar la zonificación de amenazas por inundación. Estas herramientas facilitan una evaluación cuantitativa de diversos criterios, permitiendo ajustar los resultados a una planificación territorial que promueva una ocupación adecuada del suelo (Sevillano, 2020).

Objetivo General

Identificar las zonas de riesgo de inundación mediante el análisis Multicriterio en el municipio de Ortega, Tolima.

Objetivos Específicos

Establecer los factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones en el municipio de Ortega utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Aplicar las herramientas de reclasificación y suma ponderada para obtener la clasificación de riesgo en el municipio.

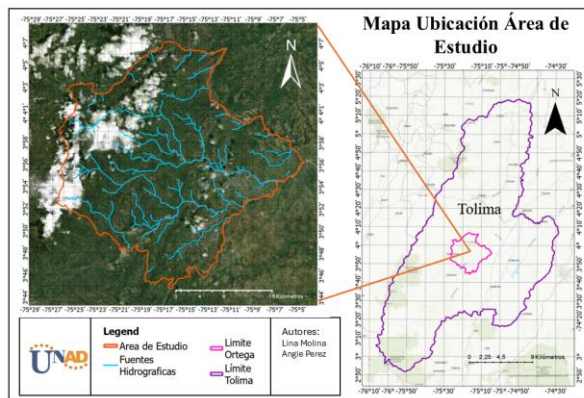
Proponer mapas temáticos que permitan la identificación de zonas con mayor riesgo de inundación.

Identificación del Caso de Estudio

Área de Estudio

Figura 1

Mapa de ubicación Ortega Tolima



Fuente: Autoría propia, 2024.

El municipio de Ortega se encuentra ubicado en la región sur del departamento del Tolima. Limita al norte con los municipios de Rovira, Valle de San Juan y San Luis; al este, con Saldaña y Coyaima; al sur, con Coyaima y

Chaparral; y al oeste, con San Antonio (CMGRD, 2020, p.13).

El Municipio de Ortega cuenta con un área total de 945,93 km², de los cuales el 0,51%, pertenece al área urbana y 99,49% al área rural (Gobernación del Tolima, 2015, p.19).

El municipio presenta un rango altitudinal entre los 396 y los 2.600 metros sobre el nivel del mar, lo que origina una diversidad de temperatura que se encuentra entre 24°C a 35°C, precipitación promedio de 2.800 mm anuales (CMGRD, 2020).

Su posición altitudinal le permite presentar tres zonas climáticas: 708 kilómetros cuadrados en zona cálida, 182 kilómetros cuadrados en zona media y 53.51 kilómetros cuadrados en zona fría (Alcaldía Ortega Tolima, 2001).

En los últimos años, los patrones de lluvia han experimentado cambios significativos. En términos generales, la distribución de las precipitaciones es de tipo ecuatorial o bimodal, con dos períodos lluviosos: uno de marzo a mayo y otro de septiembre a noviembre. Asimismo, existen dos períodos secos: de diciembre a febrero y de junio a agosto (CMGRD, 2020).

La red de cuerpos de agua en la región está formada por varios ríos y quebrada como el río Ortega, Cucuana y Tetuán, así como las quebradas Nola, Aico, Anabá, Peralonso y

Maculé; que son tributarios directa o indirectamente, del río Saldaña y constituyen más del 50% de sus afluentes (CMGRD, 2020).

Metodología

1. Recopilación de datos

La recolección de datos del suelo, datos hidrográficos y algunos datos climáticos se obtuvieron de geoportales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Geoportal USGS Earth Explorer (Servicio Geológico de Estados Unidos) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

2. Sistema de Coordenadas

El sistema de coordenadas utilizado corresponde al decretado en la Resolución 471 de 2020 (IGAC) y la Resolución 529 de 2020 (IGAC), en donde se establece el sistema de referencia espacial de Colombia, a un único origen nacional denominado CTM 12.

3. Software

Se emplea ArcGIS Pro- versión 3.3, una aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) de escritorio que permite visualizar, analizar y compartir datos geográficos y además obtener mapas, diseños, tablas y gráficos (Esri, 2024).

4. Preparación de Datos

Para la preparación de datos se hace uso del Software ArcGIS Pro; se representa

mediante el modelo ráster que de acuerdo con Olaya (2020) es el más adecuado para capas como elevaciones ya que permite un mejor análisis de datos.

Por otro lado, de acuerdo con Efraimidou y Spiliotis (2024) los indicadores de riesgo de inundaciones son el uso del suelo, acumulación de flujo, elevación y pendiente, geología, intensidad de precipitaciones y la distancia entre ríos. De este modo se establecen los 5 factores (rásteres) con lo que se lleva a cabo el análisis:

1. Modelo de elevación Digital ((Digital Elevation Model – DEM))

Haciendo uso del modelo de elevación digital obtenido del Geoportal USGS se extrajo el modelo de elevación del municipio mediante la herramienta extracción por máscara.

A. Ráster de Pendientes

Con el DEM obtenido del municipio mediante la herramienta pendiente (slope).

B. Cobertura de tierras

Los datos obtenidos del Geoportal de IGAC del Mapa de Cobertura de Tierra; Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018 haciendo uso del geoprocso recortar se delimitó el municipio.

C. Precipitación

De acuerdo con el IDEAM (2020) las precipitaciones son más frecuentes en los meses

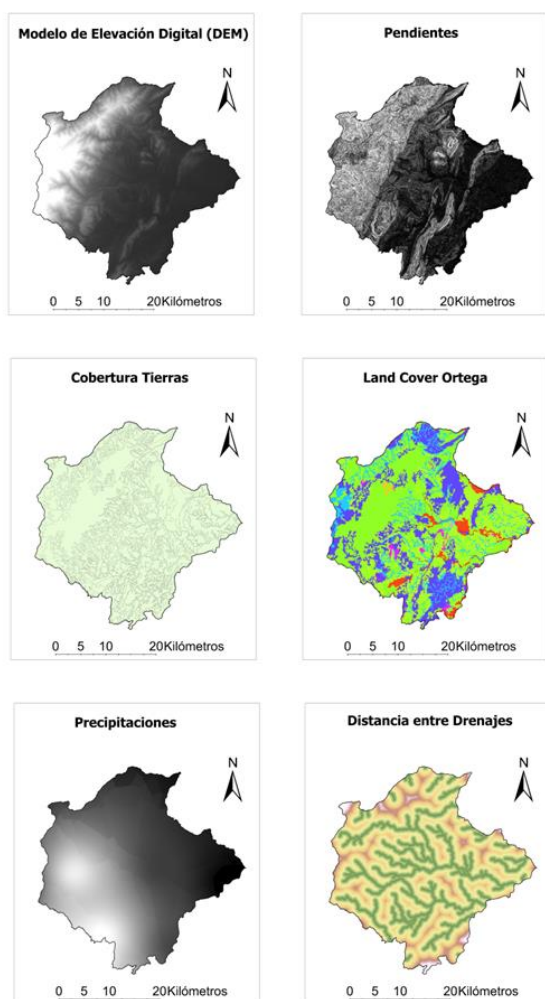
de septiembre, octubre y noviembre. Se realiza el cargue de la capa de noviembre y se obtienen los datos por la extracción por máscara.

D. Distancia entre Drenajes

Con el DEM del municipio mediante el análisis espacial se obtuvieron los datos hidrológicos del municipio, donde se generó el flujo de dirección y acumulación, para obtener el ráster de acumulación de flujo.

Figura 2

Rásteres obtenidos en la preparación de datos



Fuente: Autoría propia, 2024

5. Criterios de reclasificación

A través de la herramienta de reclasificación que tiene como función clasificar o cambiar los valores en un ráster (Esri, 2024) se realiza la estimación de clasificación presentada en la Tabla 1, se lleva a cabo la reclasificación de las capas del Modelo Digital de Elevación (DEM) y de pendientes. En este caso, un mayor valor indica un menor riesgo de inundación.

En cuanto a la reclasificación de las precipitaciones, se consideró que un mayor valor de precipitación conlleva un mayor riesgo de inundación.

Respecto a la distancia entre drenajes, un valor más bajo indica que las distancias entre los drenajes son más cortas, lo que resulta en un menor riesgo de inundación.

Tabla 1

Estimación de 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: esta tabla relaciona la clasificación cualitativa del riesgo con valores numéricos.

En la reclasificación de cobertura de tierras se hizo uso de la clasificación de suelos Nivel 2, presentada en la Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de coberturas de suelo nivel 2.

Nivel 2	Valor
3.1. Bosques	2
2.3. Pastos/3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	4
1.1. Zonas urbanizadas/3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6
2.1. Cultivos transitorios/2.2. Cultivos permanentes/2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	8
5.1. Aguas continentales	10

Nota: esta tabla relaciona la clasificación de cobertura de suelos con valores numéricos establecidos en la Tabla 1, obtenida de la reclasificación de Cobertura de Tierras

6. Análisis Multicriterio

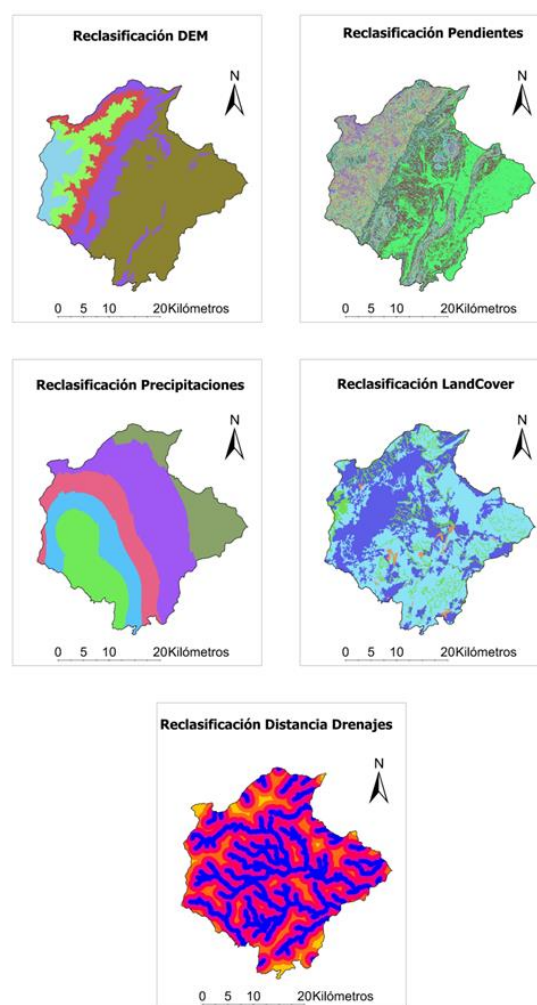
Se emplea el Análisis Multicriterio para el cálculo del riesgo desarrollado en el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS Pro ya que este permite realizar un análisis con diferentes variables y permite darles una ponderación diferente dependiendo de la influencia que cada variable tenga sobre la ocurrencia de inundaciones (González, 2006).

Para la aplicación de este modelo se emplearon 5 factores o mapas temáticos

obtenidos en los procesos anteriores: Modelo de Elevación Digital (DEM), Pendientes, Cobertura de tierras, Precipitación y Distancia entre drenajes. Estos mapas deben contar con el mismo tamaño de celda/píxel; tamaño 30.

Figura 3

Mapas temáticos o factores empleados en el análisis multicriterio



Fuente: Autoría propia. 2024.

La escala de valores empleada está comprendida entre 0 a 1, donde 0 representa la mínima ocurrencia de inundación y 1 el valor máximo de ocurrencia de inundación (González, 2006, p.68).

Con los mapas obtenidos se realiza la estimación del valor o de ponderación de cada factor; esta ponderación depende de la importancia de cada factor, estos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Tabla de ponderación de mapas temáticos

Factor (Raster)	Porcentaje	Valor Decimal
Modelo de elevación Digital (DEM)	10%	0.1
Pendientes	15%	0.15
Cobertura de Tierras	10%	0.10
Precipitación	35%	0.35
Distancia entre drenajes	30%	0.30
Total	100%	1.0

Nota: esta tabla establece la ponderación de cada uno de los factores de acuerdo con la importancia de la ocurrencia de inundación.

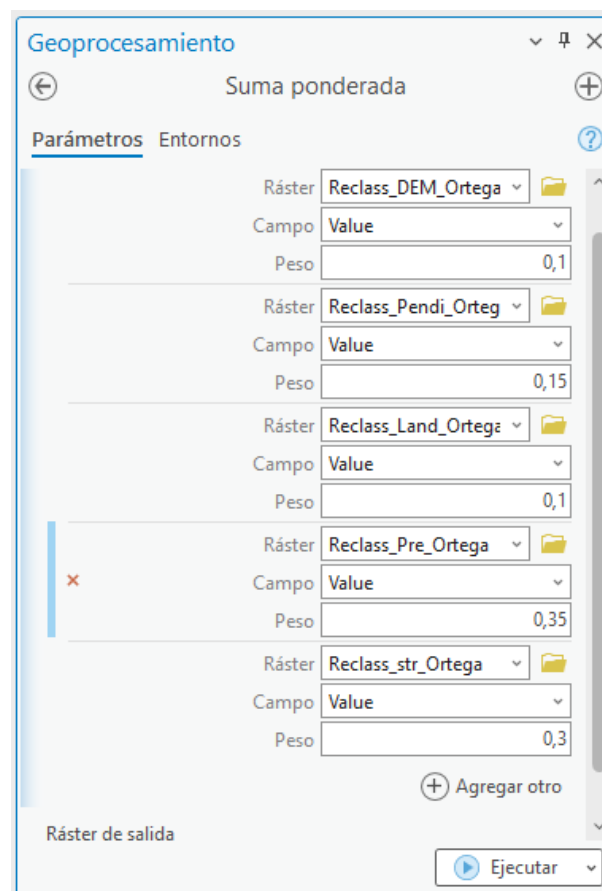
La distancia entre drenajes y la precipitación toman un mayor ponderación debido a que son los dos factores que tienen una mayor influencia en la ocurrencia de inundaciones en el territorio.

7. Suma Ponderada

La herramienta suma ponderada permite la superposición de varios rásteres al multiplicar cada uno por su ponderación y sumar los resultados, en donde la suma de valores de ponderación debe ser un valor decimal negativo o positivo (Esri, 2024). En la suma ponderada el valor que toma cada ráster es el establecido en la Tabla 3.

Figura 4

Ponderación en Arcgis Pro








Fuente: Autoría propia, 2024.

8. Reclasificación Riesgo Inundación

Se aplica al ráster obtenido en la suma ponderada, la herramienta reclasificar en donde se organiza la simbología y valores de acuerdo con la Tabla 4

Tabla 4

Clasificación de riesgo y simbología

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

Nota: esta tabla relaciona la clasificación cualitativa del riesgo, con valores numéricos y con la simbología que será presentada en el mapa de riesgo.

9. Elaboración de Mapas

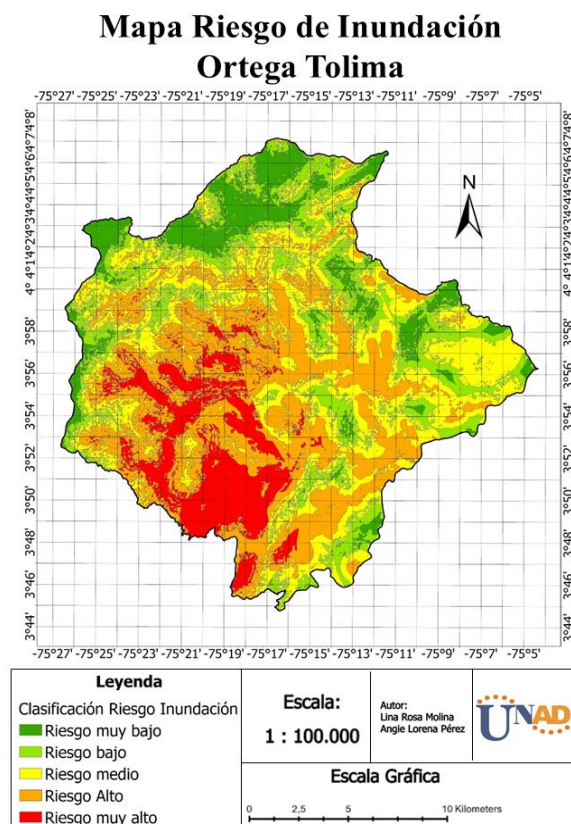
Vázquez (2015) señala que el propósito de los mapas de zonas inundables consiste en clasificar las áreas cercanas a los ríos según la probabilidad de que se vean impactadas por inundaciones.

La realización de los mapas temáticos permite identificar de manera concreta las áreas de acuerdo con la clasificación del riesgo. Incluyendo los respectivos elementos cartográficos como leyenda, flecha norte, coordenadas, entre otros.

Resultados y Análisis

Figura 5

Mapa de riesgo por inundación



Fuente: Autoría propia. 2024

Riesgo Muy Bajo: Esta categoría se identifica con el color verde oscuro y tiene el valor más bajo en una escala del 2 al 10, que es 2. Se refiere a las áreas con el menor riesgo de inundaciones, caracterizadas por pendientes pronunciadas y una mayor separación entre drenajes. Estas zonas incluyen bosques, pastizales y vegetación herbácea o arbustiva.

Riesgo Bajo: Este nivel se representa con el color verde claro y tiene un valor de 4 en la escala. Las áreas clasificadas aquí tienen

pendientes suaves o moderadas y suficiente humedad, con bosques y pastizales cubiertos de gramíneas, así como especies arbustivas que se adaptan pertenecientes a la zona.

Riesgo Medio: Asignado al color amarillo y con un valor de 6 en la escala, este nivel se caracteriza por pendientes más suaves y porque los ríos y quebradas se encuentran a distancias más cortas entre ellos. Es común encontrar cultivos, vegetación y zonas urbanas en estas áreas.

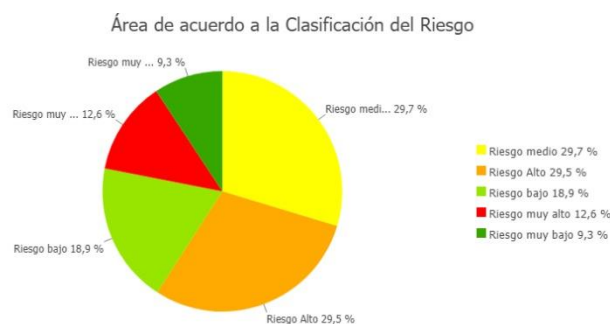
Riesgo Alto: Esta clasificación se distingue por el color naranja y un valor de 8 en la escala. Se caracteriza por pendientes ligeramente inclinadas, lo que incrementa considerablemente el riesgo de inundaciones. Es probable que haya escasa vegetación, como arbustos y árboles de raíces profundas que ayudan a estabilizar el suelo. No obstante, la intervención humana puede haber disminuido la cobertura vegetal incrementando el nivel de riesgo, de tal forma que lluvias intensas pueden causar escorrentías rápidas en terrenos con pendientes pronunciadas, aumentando así el riesgo de inundaciones en estas zonas.

Riesgo Muy Alto: Esta categoría está representada por el color rojo y tiene un valor máximo de 10 en la escala. Se caracteriza por ser terrenos planos, lo que eleva significativamente el riesgo de inundaciones, especialmente durante temporadas de fuertes

precipitaciones. La cobertura vegetal puede ser limitada debido a la erosión del suelo y actividades humanas, haciendo que estas áreas sean extremadamente propensas a inundaciones. La combinación de una topografía plana y la falta de vegetación incrementa aún más este riesgo.

Figura 6

Diagrama circular área de acuerdo con la clasificación del riesgo



Fuente: Autoría propia. 2024

Tabla 5

Tabla del área de acuerdo con la clasificación del riesgo

Valor	Clasificación Riesgo	Área Hectáreas
1	Riesgo muy bajo	8.841,76
2	Riesgo bajo	17.987,94
3	Riesgo medio	28.155,82
4	Riesgo Alto	27.996,88
5	Riesgo muy alto	11.977,04

Nota: presentan los resultados del área en hectáreas que le corresponde cada clasificación.

Los resultados muestran una distribución casi equilibrada entre los niveles de riesgo medio (29.7%) y alto (29.5%), lo que indica que el municipio presenta una vulnerabilidad considerable a inundaciones. Las veredas más afectadas incluyen El Llano, Maquita, La Calera, Olaya, Guayabo Alto, Playa Verde, Mangales, La Francia, Samaria, Cedrales y Chapinero, entre otras. Estas áreas abarcan aproximadamente 11.977 hectáreas, lo que resalta la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación.

El principal problema de inundaciones ocurre en las zonas con pendientes más suaves y se debe a diversas causas: fenómenos naturales como la lluvia y la actividad sísmica; y acciones humanas.

En marzo de 2024, la temporada de lluvias, agravada por el fenómeno de La Niña, provocó una grave crisis en el municipio de Ortega, especialmente en su área rural. Esto tuvo un impacto significativo en las vías terciarias y causó el desbordamiento de ríos importantes como el Loany y el Ortega (Día 2024).

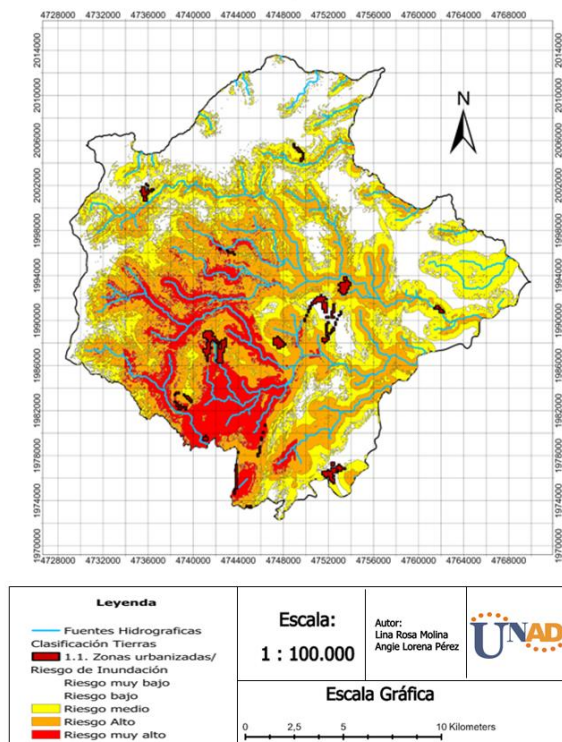
Es importante señalar que las actividades económicas en la zona rural del municipio se ven afectadas por este fenómeno, ya que las inundaciones y deslizamientos provocan interrupciones en las vías, lo que resulta en pérdidas económicas para

agricultores y ganaderos, especialmente durante la temporada de lluvias (CMGRD, 2020).

Figura 7

Mapa riesgo zonas urbanas

Mapa Riesgo de Inundación en Zonas Urbanas



Fuente: Autoría propia. 2024

En el municipio las zonas urbanizadas se encuentran ubicadas cerca de las afluentes hídricas, de tal forma que el riesgo de inundación se encuentra entre riesgo muy alto, alto y medio, como se puede apreciar en la Figura 7. Las zonas urbanizadas son más susceptibles a inundaciones debido a la topografía del terreno y a la cercanía entre ríos

y quebradas, estas zonas corresponden al casco urbano y asentamientos rurales.

En situaciones de emergencias en zona urbana y rural presentadas en años anteriores se han evidenciado daños en la infraestructura en donde viviendas se han visto seriamente afectadas por las inundaciones provocadas por fuertes lluvias; los sectores más afectados fueron los barrios Villahermosa, La Vega, Juan XXIII, Los Alpes y La Esperanza (Montiel, 2022).

Es conveniente resaltar, que las zonas de riesgo se encuentran ubicadas en el casco urbano del municipio y estas se han visto afectadas principalmente por el crecimiento del caudal del río Ortega; estas situaciones presentadas coinciden con los hallazgos presentados en este análisis.

Conclusiones

Las precipitaciones y la actividad humana, especialmente la urbanización y la agricultura son factores que intensifican los riesgos asociados con eventos climáticos extremos como las inundaciones; en este caso de estudio se demuestra que las zonas urbanas se encuentran en un nivel riesgo mayor. Por lo tanto, es esencial implementar estrategias que fomenten un uso sostenible del suelo y protejan las áreas más vulnerables del municipio de Ortega.

El análisis multicriterio realizado apoyado en las herramientas de reclasificación y suma ponderada proporcionó una perspectiva sobre los riesgos de inundación que presenta esta región, evaluando el uso del suelo, pendientes y elevación, precipitaciones y distancia entre drenajes. Se resalta la necesidad de abordar estos desafíos de manera conjunta entre las entidades estatales y la comunidad en general.

La identificación de las áreas más vulnerables mediante los mapas permite presentar la información de forma clara, atractiva y precisa para una mejor comprensión de la información, en este caso se presentaron los riesgos en diferentes niveles con el fin de priorizar las intervenciones necesarias para mitigar el impacto de las inundaciones, sirven como herramienta para el ordenamiento agroambiental del territorio y son clave en la planificación y ejecución de medidas preventivas.

Recomendaciones

Es necesario implementar revisiones periódicas para actualizar la información y las estrategias de acuerdo con las condiciones climáticas. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta fundamental para estudiar y evaluar el riesgo de inundaciones en el municipio. Actualmente, el municipio cuenta con un plan de gestión del

riesgo aprobado en 2020, pero su implementación ha enfrentado limitaciones.

Se deben desarrollar estrategias organizativas que permitan analizar las diferentes áreas del territorio para determinar su aptitud, ya sea como zonas con potencial agrícola, áreas para urbanización o espacios destinados a la reforestación, entre otros. Esto debe hacerse considerando la clasificación del riesgo en la que se encuentran, para evaluar qué tan viable es establecer determinadas actividades en cada área. De esta manera, se contribuirá a una mejor organización agroambiental, minimizando las amenazas derivadas de fenómenos climáticos.

Además, es importante incluir mapas e información generada a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en las páginas oficiales del municipio, asegurando que esta información sea fácilmente accesible para los habitantes. Esto tiene como objetivo fomentar su participación en los procesos de ordenamiento agroambiental del territorio.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Municipal Ortega. (2001). Plan de Ordenamiento Básico de Ordenamiento Territorial. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/9985/3438-3.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas

públicas. Un Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas (pp. 436-436). <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/671321468026993367/pdf/701030ESW0P1290ESTIONODELORIESGOweb.pdf>

- Cárdenas, J. S. L., Pulido, M. L. T., & Buitrago, G. A. F. (2023). Propuesta sostenible para la mitigación del riesgo de inundación en la cuenca alta del río Combeima municipio de Ibagué, Tolima. *Avances Investigación en Ingeniería*, 20(1). <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/5004ff28-94eb-4853-b33a-bce1345cefe5/content>
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD, (2020). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. https://cortolima.gov.co/images/Gestion_riesgo_PMGRD/2020/PMGRD_ORTEGA_2020.pdf
- Día, E. N. (noviembre de 2024). Ortega Enfrenta inundaciones por el Fenómeno de la Niña. <https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/523360-ortega-enfrenta-inundaciones>.
- Domínguez, J. (2000). Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-

- los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-SIG.pdf
- Efracimidou, E., Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decisionmaking trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. *Environmental Process*. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>
- Esri. (2024). *Reclasificar*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/reclassify.htm>
- Esri. (s.f). Suma ponderada. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/weighted-sum.htm>
- Esri.(s.f). Introducción a Arcgis Pro. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/get-started/introducing-arcgis-pro.htm>
- Gobernación del Tolima. (2015). Estadísticas 2011-2014 Ortega. <https://www.tolima.gov.co/images/tolima/cifras-y-estadisticas/Ortega.pdf>
- 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.ebscocom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943edd92eebf52b6>
- IDEAM (2020). Características climatológicas de las ciudades. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc#:~:text=En%20los%20meses%20de%20mayo%20y%20junio%20y%20de%20agosto,las%20lluvias%20son%20m%C3%A1s%20frecuentes.>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2020). Resolución No. 529 de 2020 Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/normograma/resolucion-no-529-de-2020>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2020). Resolución No. 471 DE 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia” Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/normograma/resolucion-no-471-de-2020>
- Montiel, J. (17 octubre 2022). Las lluvias dejan 43 viviendas inundadas en el municipio de Ortega, Tolima. *Caracol*. <https://caracol.com.co/2022/10/17/las-lluvias-dejan-43-viviendas-inundadas-en-el-municipio-de-ortega-tolima/>
- Olaya, V (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Open Library. https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geog%C3%A1fica
- Quintero, A. G., Serranomoya, E. D., & Von, C. M. H. (2013). Los métodos y

procesos multicriterio para la evaluación. *Luna Azul*, (36), 285-306.<https://www.redalyc.org/pdf/3217/321728584014.pdf>

Sevillano Rodríguez, M. E. (2020): “Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia”, *GeoFocus*, n° 25, p. 47-76. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.661>

Vázquez Rodríguez, , A. L. (2016). SIG y realidad: Inundaciones en As Pontes de García Rodríguez (A Coruña). *Sémata: Ciências Sociais E Humanidades*, (27), 69-94. <https://revistas.usc.gal/index.php/semata/article/view/2448>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/FW8dGIHZtaA>