

Análisis multicriterio para la determinación de zonas de riesgo por inundación en el municipio de los Andes, Nariño

Katherine Juliana Melo Rojas - kjmelor@unadvirtual.edu.co

Yeimmy Tatiana Navarro Coral - ytnavarroc@unadvirtual.edu.co

Ángela María Bastidas Cárdenas - ambastidasca@unadvirtual.edu.co

Jairo Antonio Muñoz Velasco - Jamunosve@unadvirtual.edu.co

Jimena Alexandra Ordoñez Rosero - jaordonezro@unadvirtual.edu.co

Docente/asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa - yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

Las inundaciones se han presentado de manera frecuente y con gran intensidad ocasionando grandes desastres naturales, esto debido a la variabilidad del cambio climático específicamente por la persistencia del fenómeno de la niña, el cual ha provocado un incremento en los caudales de ríos y quebradas a lo largo de las cuencas hidrográficas generando desbordamientos y movimientos de masa por las crecientes súbitas, colocando así en riesgo el bienestar de las comunidades y de diferentes sistemas socioeconómicos en los territorios impactados. En este contexto, mediante la implementación de Sistemas de información Geográfica (SIG) fue posible realizar un análisis multicriterio frente a la vulnerabilidad de riesgo por inundación en el municipio de los Andes, obteniendo como resultados del estudio, que el 28 % del territorio muestra un nivel de riesgo alto y el 16,5 % de éste arroja un nivel de riesgo de inundación muy alto, afectando principalmente zonas urbanas y agrícolas cercanas a los principales drenajes. Las áreas más críticas se encuentran en sectores donde la combinación de topografía plana y alta pluviosidad incrementa notablemente la vulnerabilidad.

Palabras clave: geoprocésamiento, gestión del riesgo, inundaciones, ordenamiento territorial, vulnerabilidad.

Introducción

Las actividades antropogénicas y consumo energético a nivel mundial han llevado a generar cambios atmosféricos provocando alteración y deterioro progresivo del medioambiente, viéndose reflejado sus impactos a través del cambio climático, un ejemplo de esto es el fenómeno de la niña, el cual ha generado incremento y prolongación de lluvias, formación de tormentas tropicales, huracanes y en consecuencia de ello, desastres naturales tales como, avenidas torrenciales, movimiento de masa, desbordamientos e inundaciones por el aumento del agua en ríos, quebradas sobrepasando su capacidad, así pues, estos eventos afectan el bienestar de las comunidades, ya que, se presentan pérdidas de vidas humanas y materiales, incomunicación y afectación a los sistemas socioeconómicos en los territorios impactados (Vergara et al. 2011).

La inundación como fenómeno natural es potencialmente destructivo y ocurre de manera más frecuente, debido a lluvias persistentes que incrementan el nivel de las aguas de corrientes hídricas superficiales, induciendo a desbordamiento de las orillas y así a la dispersión y acumulación de agua en las zonas bajas como llanuras y zonas circundantes, de esta forma se clasifican dos tipos de inundaciones, una lenta, que se presenta sobre los sectores planos de los ríos caracterizados además por valles aluviales extensos, donde el incremento del nivel de agua es diario ocasionando afectaciones de gran dimensión; por otra parte, se encuentra la inundación de creciente súbita, que implica un mayor riesgo por daños en infraestructuras, zonas de producción agropecuaria y asentamientos humanos, puesto que se produce a causa de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas saturando el suelo de agua lo que provoca avenidas torrenciales y desplazamientos de masa (Gonzales et al. 2021)

El riesgo por inundación y sus consecuencias parten de los procesos de vocación y usos irracionales del medioambiente y sus recursos; así pues, la inadecuada planeación de los sistemas socioeconómicos y productivos provocados por la expansión agropecuaria, la industrialización, la urbanización y los asentamientos humanos a lo largo de las orillas y riberas de ríos y quebradas ha inducido a una mayor vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres (Vergara et al. 2011). Por tal razón, la gestión del riesgo implica la identificación, evaluación y análisis de las principales zonas y causas de riesgo, los cuales necesitan ser manejados por autoridades locales y especialistas competentes quienes mediante los planes de ordenamiento territorial POT deben de tratar de crear mecanismos de acción que ayuden a prevenir y planear estrategias como respuesta para emergencias (Calderón y Frey, 2017).

En Colombia, la gestión del riesgo se hace mediante la adopción de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT) 1454 del 28 de junio de 2011, la cual es un instrumento para la formulación de políticas públicas orientadas al desarrollo del territorio, como lo es la Ley 1523 del 24 de abril de 2012, a través de la cual se incorpora la política nacional de gestión de riesgo de desastres y además se crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo SNGRD, cuyo propósito es la gestión ambiental territorial más sostenible para garantizar la seguridad y bienestar de las poblaciones y comunidades más vulnerables al riesgo (Calderón y Frey, 2016).

En Nariño, la gestión del riesgo se encuentra orientada hacia el cumplimiento de ciertas normas e instrumentos, mediante los cuales se delegan funciones que exigen la articulación y organización político-administrativa sectorial y territorial entre entidades públicas, privadas y la población civil, para la ejecución de procesos y estrategias específicas formuladas a corto, mediano largo plazo, para que entes territoriales, departamentales y municipales logren conocer, reducir y manejar el riesgo ante desastres naturales (Calderón y Frey, 2017).

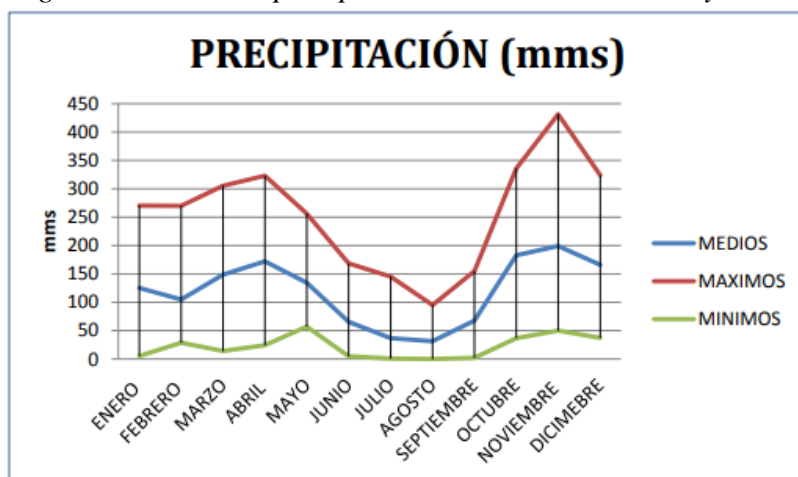
Por su parte, el municipio de los Andes localizado al Noroccidente del departamento de Nariño se encuentra clasificado en riesgo frente a eventualidades asociadas a inundación, puesto que se

distribuyen a lo largo del municipio distintas microcuencas hidrográficas que intensifican sus caudales en temporada de invierno, además la conformación topográfica hace que el relieve presente porcentajes de pendientes variados predominando aquellas pendiente superiores al 30%, de esta manera, las coberturas de suelo en especial boscosas que se encuentran hacia el norte del municipio implican un foco de riesgo mayor de eventos como deslizamientos, avenidas torrenciales, crecientes súbitas impactando en las zonas bajas de las cuencas, de esta manera las zonas de mayor vulnerabilidad ante estos eventos naturales corresponden a lo corregimientos de San Sebastián, La planada y el Carrizal siendo el paso de las principales subcuencas Piscoyaco, Quebrada honda y Dos Quebradas (CORPONARIÑO, 2014).

Según los resultados expuestos por Corponariño en el plan de ordenamiento del recurso hídrico para la subcuenca Piscoyaco, señala que las mayores precipitaciones se registran en el mes de noviembre; así pues, para el año 2014 se presenta un valor promedio máximo de 431,3 mm, indicando un incremento significativo respecto a los demás meses del año (Ver figura 1) (COORPONARIÑO, 2014).

Figura 1

Registro mensual de precipitación en subcuenca Piscoyaco, Los Andes.



Fuente: CORPONARIÑO, 2014

Por lo anterior, en el presente trabajo se aplicó un análisis multicriterio el cual permite evaluar variables tanto cualitativas como cuantitativas relacionadas con la conformación del territorio, (Esse et al., 2024), para el caso en estudio se ha analizado la información recolectada sobre las zonas de influencia y de amenaza de riesgo durante el mes de noviembre que presentan registros de mayores precipitación en el municipio, a partir de datos geoespaciales obtenidos del geoprocésamiento realizado en el software ArcGIS pro, donde se presentan características visuales como numéricas que facilitan la interpretación de resultados y así la gestión de propuestas que permitan la toma de decisiones sociales y agroambientales a considerar dentro de los planes de ordenamiento territorial para mitigar impactos adversos por eventualidades asociadas al riesgo por

inundación; Para ello, mediante shapefiles se busca obtener información sobre coberturas del suelo, y un Modelo Digital de Elevación (DEM) para extraer datos topográficos como pendientes y redes de drenaje que tienen influencia en la zona de estudio.

Objetivos.

General.

Aplicar un análisis multicriterio para la determinación de zonas de riesgo por inundación en el municipio de Los Andes, Nariño.

Específicos.

- Realizar una evaluación y ponderación de los factores de riesgo de inundación utilizando el análisis multicriterio aplicando sistemas de información geográfica (SIG).
- Identificar áreas de mayor riesgo por inundación, con base en los resultados obtenidos mediante software ArcGIS PRO, y tomando en cuenta las diferentes coberturas de suelo y la topografía que compone al territorio.
- Proponer recomendaciones o estrategias a implementar, mediante gestión del riesgo y planificación territorial municipal, para la mitigación de impactos adversos que podrían generarse durante las temporadas de mayor precipitación a corto, mediano y largo plazo.

Identificación del caso de estudio

Los Andes, Sotomayor, es un municipio ubicado al noroccidente del departamento de Nariño, Colombia, sobre la cordillera occidental, en una extensión total de 809 km², de la cual 28 km² corresponde al área urbana y 781 km² al área rural, conformado por 4 corregimientos, 35 veredas y 11 barrios que conforman la cabecera municipal. (Ver figura 2). Contando con un total de 19.414 habitantes, donde 11.752 habitantes se encuentran en la zona rural y 7.662 en el casco urbano, las actividades agrícolas y pecuarias son las principales fuentes de desarrollo, pues aportan en un 70 % en la economía del municipio, seguida de la minería y el comercio (Alcaldía de Los Andes, 2024).

De acuerdo con la geografía de esta región, se presentan accidentes topográficos a lo largo del territorio, con una predominante existencia de cañones, peñascos y pendientes mayores a 50%. Además, gracias a esto, se forman tres regiones que recubren al municipio: la región oriental, conformada por altas pendientes, las cuales llegan hacia las cuencas hidrográficas; la región central, que se compone de zonas montañosas; y la región occidental, de la cual hace parte la llanura del Pacífico (Delgado Montenegro, 2019).

Ahora bien, debido a la variedad de relieves que conforman al municipio, se registran diversas altitudes que influyen de manera directa sobre sus pisos térmicos, climas y temperaturas, que varían de acuerdo a la zona, con una altura promedio registrada de 1.588 m s. n. m., temperaturas entre los 18 °C y 21 °C y ciclos de lluvia establecidos bajo un régimen bimodal, conformado por

dos épocas de periodos secos y dos lluviosos, los cuales se distribuyen a lo largo del año, contando con precipitaciones media anual de 1.770 mm (CMGRD, 2018).

Figura 2.

Localización geográfica del municipio Los Andes, Nariño



Fuente: Consejo Municipal para la Gestión de Riesgo de Desastres- CMGRD, (2018).

En cuanto a la hidrografía, se destaca su distribución, la cual se extiende a lo largo del territorio sobre una amplia red hídrica que cumple con una importante función en el abastecimiento de la población y el sostenimiento de los ecosistemas, los cuales aportan en la dinámica ambiental de la zona, de manera que la red se compone de dos vertientes conformadas así: la primera vierte los ríos Cuembí y Sambiambí, y la segunda vertiente pertenece a los ríos Patía, Guáitara y Pacual (CMGRD, 2018).

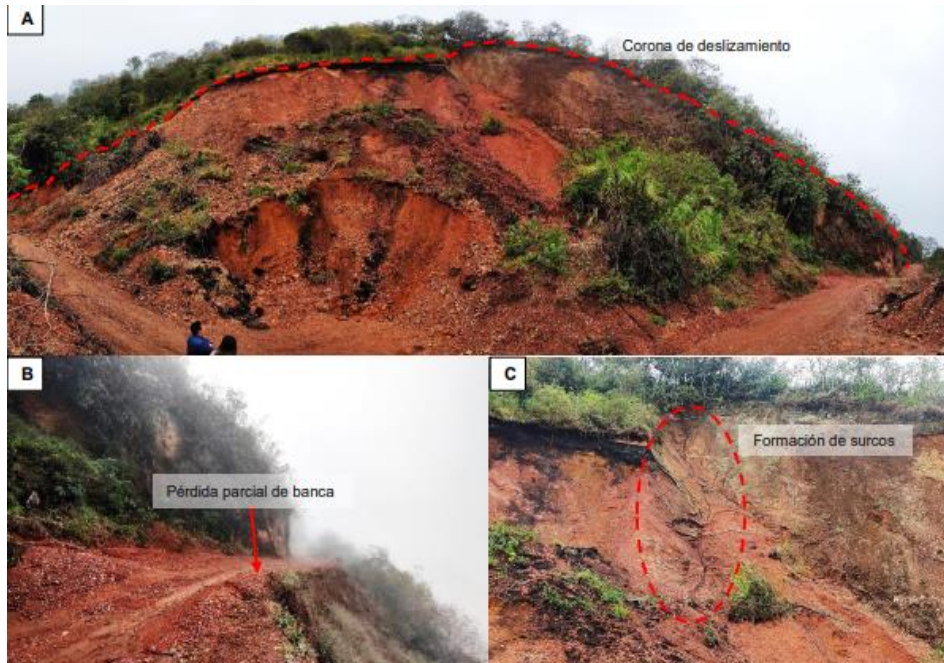
Teniendo en cuenta lo anterior y según la gestión de riesgo del municipio, se destaca que, en Los Andes, Nariño, se han registrado fuertes emergencias como; movimientos de masa, pérdida de banca y avenidas torrenciales, un ejemplo de esto son los daños registrados en el año 2024 en la vereda Aurora Alta perteneciente al corregimiento San Sebastián, en el que se presentó pérdida de banca, inestabilidad en el terreno y afectación a la vía que comunica a las veredas las veredas Carrizal, Cordilleras, Palacio y El Paraíso con el casco urbano del municipio de los andes, donde, este incidente ocasiono graves afectaciones a los habitantes y comunidades cercanas y para los diferentes vehículos que se desplazan por zona (Ver figura 3) (CORPONARIÑO, 2024).

Así pues, el municipio presenta una conformación topográfica diversa con la presencia de relieves de pronunciamientos escarpados y fuertes pendientes con diferentes coberturas y tipos de suelo, de esta manera ante la mayor temporada de invierno el riesgo por inundación en el territorio aumenta, tal como lo da a conocer el estudio presentado por el plan municipal de gestión del riesgo de desastres, durante los años 2016 a 2018 en el municipio se registró en temporada invernal los mayores incrementos de precipitaciones reportando eventualidades principalmente en las veredas, aurora alta, Travesía alta, San Vicente, El Huilque, San Juan, La loma y Dos Quebradas, por movimiento de masa y avenidas torrenciales en donde se vieron afectadas durante los 3 años más

de 150 familias sin fallecidos, más sin embargo, se reportaron daños en infraestructuras viales, viviendas averiadas, sistemas de riego y sistemas de producción agropecuarios, en su mayoría a casusa de la localización en zonas de riesgo como lo es el cauce de las subcuencas de Quebrada Honda y Quebrada Piscoyaco y también por las inadecuadas prácticas de producción agropecuarias que ocasionan inestabilidad del suelo sobre pendientes fuertes (CMGRD, 2018).

Figura 3.

Movimiento de masa registrado en la vereda Aurora Alta, causa daños en vías Inter veredales.



Nota: La imagen A muestra deslizamiento de tierra con comportamiento retrogresivo, B. Pérdida parcial de banca de carretera. C. Formación de surcos en cuerpo y corona debido al deslizamiento registrado. Fuente: CORPONARIÑO, 2024.

Así pues, el municipio presenta una conformación topográfica diversa con la presencia de relieves de pronunciamientos escarpados y fuertes pendientes con diferentes coberturas y tipos de suelo, de esta manera ante la mayor temporada de invierno el riesgo por inundación en el territorio aumenta, tal como lo da a conocer el estudio presentado por el plan municipal de gestión del riesgo de desastres, durante los años 2016 a 2018 en el municipio se registró en temporada invernal los mayores incrementos de precipitaciones reportando eventualidades principalmente en las veredas, aurora alta, Travesía alta, San Vicente, El Huilque, San Juan, La loma y Dos Quebradas, por movimiento de masa y avenidas torrenciales en donde se vieron afectadas durante los 3 años más de 150 familias sin fallecidos, más sin embargo, se reportaron daños en infraestructuras viales, viviendas averiadas, sistemas de riego y sistemas de producción agropecuarios, en su mayoría a casusa de la localización en zonas de riesgo como lo es el cauce de las subcuencas de Quebrada Honda y Quebrada Piscoyaco y también por las inadecuadas prácticas de producción agropecuarias que ocasionan inestabilidad del suelo sobre pendientes fuertes (CMGRD, 2018).

Cabe mencionar que para el año 2021 en el mes de noviembre, se presentaron algunas alertas de riesgo a causa de las fuertes precipitaciones registradas en temporada de invierno, en donde se evidenciaron agrietamientos en el suelo en la vereda Travesía Alta, en áreas altamente productivas, ocasionando grandes afectaciones para la comunidad local y corregimientos cercanos (Federación Colombiana de Municipios, 2021). Más tarde, en el mes de febrero del año 2022, ocurre un evento de movimiento de masa por creciente de la vertiente que abastece el acueducto de la parte alta de la cabecera municipal, justamente en la vereda Travesía Alta, donde se reportaron 22 familias que resultaron afectadas con daños en sus viviendas. Además, se generó la obstaculización del paso vial en la vía terciaria que comunica hacia la parte alta de los corregimientos de San Sebastián y El Carrizal (ver figura 4), dificultando el tránsito y demás actividades socioeconómicas (La opinión, 2022).

Figura 4

Movimiento de masa registrado en vereda travesía alta



Fuente: La Opinión, 2022

Metodología.

El municipio de Los Andes, Nariño, presenta una topografía muy variada, conformada por una amplia red hídrica que se encarga de cubrir al territorio, aportando a su vez con el desarrollo ambiental. A partir de esto, se emplea una herramienta de información geográfica, tal como ArcGIS, con la cual se han evaluado los niveles de riesgo por inundación que podrían afectar las diferentes áreas de esta región, tomando en cuenta el mes de noviembre, siendo este uno de los meses en los que se registran mayores precipitaciones.

Para la recolección y obtención de datos se trabaja mediante coordenadas MAGNA-SIRGAS CMT12, que, de acuerdo con Salvini y Bolívar (2018), corresponde a un sistema de coordenadas de referencia espacial implementado desde el año 2020 en Colombia, conocido como Origen Nacional, conformado por un ancho de banda continental de 12 grados de longitud, el cual se extiende a 6° tanto al este como al oeste del meridiano central.

Una vez definida la coordenada, se deben realizar los cargues de capas del departamento y de este ejecutar el recorte y delimitación del municipio, ajustando la capa ráster, proceso que se realiza mediante la herramienta de geoprocursos (ver figuras 5 y 6). Así mismo, se debe ajustar las pendientes y curvas a nivel, siendo esta última la que no ayuda a identificar la topografía y las áreas de riesgo que presenta la zona estudiada.

Figura 5.

Delimitación del municipio Los Andes, Nariño



Fuente: Autoría Propia, 2025(ArcGIS Pro)

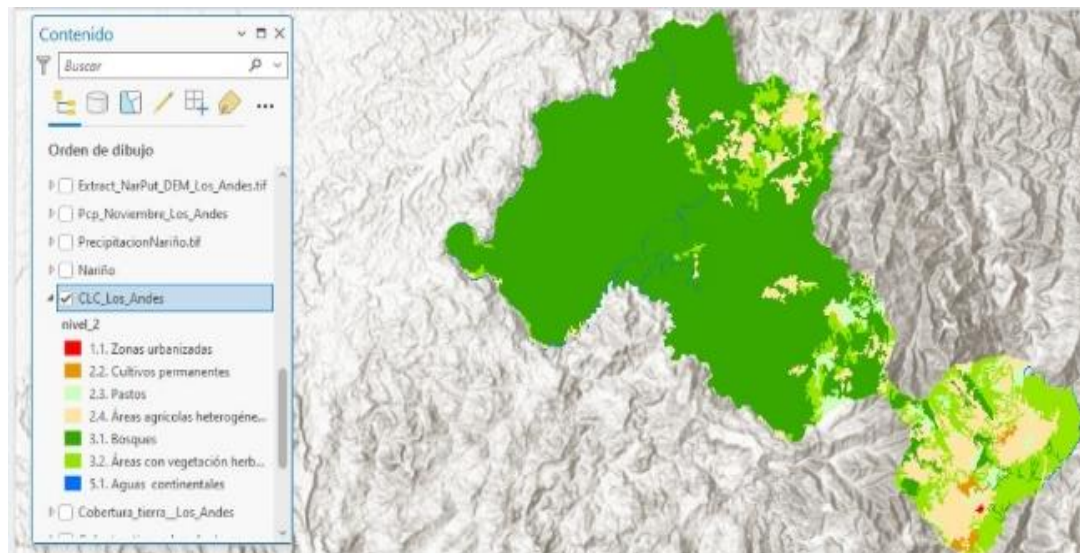
Figura 6.
Modelación digital DEM del municipio, Los Andes, Nariño.



Fuente: Autoría Propia, 2025(ArcGIS Pro)

También, realiza el cargue de capas de oferta ambiental; esta contribuye a la evaluación de las coberturas de tierras que, al ser añadidas, nos muestra a amplios rasgos el cómo se da el uso de suelos para el municipio de Los Andes, Nariño. (ver figura 7).

Figura 7.
Coberturas Corine Land Cover.

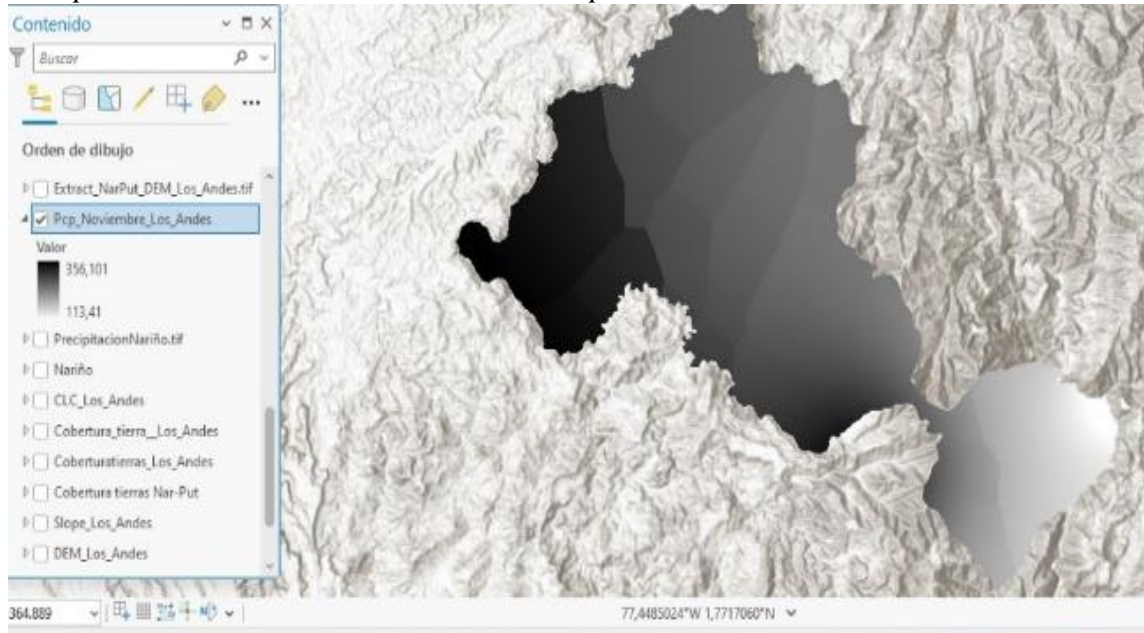


Fuente: Autoría Propia, 2025(ArcGIS Pro)

La capa de precipitación nos permite analizar los patrones de lluvia y con ello las zonas en las que se presenta una mayor o menor precipitación. Para esto se añade la capa ráster según el mes de mayor precipitación en este caso, siendo el mes de noviembre (ver figura 8).

Figura 8.

Precipitación en el mes de noviembre, municipio de los andes, Nariño

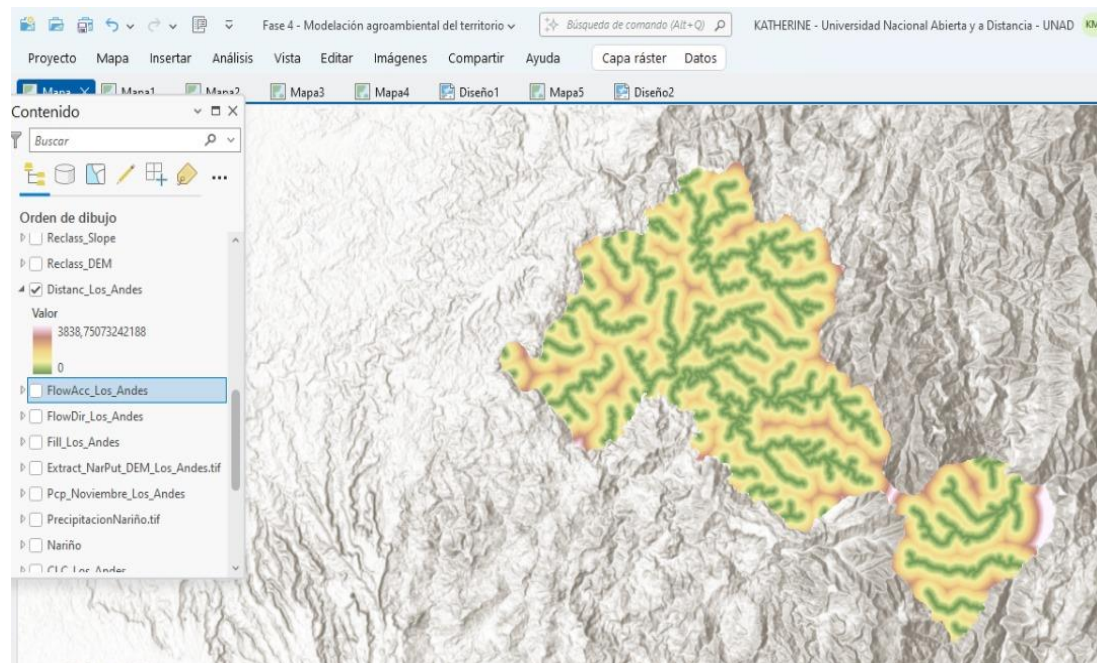


Fuente: Autoría Propia, 2025.

La capa de distancia de drenajes actúa bajo el ajuste y medición, que en función nos ayuda a evaluar a través de geoprocursos las distancias entre los diferentes cuerpos de agua. De esta forma y teniendo en cuenta las capas previamente añadidas, se debe realizar una reclasificación de valores, la cual nos permitirá identificar los niveles de riesgo por inundación que se presentan en el municipio de Los Andes, Nariño.

Si bien las curvas a nivel nos ayudan al reconocimiento de la topografía, el agregar capas de drenajes dobles y sencillos nos permite conocer el flujo de la red hídrica y su distribución, permitiéndonos reconocer las vertientes, ríos, cuencas y microcuencas (ver figura 9), con un detalle profundo y mediante la delimitación de cuencas que nos hace comprender la dinámica que tiene la red hídrica del municipio, los patrones de la dirección de flujo y acumulación de agua.

Figura 9.
Delimitación de cuencas.



Fuente: Autoría Propia, 2025(ArcGIS Pro)

Se ejecutan los geoprocetos a reclasificar con base en la tabla de clasificación cualitativa y cuantitativa, con la cual se hace la reclasificación de las capas de modelo de elevación digital (DEM), pendiente, distancia de drenajes, precipitaciones y la capa de coberturas CLC (ver tabla 1, 2, 3, 4, 5), generando una nueva asignación de valores a las capas ráster creadas, simplificando los datos en clases, categorías y puntuaciones medibles, de modo que cada capa presente una escala común. (Ver figura 10,11, 12, 13, 14.)

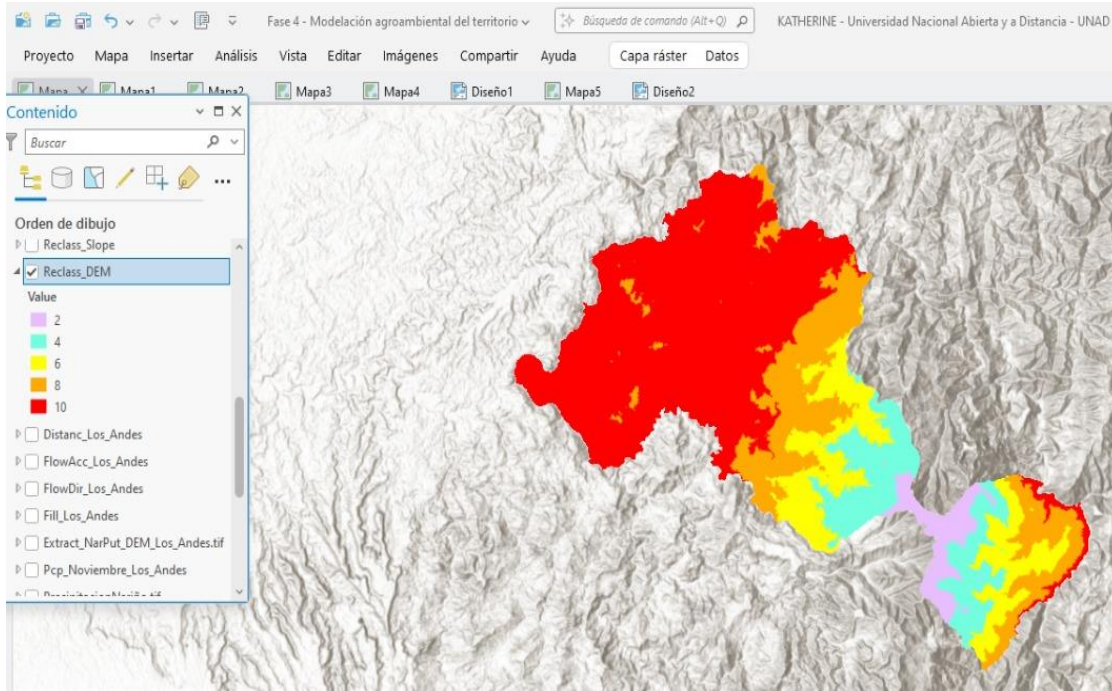
Tabla 1. *Categorización cualitativa y cuantitativa de los niveles de riesgo.*

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

Nota: La tabla relaciona cada valor categórico de acuerdo con el nivel de riesgo por inundación.

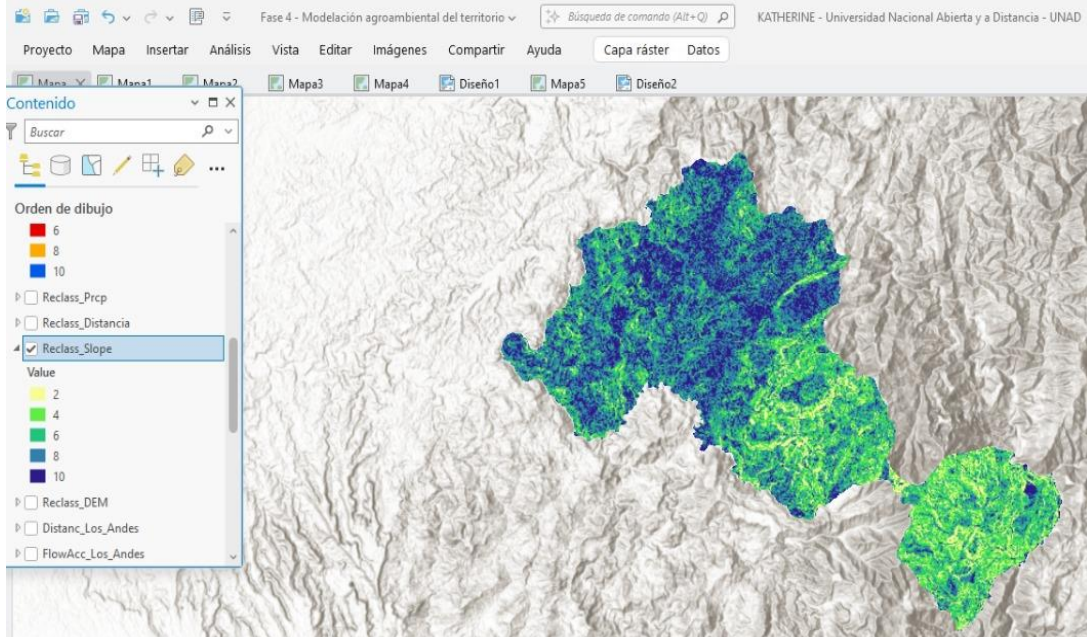
Fuente. Adaptada guía de aprendizaje diplomado de profundización, 2025

Figura 10.
Reclasificación capa DEM



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 11.
Reclasificación de pendiente



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 2. *Tabla de ponderación de Pendientes.*

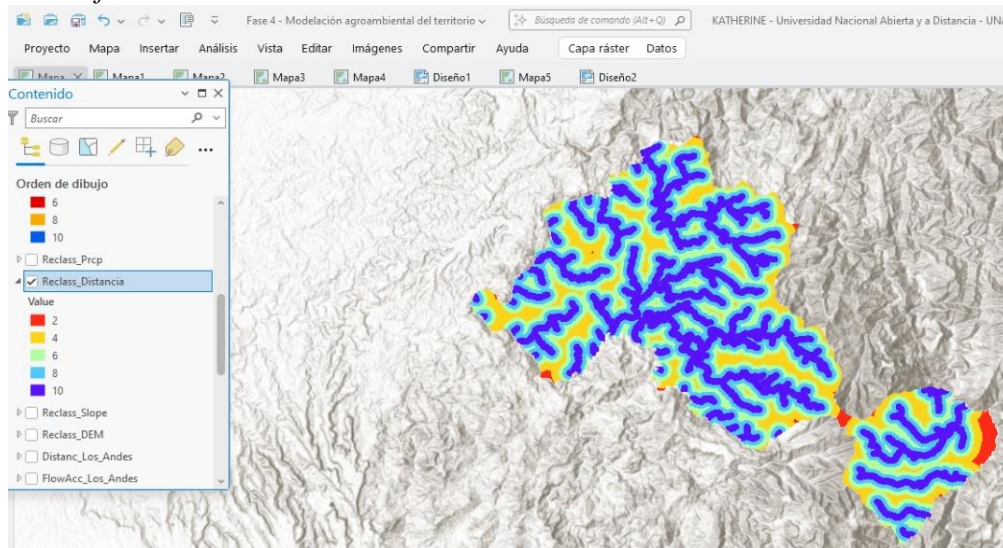
Valor de Riesgo	Clasificación cualitativa	Grados (°)
2	Muy alto	0 – 3
4	Alto	3 – 7
6	Medio	7 – 12
8	Bajo	12 – 25
10	Muy bajo	> 25

Nota: La tabla muestra la ponderación de las pendientes de acuerdo con el grado de inclinación.

Fuente. Adaptada guía de aprendizaje diplomado de profundización, 2025

Figura 12.

Reclasificación de distancia de cuencas



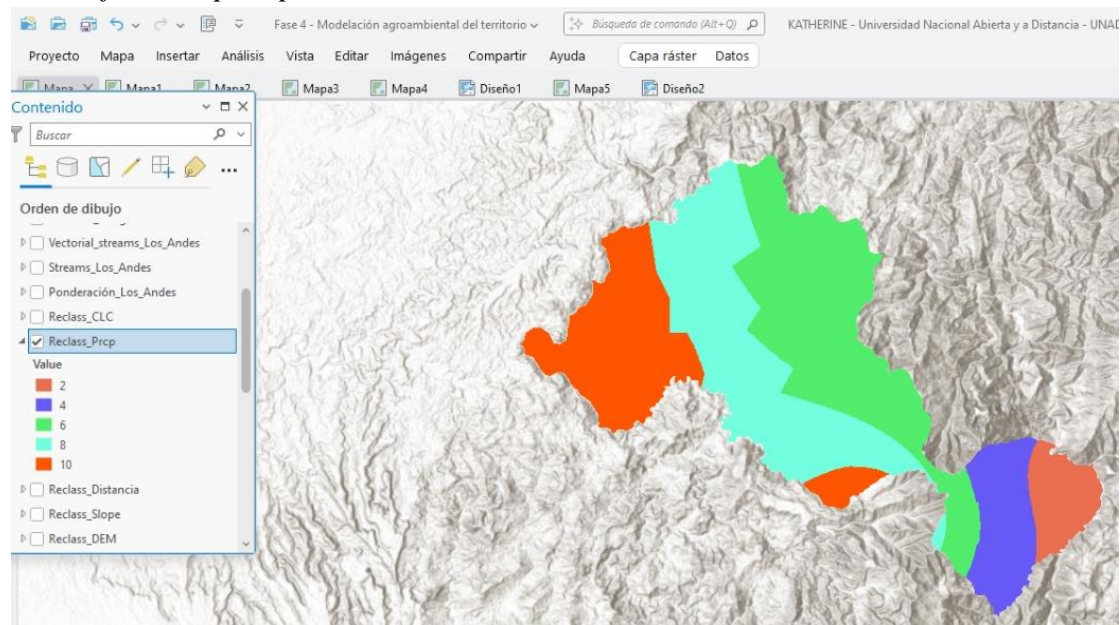
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 3. *Ponderación de Distancias*

Valor de riesgo	Rango	Distancia entre cuencas (m)
2	Muy bajo	6000 – 8500
4	Bajo	3000 – 6000
6	Medio	1500 – 3000
8	Alto	500 – 1500
10	Muy Alto	0 – 500

Nota: La tabla ayuda a determinar el rango de riesgo presente en una zona de acuerdo con la distancia entre cuencas que presente.

Figura 13.
Reclasificación precipitaciones



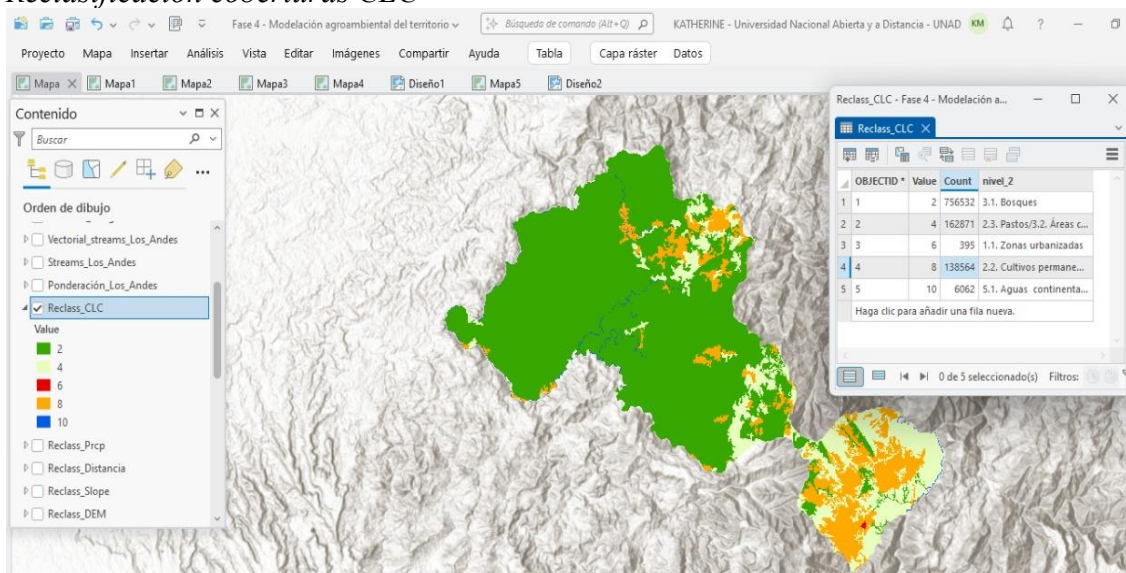
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 4. *Ponderaciones de Precipitaciones*

Valor de riesgo	Rango	Precipitación (mm)
2	Muy bajo	0 – 50
4	Bajo	50 – 150
6	Medio	150 – 300
8	Alto	300 – 500
10	Muy alto	> 500

Nota: Esta tabla muestra los rangos de niveles de riesgo que presenta una zona de acuerdo su precipitación (mm).

Figura 14.
Reclasificación coberturas CLC



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 5. *Ponderación para cobertura de tierras*

Clasificación de valores	Cobertura de tierras
2	Bosques
4	Pastos y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva
6	Zonas urbanizadas
8	Cultivos permanentes y áreas agrícolas heterogéneas
10	Aguas continentales

Nota: La tabla relaciona los valores de clasificación de acuerdo con las coberturas de tierra encontradas en el en el municipio de Los Andes, Nariño. Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Posteriormente, en la tabla de ponderación se combinan diferentes capas de datos; aquí cada factor de análisis de riesgo por inundación le corresponde un valor porcentual específico (ver tabla 6), a partir del cual se realiza la suma ponderada para generar la modelación y determinar el riesgo por inundación en el municipio (ver figura 15).

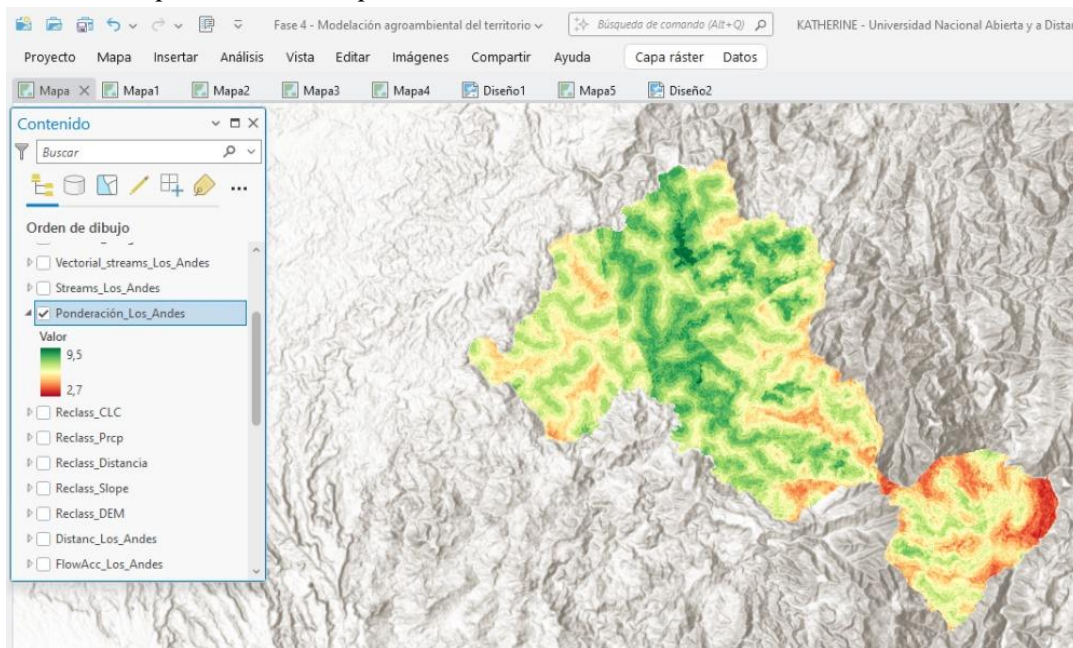
Tabla 6. Ponderación de los factores de riesgo por inundación

Factor	Porcentaje
Modelos 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 factores de análisis de riesgo por inundación y el porcentaje de afluencia. Fuente: Adaptada guía de aprendizaje diplomado de profundización, 2025

Teniendo en cuenta los porcentajes ponderados realiza la suma de datos para obtener un ponderado de valores de riesgo de inundación.

Figura 15.
Resultado aplicación suma ponderada








Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Resultados.

A partir de la implementación de los SIG con el geoprocésamiento y mapificación realizado en el software ArcGIS Pro, se obtiene el mapa temático de riesgo por inundación para el municipio de Los Andes, Nariño, durante el mes de noviembre, (Ver figura 16), en el que se presenta un mayor incremento de precipitaciones en el año. Así pues, la tabla de clasificación del riesgo permitió diferenciar la distribución de dichas zonas en el municipio, aplicando códigos de colores para representar el nivel de riesgo que va desde el riesgo muy bajo hasta el riesgo muy alto sobre todo el territorio en estudio (ver tabla 7).

Tabla 7. *Clasificación del riesgo por inundación*

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

Nota: Se presentan variables cualitativas para clasificar el riesgo con relación a valores representados por códigos de colores. Adaptada guía de aprendizaje diplomado de profundización, 2025

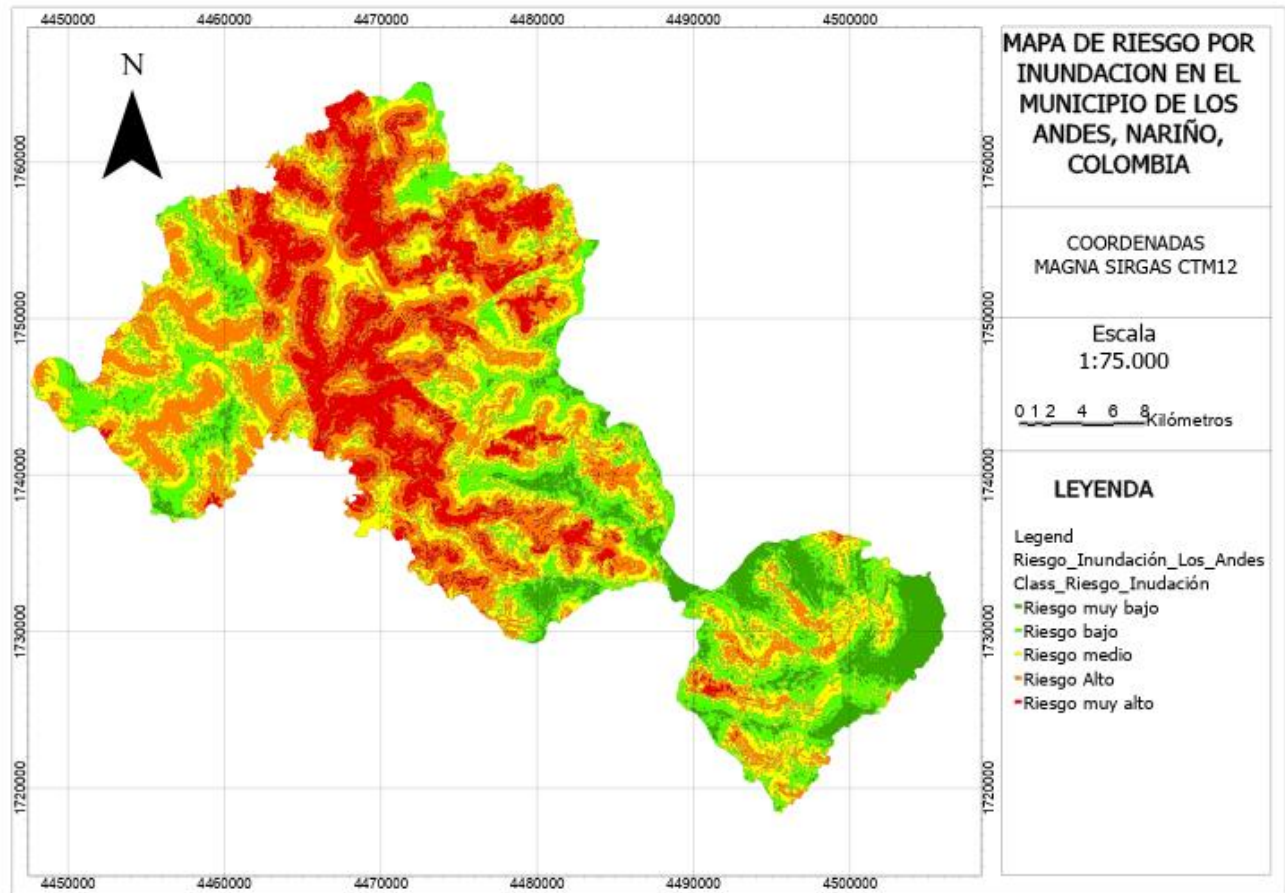
Al generar el mapa temático del riesgo, se puede apreciar la visual del resultado en el municipio de Los Andes, con la distribución de las áreas de riesgo por inundación, junto con algunos elementos como las convenciones donde se organizan y clasifican categóricamente los colores rojo, verde, naranja y amarillo de acorde con el nivel de riesgo. La escala de 1:75.000 logra un mejor acercamiento de la imagen para visualizar con más detalle el mapa; la localización como dato geográfico da a conocer la posición geográfica del municipio a nivel nacional y departamental, el sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS CTM12, Sistema de Georreferencia para las Américas.

De acuerdo con la clasificación cualitativa, se puede evidenciar que el riesgo muy alto representado por el color rojo tiene una amplia distribución hacia el norte del municipio, cubriendo en mayor medida zonas de bosque donde existen algunos nacimientos de agua abasteciendo el cauce de quebradas y microcuencas, el riesgo alto se muestra con un tono naranja que comprende una parte hacia norte, pero en mayor proporción sobre el área central del municipio cubriendo la cabecera municipal y los corregimientos del Carrizal, La planada y San Sebastián, zonas en las que se desarrollan las principales actividades productivas agrícolas y pecuarias de la región, sin embargo, a pesar de ser zonas altamente productivas, en temporadas de invierno se han visto constantemente se afectadas por movimientos de masa y pérdida de banca, un ejemplo de esto es lo ocurrido en el año 2021 y 2022 en la vereda Travesía Alta y 2024 en la vereda Aurora Alta, pertenecientes al corregimiento de San Sebastián vulnerando la calidad de vida de los habitantes de estos sectores,

En este sentido, se permite considerar que estas áreas representan una alta vulnerabilidad al riesgo respecto a aquellos sectores que, por su ubicación y conformación topográfica, el riesgo es medio o bajo.

Figura 16.

Mapa temático riesgo por inundación, municipio de Los Andes, Nariño.

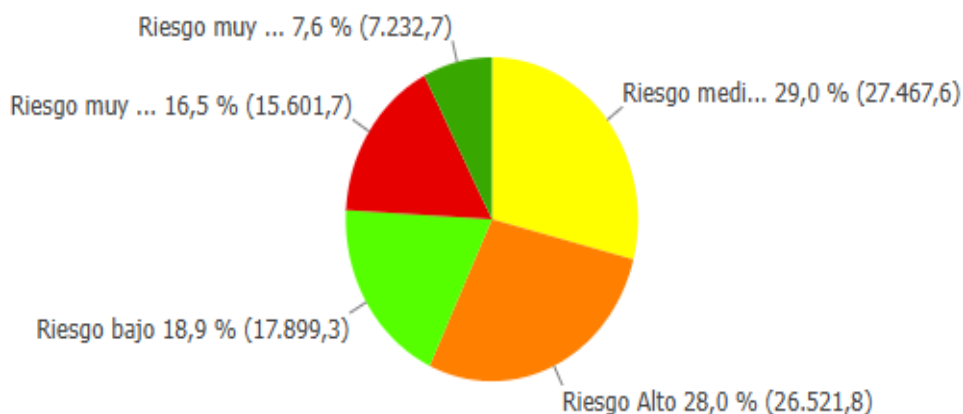


Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Por lo anterior, cabe destacar que el municipio de Los Andes está conformado en mayor parte del territorio por accidentes topográficos con suelos quebrados y escarpados, superando pendientes del 30 %. Además, existe un alto potencial hidrológico porque se encuentra en la zona de influencia de los ríos Guaita, Sambiambí, Agua Clara, San Vicente, Patía y Pacual, en los cuales tributan sus aguas las vertientes de cuencas y subcuencas hidrográficas distribuidas a lo largo del municipio (CMGRD, 2018). De ahí que, en el mes de noviembre, cuando ocurren mayores precipitaciones, los suelos en las zonas de alta montaña sobre las cuencas hidrográficas superen la capacidad de retención e infiltración de agua, lo que hace más susceptible al desbordamiento de quebradas por crecientes súbitas que inducen a la acumulación de volúmenes de agua en las riberas y zonas más bajas del municipio.

Figura 17.

Clasificación de áreas con riesgo por inundación en el municipio de los Andes.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 8. *Área en (ha) de cada zona de riesgo en el municipio*

Clasificación De Riesgo Por Inundación	Área_Ha
Riesgo muy bajo	7.232,7
Riesgo bajo	17.899,3
Riesgo medio	27.467,6
Riesgo Alto	26.521,8
Riesgo muy Alto	15.601,7
Total	94.723,1

Fuente: Esta tabla muestra las áreas que cada nivel de riesgo presenta en el municipio. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

De acorde con el resultado de la gráfica donde se relaciona el valor porcentual al que corresponde cada nivel de clasificación de riesgo por inundación en Los Andes (Ver figura 17 y ver tabla 8) y además teniendo en cuenta la distribución de las coberturas de suelo del municipio, se puede inferir que se cuenta con un área total de 94.723,1 hectáreas de las cuales 27.467,6 representan un 29 % del total del territorio y tienen un riesgo medio en cuanto a vulnerabilidad por inundación, dentro de esta área se encuentra la zona urbana o cabecera municipal, algunas áreas de bosque y cultivos permanentes, esta categoría puede representar sectores que se encuentran sobre superficies de terreno con pendientes suaves ligeramente onduladas, además la estructura y textura del suelo permite una mejor capacidad de filtración del agua evitando acumulaciones, así pues, existe una

probabilidad moderada respecto a la ocurrencia de inundaciones en estas áreas, sin embargo, es necesario adoptar medidas preventivas en gestión del riesgo.

Respecto al riesgo alto, este comprende un 28% del territorio y cubre un área de 26.521,8 hectáreas, mientras que el riesgo muy alto esta representa el 16,5% del municipio y se conforma por 15.601,7 ha, distribuidas sobre zonas de bosque, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, y con vegetación herbácea y arbustiva, asimismo esta categoría se distribuye sobre las subcuencas principales Piscoyaco, Quebrada Honda, y Dos Quebradas, en este contexto el riesgo alto puede ser resultado de la incidencia de factores naturales como antrópicos puesto que se relacionan zonas con mayor actividad humana, esto a su vez genera condiciones que incrementan la vulnerabilidad al riesgo por inundaciones durante la temporada de mayores precipitaciones ya que, las áreas de bosques albergan grandes volúmenes de agua sobrepasando la capacidad de absorción y retención llegando a generar encharcamientos, y con ello a movimientos de masa y desbordamiento desde las pendientes más pronunciadas, hacia la parte baja de las cuencas incrementando el volumen de agua sobre los cauces. Por otro lado, las áreas de producción agropecuaria y vegetación herbácea en el municipio se encuentran ubicadas en las cercanías y riveras de las subcuencas y microcuencas lo que implica mayor impacto ante la ocurrencia de avenidas torrenciales afectando el bienestar de la comunidad.

Conclusiones

Al realizar un análisis multicriterio, se pudo identificar en el municipio de Los Andes, Nariño, áreas específicas que presentan muy alto y alto riesgo de inundación, con lo cual podremos planificar de mejor manera acciones para la reducción de impacto tanto de las inundaciones como de la infraestructura local.

Para minimizar el impacto que generan las inundaciones, en la planificación territorial se deben considerar variables como precipitación, pendiente, distancia de drenajes, modelo de elevación digital (DEM), entre otros factores importantes para recopilar la información necesaria.

El modelo multicriterio demostró ser una herramienta efectiva para predecir zonas de riesgo por inundación en el municipio de Los Andes. Esto se debe a que el modelo puede integrar múltiples variables y proporcionar una visión integral del riesgo.

Es necesaria la implementación de medidas de mitigación y adaptación que ayuden en la reducción del riesgo de inundación en áreas críticas, como el establecimiento de infraestructura verde, la restauración de ecosistemas naturales y la planificación para la utilización del suelo de manera sostenible.

Recomendaciones.

Como primera medida, se deben implementar prácticas sostenibles que nos ayuden en la conservación del agua haciendo buen manejo del suelo; se recomienda hacer uso de sistemas agroforestales, donde se incluyan, además de árboles, cultivos y pastos, con lo que se mejoraría la

estructura del suelo generando una mejoría en la filtración del agua, reducción de escorrentía y erosión; así mismo, algo que contribuiría en el control del flujo hídrico durante lluvias intensas es la construcción de zanjas de infiltración y terrazas.

Por otro lado, una medida crucial para mitigar problemas de inundaciones o deslizamientos de tierra es la implementación de la reforestación y restauración de áreas estratégicas, las cuales son imprescindibles más que nada en zonas cercanas a drenajes o ríos.

Se deben evitar las zonas de alto riesgo como lugares para la construcción de infraestructura y cultivos; para esto se deben implementar planes de ordenamiento territorial y uso del suelo, además de delimitar zonas alrededor de los drenajes principales y promover cultivos resistentes a inundaciones en áreas agrícolas.

Referencias bibliográficas.

Alcaldía de Los Andes. (2024). *Plan de Desarrollo Municipal 2024 - 2027*. https://losandesnarino.micolombiadigital.gov.co/sites/losandesnarino/content/files/000984/49187_plan-de-desarrollo--administracion-municipal-2024--2027.pdf

Calderón Ramírez, D., y Frey, K. (2017). *El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Territorios, No. 36, pp. 239-264. <https://www.redalyc.org/pdf/357/35749527011.pdf>

CMGRD. (2018). *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres, Municipio de los Andes (Nariño)*: Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/5285/Anexo%203.%20PMGRD%20Los%20Andes.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

CORPONARIÑO. (2014). *Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-Quebrada Piscoyaco*. Corporación Autónoma Regional de Nariño. <https://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhqpiscoyaco.pdf>

CORPONARIÑO. (2024). *Gestión ambiental de riesgo, movimientos en masa, Avenidas torrenciales, Perdida de banca*. Formato Informe, Concepto técnico e Informe de Control y Monitoreo. https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2025/02/IS-869_2024-LOS-ANDES-SOTOMAYOR.pdf

Delgado Montenegro, Y. (2019). *Programa de gobierno*. Sotomayor, Los Andes, Nariño (2019). https://wapp.registraduria.gov.co/electoral/Elecciones-2019/docs/proGobierno/ALC/23/PLAN_AL23085002509_E6.pdf

Esse, C., Valdivia, P., Encina-Montoya, F., Aguayo, C., Guerrero, M., y Figueroa, D. (2024). *Modelo de análisis espacial multicriterio (AEMC) para el mapeo de servicios ecosistémicos en cuencas forestales del sur de Chile*. Bosque (Valdivia): https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002014000300004

Federación Colombiana de Municipios. (2021). *En los andes - Nariño trabajan para mitigar los efectos de la ola invernal*. Tv Municipios - [YouTube]: https://www.youtube.com/watch?v=c_ZSj7N8skY

Gonzales, E., Jaramillo, G., y Carvajal, F. (2021). *La inundación es real :Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD*. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinInundaciones.pdf?sequence=33&isAllowed=y>

La opinión. (2022). *Niña desaparecida y cuatro municipios afectados dejan lluvias en Nariño*. [comunicado de prensa] <https://www.laopinion.co/colombia/nina-desaparecida-y-cuatro-municipios-afectados-dejan-lluvias-en-narino>

Salvini, D., y Bolívar, F. (2018). *Modernización de la administración de tierras en Colombia* Propuesta de la Proyección Cartográfica única para la Administración de Tierras en Colombia. https://www.cpnt.gov.co/images/pdf/Documentos_t%C3%A9cnicos_y_Publicaciones/CTM12_Proposal_v2-2018.06.01_compressed.pdf

Vergara, M., Ellis, E., y Cruz, J. (2011). *La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental*. Política y cultura, No. 36, pp. 45-69. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200003

Link de Sustentación: <https://www.youtube.com/watch?v=O9IW1uYEO5I>