

Diagnóstico de riesgo por inundación en el municipio de Ipiales (Nariño) para el periodo 2023

Dary Nayeli Erazo Rosero - dnerazor@unadvirtual.edu.co

Eduar Ancizar Muñoz Quiroz - eamunozq@unadvirtual.edu.co

Renson David Zuñiga Aponza - rdzunigaa@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: John Carlos Ruiz - john.ruiz@unad.edu.co

Resumen

En este documento se presentan los riesgos por inundación en el territorio permitiendo generar mecanismos de prevención ante desastres naturales del municipio de Ipiales Nariño para el periodo 2023. El objetivo principal de este artículo es identificar áreas en las que se ha presentado mayor vulnerabilidad sobre esta problemática, haciendo uso de los sistemas de información geográfica en el ordenamiento agroambiental del territorio en el municipio mencionado, mediante el uso del software ArcGIS Pro. Se implementaron herramientas metodológicas que integren factores como: precipitación, modelo de elevación digital, distancia de drenajes, entre otros. Como resultado se obtuvo el diseño cartográfico del riesgo de inundación del municipio de Ipiales, determinando así las diferencias que se presentan con cada uno de los cinco niveles expuestos (riesgo muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) por lo cual se considera que dicho municipio cuenta con niveles bajos de inundación principalmente a razón de su topografía del terreno. La determinación de las zonas más susceptibles a este tipo de riesgos permite que se puedan aplicar mecanismos de planificación principalmente cuando se presentan altas temporadas de lluvia. Dentro de las zonas identificadas que hacen parte de riesgo alto y muy alto se encuentran las siguientes veredas: Iscuazán, San Antonio, Los Marcos.

Palabras claves: Inundación, ordenamiento agroambiental, riesgo.

Abstract

Determining flood risks in territories allows for the development of prevention mechanisms for this type of natural disaster. The main objective of this article is to identify areas with the greatest vulnerability to this problem, utilizing geographic information systems in the agro-environmental planning of the territory in the municipality of Ipiales, Nariño, in 2023, using ArcGIS Pro-software. Methodological tools were implemented that integrate factors such as precipitation, digital elevation model, drainage distance, among others. The result was a cartographic design of flood risk in the municipality of Ipiales, thus determining the differences that occur with each of the five exposure levels (very high, high, medium, low, and very low risk). Therefore, the municipality is considered to have low flood levels, primarily due to its terrain topography. Determining the areas most susceptible to this type of risk allows for the implementation of planning mechanisms, especially during the peak rainy season. Among the identified areas that are part of high and very high risk are the following villages: Iscuazán, San Antonio, Los Marcos.

Keywords: Flood, agro-environmental planning, risk.

Introducción

Uno de los desastres naturales más comunes son las inundaciones, las cuales surgen a partir del desbordamiento del límite normal de ríos, quebradas y en general los cuerpos de agua. A su vez, constituyen daños en la parte ambiental, humana y material, entre otros, tanto de forma directa e indirecta, principalmente por causa del cambio climático. En Colombia las fuertes lluvias han sido causantes de daños significativos a miles de personas, siendo nuestro país uno de los más expuestos a inundaciones. (Ayala, J., & Ospino, K, 2023).

Ayala, J., y Ospino, K (2023), Indican que cada año se genera un mayor número de inundaciones, en donde el hombre ha sido el causante principal al deteriorar de forma progresiva las cuencas, quebradas, ríos, arrojando desechos, los cuales, además de contaminar, causan taponamientos a los drenajes, también haciendo parte las quemas, tala de bosques, mal manejo de planes de ordenamiento territorial, etc.

Sedano et al. (2013), señalan que en nuestro territorio colombiano, la gestión de los recursos naturales se manejan de una manera inestable restando importancia a dicha problemática, la cual es una de las mayores consecuencias en cuanto a desastres ocurridos en las diferentes zonas. A razón de esto, la importancia de los sistemas de información geográfica como herramienta para el análisis e identificación de problemáticas sobre inundación, es fundamental, para conocer la cartografía de las zonas y poder ejecutar estrategias para un plan de emergencia pertinente.

El presente artículo científico tiene como fin comprender la dinámica del riesgo por inundación para el mes de abril tomando como referencia el año 2023, de las diferentes zonas que hacen parte del municipio de Ipiales Nariño, a partir del análisis de su estructura y función, como también determinado las características agroambientales de cada zona, por medio de los diseños de mapas generados en el software ArcGIS Pro. Iniciando con la recopilación de datos necesarios correspondientes al departamento de Nariño, seleccionando el municipio de Ipiales como la zona a trabajar, de este modo pasamos a la realización del cargue de las capas vectoriales, la aplicación de geoprocetos, análisis multicriterio, los procesos de reclasificación los cuales fueron elementos claves para la obtención del diseño cartográfico que determina el riesgo por inundación en el municipio mencionado.

Objetivos

Objetivo General

Identificar el riesgo por inundación del municipio de Ipiales Nariño para el periodo 2023, con el uso del software ArcGIS Pro, mediante la aplicación de herramientas multicriterio y la generación de cartografía temática.

Objetivos Específicos

Analizar el resultado del producto cartográfico final del municipio de Ipiales Nariño, para determinar zonas de riesgo por inundación presentes en el territorio.

Determinar el riesgo de inundación en que se encuentran las zonas del municipio de Ipiales, en cinco categorías (riesgo muy bajo, bajo, medio, riesgo alto y muy alto).

Diseñar recomendaciones con el fin de reducir el riesgo de inundación del municipio de Ipiales Nariño.

Identificación del caso de estudio

Alcaldía Municipal de Ipiales (2018), indica que el Municipio de Ipiales, se encuentra ubicado al suroriente del Departamento de Nariño, su área presenta una extensión aproximada de 164.600 ha, altitud de 2.898 msnm. Este territorio tiene una topografía montañosa u ondulada y de pendientes altas, debido a que está ubicado dentro de la cordillera centro Oriental, conformando la meseta de Túquerres e Ipiales, formado por múltiples accidentes en su relieve como los cerros: La Quinta, Troya, Francés, Negro y Páramo Palacios.

La economía principalmente se basa en la agricultura con productos como: papa, olluco, hortalizas y algunas verduras, como también en la ganadería y el comercio.

Tobar, I. (2024) señala que “El municipio de Ipiales está sujeto a una amplia amenaza sísmica dada su cercanía a los volcanes nevados de Chiles y Cumbal, corriendo riesgo de remoción en masa dada las fuertes lluvias y la composición física del territorio” (p. 17).

Para el presente análisis se utilizó el mes de abril, ya que fue uno de los meses en los que se evidenció alta cantidad de precipitaciones con 101 mm aproximadamente. De este modo considerando las condiciones climáticas en distintas épocas del año y principalmente por la topografía del terreno y características en general del municipio, hace que sea una zona propensa a inundaciones.

Burgos, D (2021) menciona que el río Blanco se considera como la subcuenca de alta importancia para Ipiales, siendo la que abastece a gran parte del municipio. Sin embargo, el desecho de residuos sólidos ha causado contaminación a la cuenca y por ende se han presentado taponamientos en distintas zonas donde la cantidad de lluvia ha causado desbordamiento. De igual manera también la causa de inundaciones para dicho municipio ha sido por el colapso del alcantarillado obsoleto, presentándose inundaciones paulatinas por falta de cultura ciudadana.

Metodología

A continuación, se presenta la descripción de los procesos necesarios para la obtención final de riesgo por inundación del municipio de Ipiales Nariño, para el mes de abril, tomando como referencia el año 2023, por lo cual fue necesario seguir unos parámetros establecidos, aplicando el análisis multicriterio, proceso descrito a continuación y demás métodos claves para la evaluación de caso propuesto, mediante el uso de sistemas de información geográfica en ArcGIS Pro.

Inicialmente se realizó la compilación de información necesaria, se realizó el análisis geoespacial con geoprocesos para el departamento de Nariño, configurando las coordenadas MAGNA - SIRGAS CTM 12, aplicando el análisis de operaciones espaciales en donde incluye el ordenamiento agroambiental de los sistemas productivos rurales. De este modo se anexaron las capas correspondientes a drenaje sencillo y doble, capa vectorial correspondiente al departamento seleccionado y oferta ambiental. Posteriormente el geo proceso intersecar para los drenajes mencionados y por consiguiente el geoprocesamiento zona de influencia Buffer y la medición de distancia. Para el siguiente paso del geo proceso recortar clip se hizo un recorte a la capa de oferta ambiental y realizando el proceso disolver, se procedió a la exportación de las áreas de producción y con el geo proceso diferencia simétrica la obtención de áreas de protección legal y ambiental.

Posteriormente al desarrollo de los anteriores procesos se obtuvo el diseño cartográfico de áreas de producción y áreas ambientales y de restricción legal, como también las zonas de influencia de drenajes del departamento de Nariño.

Continuando con la organización de los criterios de reclasificación, se realizó el proceso de análisis multicriterio para la determinación de zonas de riesgo por inundación, agregando el archivo vectorial del municipio, recorte clip de la capa de cobertura de tierras, geoprocesos disolver, ejecución del polígono a ráster, anexo del mes de precipitación el cual fue abril, ráster de precipitación del departamento, procesos geoespaciales con ráster, dirección de flujo de agua en cada pixel, para posteriormente realizar la reclasificación del modelo de elevación digital, reclasificación del ráster de pendientes, reclasificación del ráster de precipitaciones, reclasificación de distancias de drenajes y reclasificación de coberturas de tierra.

Los datos obtenidos sobre los criterios de reclasificación anterior permitieron realizar la respectiva combinación de las distintas capas de datos, teniendo en cuenta la importancia relativa que constituye cada factor sobre la modelación del riesgo de inundación, determinando el porcentaje de los factores como se pueden evidenciar a continuación.

Tabla 1

Norma Correspondiente 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 se enfoca en la presentación de los factores y porcentaje de análisis de riesgo de inundación, mediante el análisis multicriterio. *Fuente.* Guía de actividades fase 4, UNAD (2025).

Figura 1.

Valores	Simbología
1	Verde oscuro
2	Verde claro
3	Amarillo
4	Naranja
5	Rojo

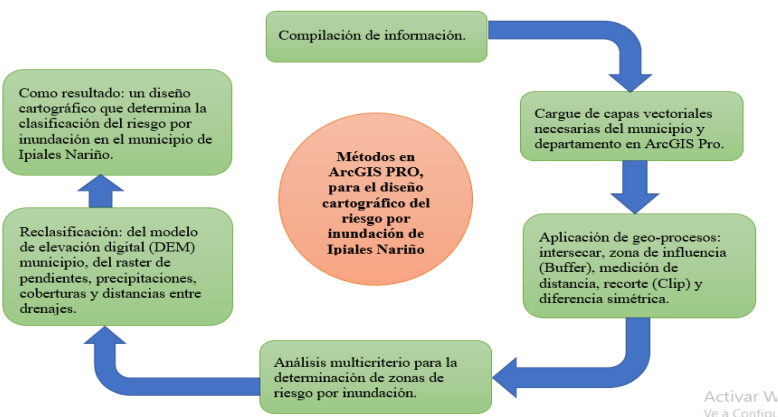
Reclasificación de Riesgo por Inundación

Nota. Se presenta la clasificación de riesgo de inundación en cinco categorías, con su determinado color característico y sus valores respectivos. *Fuente.* Guía de actividades fase 4, UNAD. (2025).

Con el desarrollo de los procesos anteriores, se obtuvieron los resultados pertinentes, plasmados en el diseño cartográfico, orientado en las diversas metodologías de los paisajes y del impacto ambiental, en donde se pudo identificar la clasificación cualitativa como: riesgo muy bajo de color verde oscuro, riesgo bajo de color verde claro, riesgo medio de color amarillo, riesgo alto de color naranja y riesgo muy alto con color rojo. Basados en los sistemas de información geográfica y su respectiva simbología. El desarrollo de los procesos anteriores se sintetizan de manera resumida en el siguiente organizador gráfico.

Figura 2.

Métodos Utilizados en ArcGIS Pro, para la Obtención del Diseño Cartográfico Final



Fuente. Autoría propia. (2025).

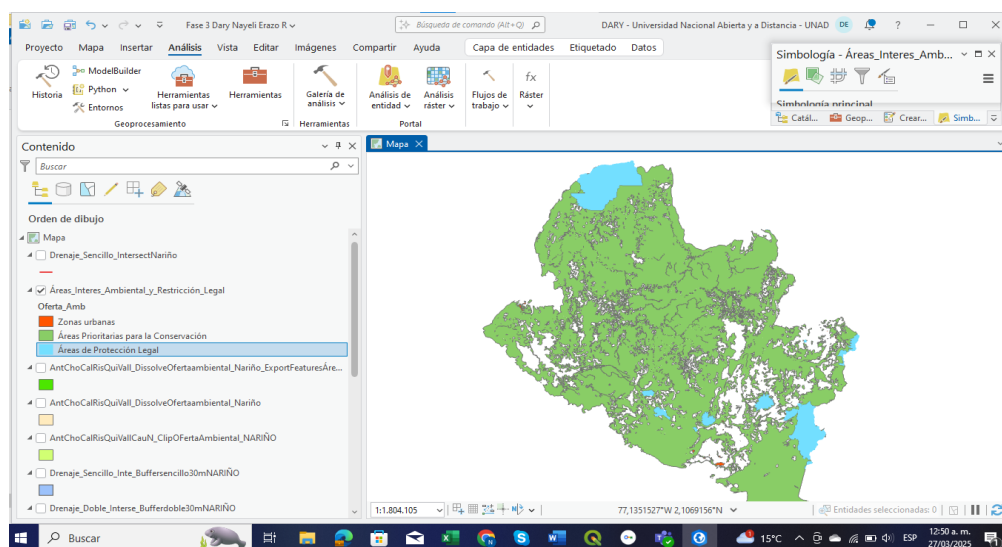
Resultados

A continuación, se presenta el desarrollo del geoproceso diferencia simétrica y la obtención de áreas de protección legal y ambiental.

Para este proceso inicialmente se realizó la incorporación de geoproceso intersecar de los dos tipos de drenajes (doble y sencillo), como también aplicando el geoproceso de zona de influencia, geoproceso recorte, disolver, diferencia simétrica, en donde se obtuvo como resultado el geoproceso diferencia simétrica.

Figura 3

Geoproceso Diferencia Simétrica



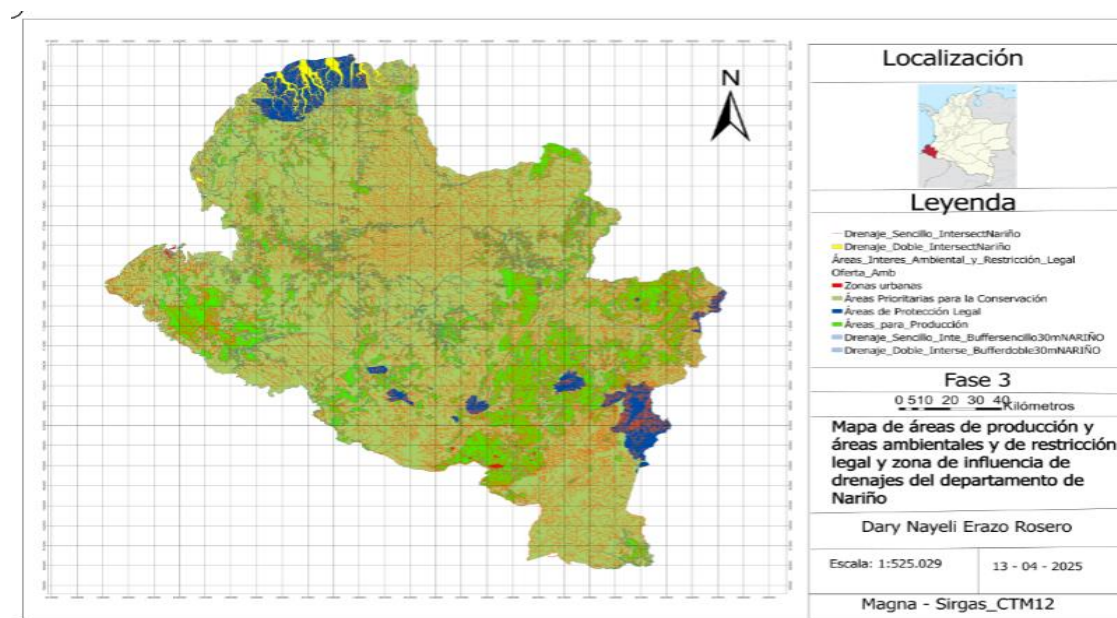
Fuente. Autoría propia. (2025).

Teniendo como base el geoproceso diferencia simétrica, se obtuvo el diseño cartográfico de áreas de producción y áreas ambientales y de restricción legal, al igual que las zonas de influencia de drenajes del departamento de Nariño. De este modo podemos observar que las áreas de interés ambiental para la conservación están identificadas de color verde oscuro, las áreas de restricción legal de color azul, las zonas urbanas de color rojo, áreas para producción de

color verde claro, zona de influencia drenaje sencillo con color naranja y drenaje doble de color amarillo. Este mapa es de gran relevancia debido a que nos presenta la determinación de las áreas mencionadas, lo cual permite que se pueda realizar una adecuada organización del territorio.

Figura 4

Mapa de las Áreas de Producción, Ambiental y Restricción Legal de Ipiales Nariño



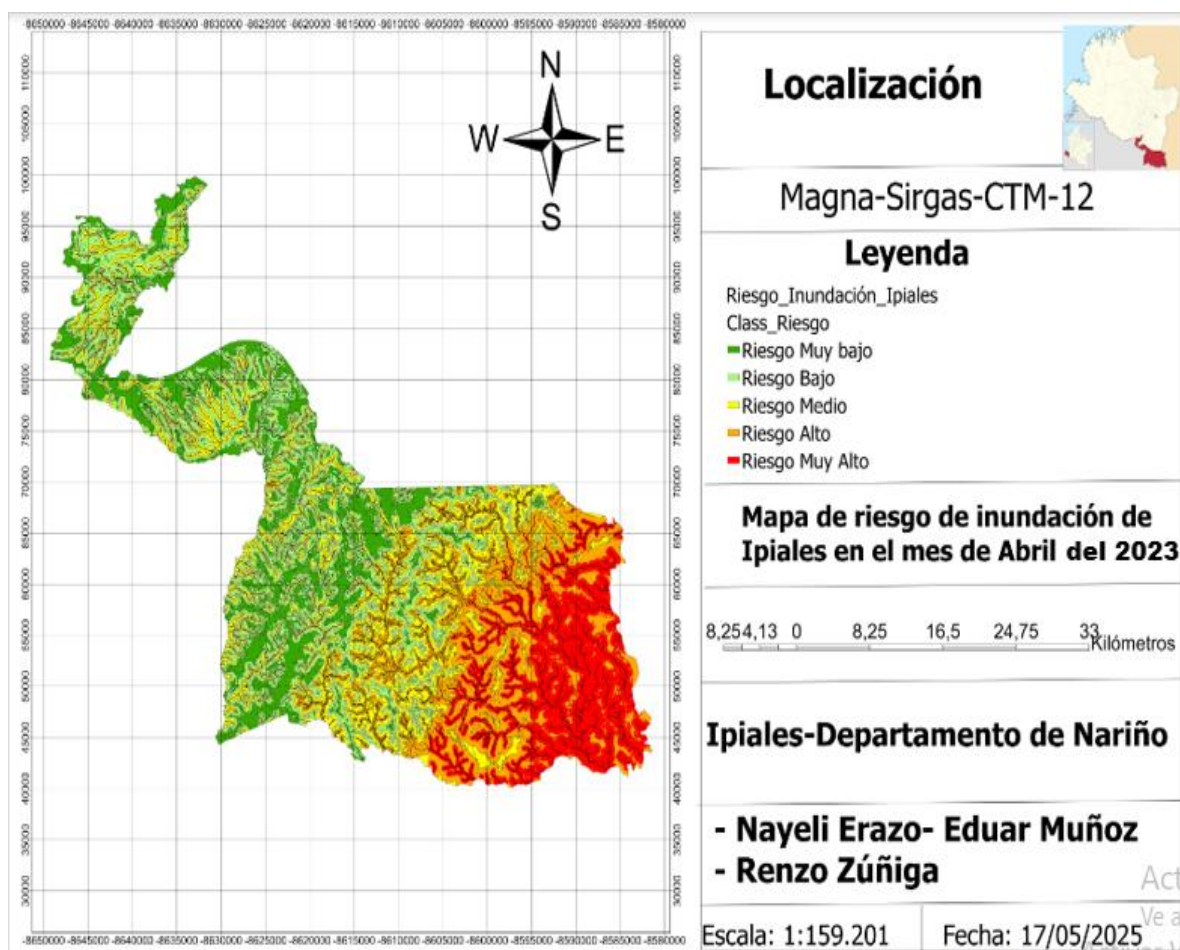
Nota. La imagen muestra el diseño del mapa de áreas de producción y áreas ambientales y de restricción legal y zonas de influencia de drenajes del departamento de Nariño. *Fuente.* Autoría propia. (2025).

Seguidamente se realizó el cargue de la capa de los archivos shapefile del departamento de Nariño y del municipio de Ipiales, el anexo del modelo de elevación digital, ráster de pendientes, la capa de cobertura de tierras de la zona seleccionada, ráster de precipitaciones específicamente del mes de abril y distancia entre drenajes, realizando así la respectiva clasificación cualitativa y cuantitativa de las capas mencionadas.

Con el desarrollo de los procesos anteriores se pudo obtener el resultado final del diseño cartográfico de riesgo por inundación de Ipiales.

Figura 5.






Diseño Cartográfico Final de Riesgo por Inundación Ipiales Nariño



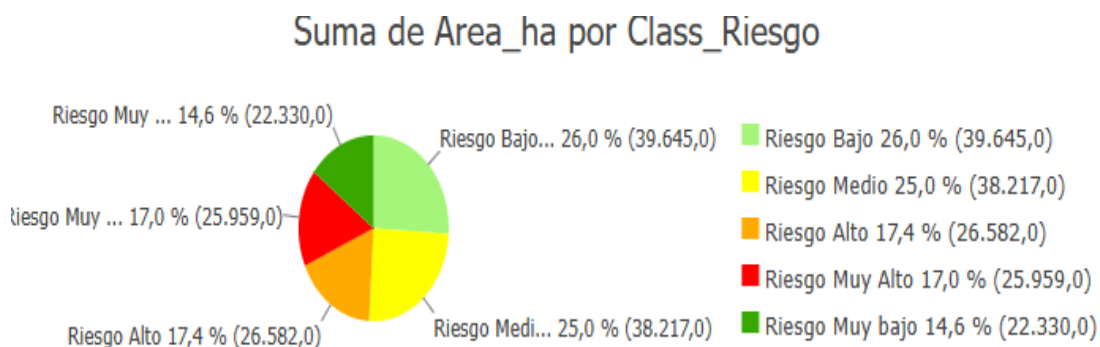
Fuente. Autoría propia. (2025).

Dentro de los procesos realizados en el software de ArcGIS Pro, se obtuvo la distribución general de las cinco categorías de riesgo, realizando cálculos geométricos para tal caso, como se presenta en el siguiente gráfico, teniendo en cuenta la figura 1 de reclasificación de riesgo por inundación, aplicando el gridcode y la simbología para cada categoría.

Figura 6.*Clasificación y Cálculo de Área del Riesgo de Inundación Municipio de Ipiales*

Gridcode	Áreas_ha	Class_Riesgo	Simbología
1	22330	Riesgo muy bajo	
2	39645	Riesgo bajo	
3	38217	Riesgo medio	
4	26582	Riesgo alto	
5	25959	Riesgo muy alto	

Nota. El gráfico presenta la tabla de clasificación de riesgo de inundación del municipio de Ipiales, en donde se generó el cálculo del área en hectárea para las cinco categorías. *Fuente.* Autoría propia. (2025).

Figura 7.*Gráfico del Porcentaje de las Cinco Categorías de Riesgo de Inundación del Municipio de Ipiales*

Nota. En el anterior gráfico circular, se puede observar la caracterización realizada a los cinco niveles de riesgo de inundación en el municipio de Ipiales, con su respectivo porcentaje. *Fuente.* Autoría propia. (2025).

Con los resultados anteriores, iniciando con el mapa de riesgo de inundación presentado en la figura 5, se pudo determinar las cinco categorías de los niveles de riesgo distribuidos en toda la extensión del municipio.

En la figura 6 se evidencia la tabla de clasificación de riesgo de inundación; se presenta el cálculo del área en hectáreas para los niveles de riesgo, estableciendo que Ipiales cuenta con un total de 152.733 ha. El riesgo muy bajo corresponde a 22.330,0 ha (14,6%), riesgo bajo 39.645,0 ha (26,0%), riesgo medio 38.217,0 ha (25,0%), riesgo alto 26.582,0 ha (17,4%) y riesgo muy alto 25.959,0 (17,0%).

Considerando que las zonas de riesgo muy alto y alto representan el (34,4%) del total del municipio de Ipiales, en estos territorios hay presencia de aguas continentales, pastos, algunos bosques, áreas agrícolas heterogéneas, entre otros. Aunque el porcentaje de riesgo alto no es muy amplio teniendo en cuenta el total del valor de la extensión del territorio, en temporada de lluvias es donde se presentan mayor cantidad de precipitaciones, principalmente se pueden presentar taponamientos en los alcantarillados, prolongando así los estancamientos de agua en estos sectores. En esta zona se encuentran las veredas de: Iscuazán, San Antonio, Los Marcos. Este tipo de riesgos se presentan en la parte baja y media en donde se encuentra la cuenca del río Guáitara y algunos afluentes.

En cuanto a los cálculos de riesgo bajo y muy bajo, el porcentaje que comprende es de 40,6% siendo zonas en donde la probabilidad de generarse inundaciones no tienen un grado alto de peligro y es menos propensa a que se generen catástrofes de dicha índole, donde la topografía del terreno puede encontrarse inclinada y el drenaje es adecuado ante fuertes cantidades de precipitaciones que lleguen a ocurrir. Seguido también del riesgo medio con un 25%, el cual se manifiesta en zonas de topografía menos inclinadas. En estos sectores se encuentran las veredas

de: San José Alto, El Salado, Villa Flor, Loma de Zuras, San Juan, Los Camellones, Yanala, La Floresta, Yaramal, siendo las áreas más cultivadas distribuidas de forma más limitadas con mejores infraestructuras, por lo tanto, se encuentran la mayor parte de los sistemas agropecuarios.

Finalmente, en la cabecera municipal es donde se encuentran las zonas menos susceptibles a peligros de inundación y las fuentes hídricas no se encuentran en amplia extensión por esos territorios, aunque como se mencionó anteriormente, la topografía del terreno y los tipos del suelo permiten buen drenaje y poco encharcamiento no significa que en esta zona no puedan suceder inundaciones en algún momento.

Conclusiones

El diseño cartográfico que se obtuvo como resultado de los métodos implementados en el software ArcGIS Pro, nos permite evidenciar que las zonas que tienen el riesgo de inundación muy alto, están ubicadas al suroriente del municipio de Ipiales donde estas zonas (17,0%) representan la parte más baja de dicho municipio, por estas razones durante el mes de abril el cual se identificó como el mes de mayor pluviosidad, la zona suroriental del municipio es determinada como zona roja en riesgo de inundación.

El municipio de Ipiales en el gran porcentaje de su territorio (65,6%), no representa riesgo alto de inundación debido a que las zonas que conforman este territorio son de topografía montañosas o zonas altas, donde el agua proveniente de las precipitaciones, tienden a descender lo que se traduce en la mínima posibilidad de encharcamiento.

Debido a que el municipio de Ipiales se encuentra ubicado dentro de la cordillera centro Oriental, en forma general se puede catalogar como una zona de bajo riesgo por inundación,

teniendo en cuenta que la cordillera le otorga una topografía inclinada de fácil drenaje en temporada de altas precipitaciones.

Recomendaciones

Desde nuestro rol como futuros ingenieros agrónomos y agroforestales proponemos recomendaciones tales como: a la hora generar el plan de ordenamiento territorial (POT) del municipio de Ipiales, es recomendable que la oficina de planeación del municipio tenga en cuenta los diseños cartográficos de riesgo por inundación del municipio, con el fin de implementar un plan de acción para las zonas de alto y muy alto riesgo de este.

Es fundamental que el municipio de Ipiales determine e identifique las zonas de producción, de protección ambiental y de restricción legal, porque de esta forma puede garantizar la conservación de los recursos naturales, los cuales son importantes a la hora de ayudar a reducir los riesgos y mitigar los daños por desastres naturales.

Implementar planes de reforestación de cuencas hidrográficas, en las zonas de alto y muy alto riesgo de inundación del municipio de Ipiales, con el fin de conservar el estado natural de las cuencas, lo que se traduce en la reducción de dicho riesgo.

Realizar campañas de concientización con la comunidad del municipio de Ipiales, sobre temas de gestión de los residuos sólidos, con el objetivo de, que estos no vayan a parar a los drenajes o cuencas, ocasionando taponamientos que provoquen inundaciones en tiempos de alta pluviosidad.

Prohibir o regular los asentamientos de poblaciones en las cuencas hidrográficas o cerca de ellas, para evitar desastres a la hora de un desbordamiento de estas. También la realización de mantenimientos periódicos de las cuencas hidrográficas y de sus laderas, para que estén en

buenas condiciones y garanticen su óptimo funcionamiento en temporadas de altas precipitaciones.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de Ipiales Nariño. (2018, 23 de noviembre). *Generalidades del municipio de Ipiales Nariño*. GOV.CO <https://www.ipiales-narino.gov.co/municipio/aspectos-generales>

Ayala, J., & Ospino, K. (2023). Desastres naturales en Colombia: un análisis regional. *Documentos de trabajo sobre economía regional y urbana*, (317), 6 - 18. <https://repositorio.banrep.gov.co/server/api/core/bitstreams/71962afb-5edf-4877-a5e4-797f541aeabb/content>

Burgos, D. (2021, 24 de octubre). *Vertimientos ilegales contaminantes de la fuente hídrica en Ipiales, Nariño*. Radio Nacional de Colombia. <https://www.radionacional.co/noticias-colombia/vertimientos-ilegales-estarian-contaminando-fuente-hidrica-en-ipiales-narino>

Sedano et al. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, (37), 1 - 6. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742013000200014&script=sci_arttext

Tobar, I. (2024). *Contexto del Municipio de Ipiales–Nariño*. CEDRE, Universidad de Nariño. <https://cedre.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2024/08/CONTEXTO-DE-IPIALES.pdf>

Enlace de Sustentación:

<https://youtu.be/abp51GsOHw8>