

## **Evaluación del riesgo por inundación mediante el análisis multicriterio en SIG para el Municipio de Albán, Nariño.**

[Jessica Daniela Hurtado Muñoz, Jdhurtadom@unadvirtual.edu.co](mailto:Jdhurtadom@unadvirtual.edu.co)

[Diego armando Sarria Bermúdez, Dasarriab@unadvirtual.edu.co](mailto:Dasarriab@unadvirtual.edu.co)

[Magyuri Valencia Martínez, Mvalenciamart@unadvirtual.edu.co](mailto:Mvalenciamart@unadvirtual.edu.co)

[Yamid Vicente Mejía Bernal, Yvmejiab@unadvirtual.edu.co](mailto:Yvmejiab@unadvirtual.edu.co)

[Jhonnys Enrique Mozo Acosta, Jemozoa@unadvirtual.edu.co](mailto:Jemozoa@unadvirtual.edu.co)

[Rolando Santos Santos, Rolando.Santos@unad.edu.co](mailto:Rolando.Santos@unad.edu.co)

### **Resumen**

En el contexto del estudio se evaluó el riesgo de inundación en Albán, Nariño, utilizando el análisis multicriterio, construido a partir de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El objetivo fue identificar las áreas más susceptibles a inundaciones contemplando variables ambientales, climáticas y físicas del territorio. Para la ejecución del mismo, se elaboraron insumos geoespaciales (modelo de elevación digital, mapa de pendientes, determinada red de drenaje, uso del suelo y precipitación del mes con mayor pluviosidad). Cada uno de los factores fue reclasificado y ponderado de acuerdo con la influencia en la susceptibilidad de inundaciones, lo cual permitió la producción de mapas intermedios y la implementación de un modelo integrado a partir de la herramienta *Weighted Overlay* en ArcGIS Pro. El producto final fue un mapa de riesgo de inundación del Municipio de Alban, reclasificado en categorías de alto, medio y bajo riesgo, a partir del cual se identificaron áreas con condiciones propicias para la acumulación de agua y desbordamiento de cauces. Estos resultados permitieron identificar sectores del Municipio que requieren atención prioritaria en la planificación territorial, así como en la formulación de estrategias de prevención y control del riesgo. El estudio aporta una primera aproximación al comportamiento espacial del riesgo en Albán, evidenciando la utilidad del análisis multicriterio y de los SIG como herramientas de apoyo para la gestión del territorio.

*Palabras claves: Susceptibilidad hidrológica; Modelación espacial; Ordenamiento ambiental; Vulnerabilidad territorial; Precipitación acumulada.*

## Introducción

El cambio climático es una alteración del clima que sucede a largo plazo, la cual es influenciada por el incremento de gases efecto invernadero causados por las diferentes actividades humanas. La variación global del clima es afectada al emplear la quema de combustibles fósiles, la deforestación, ganadería extensiva y procesos industriales que liberan gases efecto invernadero a la atmósfera, generando un aumento en la temperatura global, nivel del mar, impactos negativos en la biodiversidad e intensificación de eventos meteorológicos como olas de calor, lluvias o sequías más intensas, tormentas e inundaciones que deterioran progresivamente el medio ambiente. Estos eventos extremos no solo afectan los ecosistemas, recursos hídricos, agricultura, la vida humana sino también la capacidad de absorción del suelo y los sistemas de drenaje por la alta escorrentía y desbordamiento de ríos donde la frecuencia de las inundaciones depende en gran medida de la frecuencia de los fenómenos meteorológicos (Environmental Protection Agency, 2016) y, consecuentemente aumenta el riesgo de inundaciones, asimismo es catalogada como parte de los desastres naturales más costosos del mundo. Las grandes inundaciones pueden dañar viviendas, carreteras, puentes y otras infraestructuras; arrasar con las cosechas de los agricultores; y perjudicar o desplazar a personas (Environmental Protection Agency, 2016). Además de perturbar los ecosistemas al desplazar la vida acuática, deteriorar la calidad del agua y aumentar la erosión del suelo. Incluso el sector agrícola es uno de los más vulnerables a las inundaciones debido a que causan pérdidas económicas significativas; la adaptación de las prácticas agrícolas, como el cambio de tipos de cultivos, la diversificación de cultivos, la plantación de árboles y el abandono de campos agrícolas son una de las estrategias clave para reducir los impactos negativos en la producción agrícola del aumento de los fenómenos meteorológicos extremos con el cambio climático (Thennakoon, 2020).

Por lo tanto, es importante realizar un estudio de riesgo de inundaciones en el Municipio de Albán, Nariño para proteger a la población, sus bienes, actividades productivas y al medio ambiente. A través de este estudio se busca determinar cuáles son las zonas más vulnerables o de mayor riesgo a inundación, así como analizar las causas que provoca este fenómeno natural, para ello se desarrollan estrategias de prevención y respuesta ante emergencias. Este estudio se implementa debido a que el Municipio presenta una gran diversidad geográfica y climática, creando frecuentemente problemas de inundación en la población tanto en zonas urbanas como rurales, afectando significativamente la calidad de vida de los habitantes. La identificación de las zonas de riesgo permite tomar medidas preventivas para evacuar de forma segura y mitigar los daños causados a propiedades, cultivos y negocios, además ayuda a garantizar la salud pública de todas las personas y a proteger infraestructuras como viviendas, escuelas, hospitales y vías de comunicación, donde la planificación territorial permite zonificar áreas seguras para el desarrollo urbano y minimizar la construcción de edificaciones en áreas de alto riesgo. En la actualidad, el mundo se enfrenta a grandes amenazas como sequías, inundaciones, huracanes, eventos con consecuencias nefastas que han aumentado su frecuencia producto de los efectos del cambio climático, las constantes y elevadas emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera han provocado un aumento

de su temperatura media a nivel global, los diversos acontecimientos han traído consigo un desajuste en los niveles climáticos, generando así el aumento de eventos meteorológicos extremos (Vallarino, 2021); por consiguiente, el uso de los Sistemas de Información Geográfica juega un papel importante en la actualidad como sistema de apoyo para los procesos de toma de decisiones para planes de ordenación del territorio, prevención, mitigación y gestión de zonas vulnerables a desastres naturales (Vallarino, 2021), al permitir la recolección, organización, análisis y representación de datos geospaciales (Calderón, 2025), así como visualizar los datos geográficos de una zona como la topografía y el uso del suelo en donde se puede identificar y mapear zonas de riesgo. Esto se logra mediante el uso de datos históricos, topográficos y de precipitaciones donde se presentan áreas con mayor probabilidad de inundación, al integrar el análisis geoespacial parte de resolver problemas complejos orientados en la ubicación, explorar y entender sus datos desde una perspectiva geográfica, determinar relaciones, detectar y cuantificar patrones, evaluar tendencias (ESRI, 2025), los SIG permiten identificar los elementos que se encuentran en peligro o bajo amenaza y sus riesgos potenciales como infraestructuras o instalaciones críticas, asimismo las actividades económicas como la agricultura y ganadería. Estos análisis son fundamentales para desarrollar planes de respuesta y planes de resiliencia comunitaria que brinden información a los equipos de respuesta a emergencias y a los planificadores comunitarios para prepararse tanto a corto como a largo plazo, respectivamente (ESRI, 2025), y de esta manera efectuar diversas medidas de control para reducir el impacto de daños por inundación. En este contexto, en el presente estudio se aplica un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica SIG con el fin de obtener un mapa de riesgo de inundación del Municipio de Albán, Nariño para identificar y evaluar las zonas más críticas y propensas a este tipo de eventos.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar las zonas de riesgo de inundación en el Municipio de Albán, Nariño.

### **Objetivos específicos**

Procesar las capas temáticas conectadas con factores físicos, ambientales e hidrológicos del Municipio de Albán.

Reclasificar las ponderaciones a los factores seleccionados, de acuerdo con su impacto en la susceptibilidad a inundaciones.

Determinar las zonas riesgo de inundación a través de la herramienta *Weighted Overlay* para la planificación y la toma de decisiones efectivas en la gestión del territorio.

### **Identificación del caso de estudio**

El estudio se desarrolló en el Municipio de Albán, Nariño ubicado en el macizo colombiano, localizado en el nororiente del Departamento de Nariño, a 53 kms de distancia de la ciudad de San Juan de Pasto, cuya comunicación terrestre se hace por la vía alterna que parte de la carretera

Panamericana en el cruce de Daza (CMGDR, 2012), cuenta con una extensión de 38 km<sup>2</sup> con una población total estimada de 19.397 habitantes, con una población urbana de 6.475 habitantes y una población rural de 12.892 habitantes (DANE, 2010), su división político-administrativa está compuesta por su cabecera municipal San José, Albán la cual presenta 7 barrios como lo son San Carlos, Sur Albán, Bello Horizonte, Concentración del hierro, los Robles, el Centenario y los Guadales (CMGDR, 2012), y se compone de 18 veredas como Fátima, Buenavista, Las Palmas, Campobello, El salado, El Socorro, San Luis, El Carmelo, Chapiurco, San Bosco, Guarangal, El Cebadero, El Diviso, Betania, Tambo Alto, Tambo Bajo, Viña y Alto de las Estrellas.

Por otro lado, el Municipio de Albán se encuentra a una altitud de 1.935 m.s.n.m, su topografía es relevante puesto que presenta áreas montañosas con pendientes pronunciadas provocando que el agua de lluvia se desplace hacia las zonas más bajas. La red hídrica es densa y atraviesa el Municipio conllevando al aumento del caudal en los ríos y quebradas causando desbordamiento de los cauces y por consiguiente a las inundaciones, este está dividido por tres microcuencas como la microcuenca del Río Quiña formada por siete fuentes, ocupa un área de 2.359,52 hectáreas y representa el 61% de la extensión territorial, la subcuenca del Río Janacatú está conformada por la microcuenca de la Quebrada el Rosal, los escurrimientos directos de la Quebrada El Chorrillo y el Río Janacatú, ocupa un área de 1.514,22 hectáreas equivalente al 39% (Corponariño, 2012). Asimismo, el municipio manifiesta un clima templado y frío, temperatura moderada que varía de 10°C a 20°C, humedad relativa del 90%, con una precipitación anual de 1.740 mm donde particularmente presenta una alta pluviosidad en el mes de abril, siendo considerado uno de los meses más lluviosos de la región. Por tanto, se genera una alta cantidad de agua que excede la capacidad de los suelos para retenerla y absorberla, donde el incremento de agua genera inundaciones en la zona urbana por taponamiento de sumideros y mala canalización de aguas lluvias (Corponariño, 2012), como la zona urbana: Barrio Los Robles y Centenario I y II, zona rural: veredas Fátima, Buenavista, Las Palmas y El Socorro (Corponariño, 2012).

### **Metodología**

La evaluación del riesgo de inundación en el Municipio de Albán se realizó mediante un análisis multicriterio (AMC) en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando ArcGIS Pro. Este proceso integró diversos factores físicos, ambientales e hidrológicos que influyen en la aparición de este fenómeno. El procedimiento se organizó siguiendo las actividades correspondientes de la Fase 4 y la Fase 6 de forma secuencial, para asegurar una metodología coherente y sistemática.

### **Insumos geoespaciales**

Inicialmente, se recopilaron y prepararon los datos geoespaciales necesarios para el análisis, que incluían el Modelo de Elevación Digital (DEM), la capa de uso del suelo (Figura 6), la red hídrica compuesta por ríos y quebradas (Figura 2), el perímetro municipal (Figura 1) y la capa de precipitación correspondiente al periodo de mayor pluviosidad (Figura 3). Todos los archivos fueron verificados y ajustados a un mismo sistema de referencia espacial.

**Figura 1**

*Polígono del Municipio de Albán.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra con color rojo el polígono que representa el Municipio de Albán.

**Figura 2**

*Resultado de la capa de reclasificación de flujos de agua.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra los flujos de agua a través de líneas, como los ríos y quebradas que están presentes en el Municipio.

**Figura 3**

*Precipitación del mes de Abril del Municipio de Albán.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra las zonas del municipio que presentan una gran cantidad de agua en el mes de abril, en ella se emplea el color gris que indica una alta densidad de agua, a diferencia de las zonas que están en color negro, la cual no cuenta con una alta precipitación.

**Preparación y homogenización de datos**

Posterior, todos los insumos geoespaciales se sometieron a procesos de homogenización, en donde se realizó la unificación de todas las capas al sistema de referencia geoespacial (MAGNA-SIRGAS), verificación de la resolución espacial de los datos ráster, y el recorte de estos al límite del municipio para centrar el análisis en el área de estudio.

**Generación de variables**

A partir de los insumos se crearon variables que intervienen en el análisis multicriterio.

**Pendiente**

Por medio del DEM y con el uso de la herramienta *Slope*, se generó la capa de pendientes (Figura 4), que es fundamental para identificar zonas con poca inclinación donde el agua puede acumularse y/o desplazarse rápidamente.

**Figura 4**

*Pendientes del Municipio de Albán.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el desnivel que presenta el terreno del Municipio, donde representa las pendientes pronunciadas y zonas planas existentes en el lugar.

**Distancia de la red hídrica**

Mediante la utilización de la herramienta *Euclidean Distance* sobre la red de drenaje, permitió procesar las capas relacionadas con la distancia a los ríos (Figura 5).

**Figura 5**

*Distancia de ríos y quebradas*



Fuente: Autoría propia, 2025.

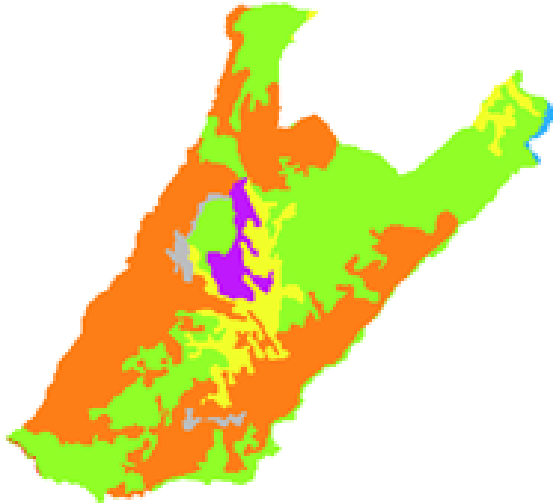
La imagen muestra con diferentes colores la distancia entre ríos y quebradas que se encuentran dentro del Municipio.

**Uso del suelo**

La capa original fue reclasificada según el tipo de uso de suelo presentes en el municipio (Figura 6), entre ellos se incluyen: áreas agrícolas, pastos, bosques, zonas urbanas, entre otros. Este proceso permitió identificar la relación con el uso del suelo, la capacidad de infiltración y la escorrentía superficial.

**Figura 6**

*Uso de suelo reclasificado según susceptibilidad.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la diferenciación del uso del suelo a través de distintos colores que contribuyen a conocer y diferenciar las zonas que necesitan mayor atención ante la emergencia de inundación.

**Figura 7**

*Resultado de las diferentes coberturas de tierra que presenta el Municipio.*

	OBJECTO	Value	Count	nivel_2
1	1	1	372	1.1 Zonas urbanizadas
2	2	2	19010	2.2 Cultivos permanentes...
3	3	3	2547	2.3 Pastos
4	4	4	18450	2.4 Áreas agrícolas tra...
5	5	5	146	3.1 Bosques
6	6	6	11164	3.2 Áreas con vegetaci...
7	7	7	50	5.1 Aguas continentales...

Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la tabla de atributos de las diferentes coberturas de tierra que hay en el Municipio de Albán.

**Precipitación**

Se utilizó el ráster correspondiente al mes de abril, puesto que presenta una mayor pluviosidad (Figura 3).

Este fue reclasificado para identificar cuáles son las zonas que registran una mayor acumulación de lluvia.

### **Figura 8**

*Precipitación del mes de abril con mayor pluviosidad en Albán.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la reclasificación de la capa de precipitación donde se observa las zonas con mayor acumulación de agua.

### **Reclasificación y ponderación**

Cada una de estas variables fue reclasificada según rangos de susceptibilidad, asignando valores acordes con su influencia en el fenómeno. Este proceso permitió transformar los datos originales en insumos comparables entre sí. Posteriormente, se asignaron ponderaciones a cada factor, estableciendo su importancia relativa dentro del modelo multicriterio. Dichos pesos se definieron con base en criterios hidrológicos y en los lineamientos establecidos en las fases anteriores.

### **Integración multicriterio**

#### **Selección y preparación de variables**

Se definieron factores ambientales, hidrológicos y topográficos relevantes para la evaluación de riesgo de inundación, siguiendo criterios previamente definidos.

Las capas fueron reclasificadas en función de su influencia relativa sobre la susceptibilidad a inundaciones.

#### **Clasificación y análisis de resultados**

El mapa resultante se categorizó en cinco niveles de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Posteriormente, se exportó y analizó para identificar las zonas más vulnerables del municipio, constituyéndose en un insumo clave para la planificación territorial y la gestión del riesgo.

Una vez que las capas fueron reclasificadas y ponderadas, se llevó a cabo la integración multicriterio con la herramienta *Weighted Overlay* en ArcGIS Pro. Este procedimiento combinó

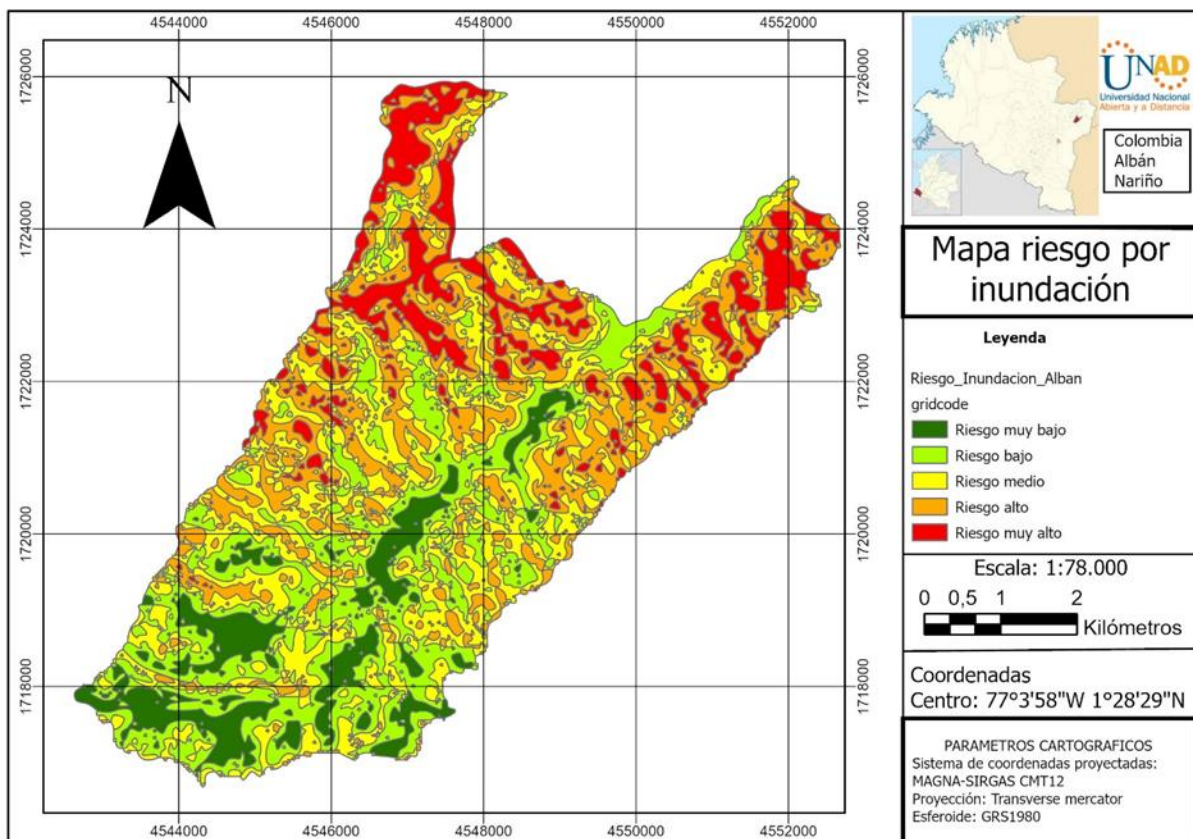
todos los factores en un único modelo espacial, generando un mapa continuo que muestra la susceptibilidad a inundaciones (ESRI, 2024).

**Resultados**

El resultado final se clasificó en cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Al final, el mapa de riesgo por inundación (Figura 9), se exportó y se analizó para identificar las zonas más vulnerables del Municipio. Este producto es clave para interpretar las áreas críticas y para la toma de decisiones en la planificación territorial y la gestión del riesgo.

**Figura 9**

*Mapa de riesgo por inundación obtenido mediante análisis multicriterio.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el diseño del mapa de riesgo por inundación generado en el Municipio de Albán, Nariño con los diferentes niveles de riesgo mediante colores representativos como el verde oscuro, verde claro, amarillo, naranja y rojo.

**Análisis de los resultados**

De acuerdo con el resultado, este indica que el Municipio de Albán presenta un área de 10.70 km<sup>2</sup> (Tabla 1) equivalente al 28% (Figura 9), que se encuentra bajo amenaza al tener un nivel de riesgo

muy alto, seguido de 9.54 km<sup>2</sup> (Tabla 1) con un 25% (Figura 9) que manifiesta un riesgo alto; estas áreas de color rojo y anaranjado se localizan en el sector norte del municipio, zona oriental y corredores por donde circulan corrientes fuertes y zonas bajas. Estas zonas comprenden las veredas de Chapiurco, el Diviso, el Salado, Campobello, Betania, Fátima, el Carmelo, Guarangal y parte de San José, debido a la presencia de cuencas y microcuencas que atraviesan estos sectores, causando una alta concentración de agua y problemáticas notables dentro del municipio cuando el exceso de lluvia supera la capacidad de absorción del suelo y los sistemas de drenaje, conllevando a desbordamientos de ríos, movimientos en masa y posteriormente, inundaciones.

Por otro lado, parte del municipio se ubica en un riesgo medio con un área de 9.05 km<sup>2</sup> (Tabla 1) equivalente al 24% (Figura 9), estas áreas son de color amarillo, los cuales ocupan una parte del centro y del sur del municipio, en donde se conocen como áreas de transición. El riesgo bajo con 4.70 km<sup>2</sup> (Tabla 1) que representa el 13% (Figura 9), y el riesgo muy bajo abarca 3.71 km<sup>2</sup> (Tabla 1) y representa el 10% (Figura 9), estas áreas presentan terrenos con pendientes menores y poco pronunciadas, son identificadas con color verde claro y oscuro, se encuentran en la zona del sur occidente del municipio y asimismo contienen un mejor drenaje natural. Estas zonas comprenden las veredas de Alto de las estrellas, la primavera, Buenavista, San Luis, el Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Alto, Tambo Bajo y Viña, que, aunque están bajo estos niveles, pueden enfrentar un frecuente peligro, por tanto, las medidas preventivas son dirigidas para la mayoría de la población, debido a que, aunque el riesgo sea medio o bajo, este fenómeno puede ocurrir y causar impactos negativos y significativos en la salud, la economía, seguridad, entre otras.

**Tabla 1**

*Cálculo de área por nivel de riesgo.*

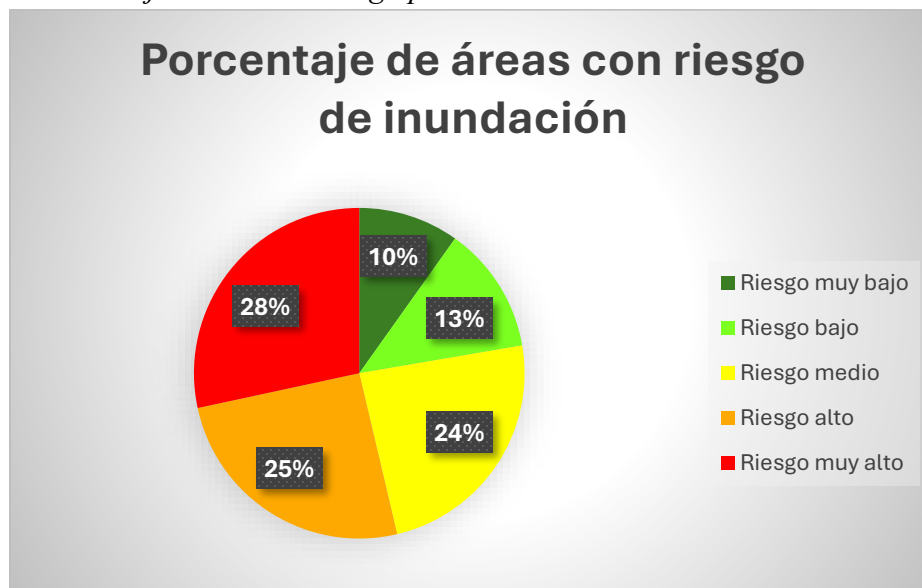
Clase de riesgo	Área (km <sup>2</sup> )
Riesgo muy bajo	3.71
Riesgo bajo	4.70
Riesgo medio	9.05
Riesgo alto	9.54
Riesgo muy alto	10.70

Fuente: Autoría propia, 2025.

La tabla muestra el resultado de las áreas en km<sup>2</sup> de cada clase de riesgo en el Municipio de Albán, Nariño.

**Figura 10**

*Gráfico circular: Porcentaje de área de riesgo por inundación*



Fuente: Autoría propia, 2025

La imagen muestra los porcentajes respectivos a cada clase de riesgo generada para el Municipio de Albán, Nariño.

**Relaciones existentes con antecedentes históricos**

En el Departamento de Nariño, específicamente en Albán, se han reportado eventos asociados a desbordamientos de quebradas, especialmente en temporadas de lluvia intensa. Los sectores más afectados se localizan en lugares que se clasifican como áreas de alto y muy alto riesgo en el mapa, esto respalda la validez del análisis espacial realizado. Recientemente, se presenta y se han reportado afectaciones a vías, algunas pérdidas en cultivos cítricos y erosión de márgenes de quebradas.

**Impacto principal de riesgo para inundación****Daños tangibles de impacto directo**

Las comunidades rurales son afectadas por los daños ocasionados a las viviendas y edificaciones que se encuentran ubicadas en zonas de riesgo alto. Asimismo, estas podrían experimentar daños y afectación de cultivos agropecuarios y su cosecha, que están ubicados en zonas bajas con cultivos como cítricos, café, verduras y ganado, son vulnerables a inundaciones súbitas. Incluso las vías terciarias podrían presentar erosión, pérdida de banca o taponamientos, sistemas de alcantarillado y drenaje rural pueden colapsar por saturación, conllevando a destruir infraestructuras como carreteras, servicios públicos domiciliarios y otros sectores si tienen infraestructura expuesta como colegios, cárceles, juzgados, estatuas, etc., (UNGRD, 2022), además de la interrupción del negocio dentro del área inundada, costos de limpieza, la pérdida de documentos del archivo público o de las personas y pérdidas económicas en todos los sectores (UNGRD, 2022).

**Daños tangibles de impacto indirecto**

Dentro de la comunidad, se puede presentar una interrupción de los servicios públicos fuera de la zona inundada, pérdidas de producción inducidas a empresas fuera del área inundada (por ejemplo, proveedores de empresas afectadas), y costo de la interrupción del tráfico (UNGRD, 2022).

**Daños intangibles de impacto directo**

La población se ve afectada significativamente por la pérdida de vidas o lesiones, así como la reducción de ingresos, pocas y bajas ganancias debido a la imposibilidad de utilizar las carreteras para transportar o vender productos de la población en general. Además, las pérdidas que se generan en cada hogar al no contar con energía, agua u otros servicios necesarios que se dejan de prestar por no contar con infraestructura adecuada, asimismo la educación es afectada por los daños de escuelas y colegios, las afectaciones por los retrasos de procesos judiciales por infraestructura afectada de juzgados o pérdida de documentos y los efectos negativos sobre hábitats / ecosistemas (UNGRD, 2022). Por tanto, las quebradas que pueden experimentar alteraciones en sedimentos y en la vegetación ribereña, muestras que las zonas húmedas naturales pueden expandirse temporalmente, modificando los hábitats naturales y el medio ambiente.

**Daños intangibles de impacto indirecto**

Estos diversos problemas que causa una inundación pueden generar en la comunidad: angustia psicológica, daño al patrimonio cultural y pérdida de confianza en las autoridades (UNGRD, 2022).

**Conclusiones**

El análisis espacial evidenció que el riesgo de inundación en Albán presenta una distribución heterogénea, con una marcada concentración de niveles alto y muy alto en el sector norte y oriental del municipio, especialmente en las veredas Chapiurco, El Diviso, El Salado, Campobello, Betania, Fátima, El Carmelo y Guarangal, así como en parte de la cabecera municipal de San José. Estas áreas coinciden con áreas de acumulación de escorrentía, cercanía a ríos o cauces, suelos con limitada infiltración pendientes moderadas, de esta manera, aumenta la susceptibilidad ante eventos de lluvias intensas. No obstante, el riesgo bajo y muy bajo se localiza principalmente hacia el suroccidente, donde predominan pendientes más pronunciadas y mejores condiciones naturales de drenaje. Esta distribución confirma que el riesgo no es homogéneo y se relaciona directamente con las características topográficas e hidrológicas del territorio.

Teniendo en cuenta la información de nuestra temática mediante los Sistemas de Información Geográfica y la aplicación del análisis multicriterio, han demostrado ser herramientas idóneas para evaluar el riesgo de inundación en el municipio. El uso de la herramienta “ArcGIS Pro” permitió combinar variables clave como pendiente, proximidad a la red hídrica, uso de suelo y precipitación, son factores muy importantes para determinar cualquier fenómeno. No obstante, esta metodología facilitó la generación de un mapa sintético de riesgo con alta claridad visual y analítica, permitiendo identificar patrones espaciales que difícilmente podrían detectarse con métodos

tradicionales. Además, el enfoque es replicable y flexible, al convertirse en una alternativa adecuada para territorios rurales con limitaciones de información o recursos técnicos.

Los resultados obtenidos tienen implicaciones directas para la planificación territorial del municipio. La identificación de más del 50% del área moderada en categorías de riesgo alto y muy alto se evidencia la necesidad de incorporar el riesgo de inundación en los instrumentos de ordenamiento territorial, controlando la expansión urbana en zonas críticas y orientando la ubicación de nuevas infraestructuras en áreas más seguras. Asimismo, el mapa de riesgo contribuye como un insumo importante para priorizar acciones de mitigación, tales como el mejoramiento del drenaje, la protección de fuentes hídricas, la intervención en microcuencas y el fortalecimiento de la gestión comunitaria del riesgo. Sin embargo, estos hallazgos son relevantes porque contribuyen a reducir la exposición de la población en zonas altamente peligrosas y las pérdidas materiales que se pueden generar, esto permite avanzar hacia un territorio más seguro y resiliente frente a futuras inundaciones.

### **Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo de análisis multicriterio, generado a través de un mapa de riesgo por inundación en el Municipio de Albán, Nariño, es fundamental emplear medidas preventivas y de emergencia. Además, es importante que las entidades locales y gubernamentales ejerzan y adopten acciones efectivas para prevenir y sobrellevar la problemática si sucede en la región. Entre las diferentes medidas se pueden emplear:

#### **Medidas de prospectivas**

Planificación y ordenamiento territorial con enfoque en riesgo: Implementar una zonificación ambiental para restringir la expansión de actividades productivas y de desarrollo tanto urbano como rural en áreas de alto riesgo, como las veredas de Chapiurco, el Diviso, el Salado, Campobello, Betania, Fátima, el Carmelo, Guarangal y parte de San José, que son propensos a una inundación. A partir del mapa de riesgo, se deben identificar las viviendas y equipamientos estratégicos como: escuelas, puestos de salud y principales vías de acceso que están ubicados en zonas de muy alto riesgo y de esta manera, formular programas graduales de reubicación o reforzamiento según la factibilidad social y económica.

Mantenimiento y optimización de los sistemas de drenaje: Reforzar la infraestructura de drenaje en sectores vulnerables e implementar un mantenimiento y optimización periódica de la infraestructura de drenaje como la limpieza regular de sumideros y la revisión y mejora de los sistemas de canalización existentes para asegurar su correcta funcionalidad (UNGRD, 2022). Esta acción debe contar con la participación comunitaria y seguimiento municipal, especialmente antes y durante los meses de mayor precipitación, además de incorporar criterios de construcción sismo-resistente y adaptada a inundaciones (cotas elevadas, materiales resistentes al agua, patios de drenaje) en las nuevas edificaciones.

Clasificación del uso del suelo en otras actividades: Establecer sistemas agropecuarios resilientes, promoviendo cultivos menos sensibles a excesos de humedad para salvaguardar la seguridad alimentaria en la región y restaurar franjas de vegetación ribereña para mejorar la retención de suelos y la regulación hídrica.

Campañas de concientización: Fortalecer los planes comunitarios de gestión del riesgo mediante capacitaciones sobre el riesgo de inundaciones, medidas preventivas y de emergencia, así como protocolos de respuesta ante este fenómeno.

Sistema de alertas tempranas: Implementar sistemas de monitoreo para conocer los niveles de agua en los ríos o quebradas, que permitan alertar con anticipación a toda la población para tomar medidas preventivas. Estos sensores recopilan información en tiempo real y garantiza la acción inmediata ante probable inundación.

### **Medidas correctivas**

La reducción del riesgo por inundación se ve favorecida por la implementación de obras como:

Diseño y priorización de bordos, muros de contención y dragados de cauces: La ejecución de estas obras en los tramos donde el modelo y los antecedentes históricos muestran mayor reincidencia de desbordamientos, evita intervenciones aisladas sin análisis hidrológicos previo.

Soluciones basadas en la naturaleza: Evaluar la viabilidad de humedales artificiales y zonas de inundación controlada, que permitan disociar o disipar energía y almacenar temperamentalmente agua.

## Referencias bibliográficas

- Calderón, C. J. D., Suarez, S. S. S., & Bolaños, C. L. F. (2025). *Evaluación del riesgo de inundación mediante SIG en Pitalito, Huila (Colombia): un enfoque basado en factores naturales y ambientales*. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/72726/1/lfbolanosc.pdf>
- CMGRD. (2012). *Municipio de "Albán"*. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de desastres. Repositorio gestión del riesgo. [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/18569/Alb%C3%A1n\\_Nari%C3%B1o\\_PMGRD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/18569/Alb%C3%A1n_Nari%C3%B1o_PMGRD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Corponariño. (2012). *Mapa de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa Municipio de Albán. Escala 1:25.000 Departamento de Nariño*. Corporación Autónoma Regional de Nariño. [https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2024/09/Memorias-Mapa-de-susceptibilidad-a-procesos-de-remocion-en-masa\\_MAlban\\_2012.pdf](https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2024/09/Memorias-Mapa-de-susceptibilidad-a-procesos-de-remocion-en-masa_MAlban_2012.pdf)
- DANE. (2010). *Boletín censo general 2005*. [https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/52019T7T000.PDF](https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/52019T7T000.PDF)
- Environmental Protection Agency EPA. (2016). *Indicadores del cambio climático: inundaciones fluviales*. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-river-flooding#:~:text=As%20warmer%20temperatures%20cause%20more,see%20the%20Heavy%20Precipitation%20indicator>
- ESRI. (2025). *Analizar el impacto de las inundaciones*. ESRI documentation. <https://doc.arcgis.com/en/3d/workflows/analysis/analyze-flood-impact.htm#:~:text=ArcGIS%20ofrece%20varios%20flujos%20de,visualizar%20el%20resultado%20en%203D>
- Thennakoon J, Findlay C, Huang J, Wang J (2020) *Adaptación de la gestión a las inundaciones en la provincia de Guangdong, China: ¿Importan los derechos de propiedad?* World Dev 127:104767. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.worlddev.2019.104767>
- UNGRD. (2022). *Riesgo por inundaciones (Caracterización general)*. Repositorio Gestión del Riesgo. [http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20inundaciones.pdf?sequence=5&isAllowed=y#:~:text=Tabla%202:%20Tipos%20de%20da%C3%B1o,inundaciones%20\(UNGRD%2C%202021\).&text=Da%C3%B1os%20a%20viviendas%20y%20edificaciones,en%20tr%C3%A1mite%20para%20recuperar%20documentos.&text=Clasificaci%C3%B3n%20del%20uso%20del%20suelo,pero%20no%20de%20expansi%C3%B3n%20urbana](http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20inundaciones.pdf?sequence=5&isAllowed=y#:~:text=Tabla%202:%20Tipos%20de%20da%C3%B1o,inundaciones%20(UNGRD%2C%202021).&text=Da%C3%B1os%20a%20viviendas%20y%20edificaciones,en%20tr%C3%A1mite%20para%20recuperar%20documentos.&text=Clasificaci%C3%B3n%20del%20uso%20del%20suelo,pero%20no%20de%20expansi%C3%B3n%20urbana)
- Vallarino, A. (2021). *Los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para la prevención de desastres*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://blogs.upm.es/puma/2021/12/13/los-sistemas-de-informacion-geografica-como-herramienta-para-la-prevencion-de-desastres/>

**Enlace de sustentación:** <https://youtu.be/zBklCWuFhj0>