

Identificación de zonas vulnerables de alto riesgo de inundación en el municipio de San José de Albán, departamento de Nariño, Colombia.

Esteban Andrés Delgado Ordoñez eadelgadoo@unadvirtual.edu.co

Juan Alberto Bedoya Grisales jabledoyagr@unadvirtual.edu.co

Juan Sebastián Ochoa Ordoñez jsochoao@unadvirtual.edu.co

Lesly Alejandra Narvárez Canchala lanarvaezc@unadvirtual.edu.co

María Cristina Henao Pruanos mchenaop@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

El presente artículo tiene como finalidad determinar cuáles son las zonas con mayor y menor riesgo de inundación dentro del municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G), debido a que las inundaciones son el desastre natural más peligroso y repetitivo para esta región, ya que han provocado graves daños a las comunidades, infraestructuras, sector agropecuario y los ecosistemas, entre otros. Para ello, se realizará una recopilación y combinación de datos de la zona objeto de estudio, mediante el método de análisis de superposición ponderada (A.S.P) dentro del software ArcGIS Pro, generando así una especie de representación gráfica clara y puntual, la cual luego se analizará y comparará de una forma detallada para poder determinar o conocer las zonas más vulnerables en dicha región. Además, se evaluarán las posibles causas que produce esta problemática, y a partir de allí, con la información brindada tomar diferentes medidas preventivas que ayuden a mitigar o evitar los riesgos de inundación en el municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia.

Palabras clave: Daños, desastre, estudios, geografía, mitigar.

Introducción

San José de Albán, Nariño, Colombia, ha sido un municipio que se ha caracterizado por tener una diversidad geográfica y climática, debido a eso ha tenido que enfrentar de manera frecuente varios problemas por inundación, los cuales han afectado tanto a las zonas urbanas como las zonas rurales. Pues de acuerdo con la (UNGRD, 2020) Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, desde el año 1914 hasta el año 2020 se han registrado 20.085 eventos de inundación dentro del país colombiano, de estos 1.052 ocurrieron en el departamento de Nariño y 45 en el municipio de San José de Albán, los cuales han crecido fuertemente en la actualidad por causa de las intensas lluvias, las deforestaciones, la mala estructuración de los drenajes y la urbanización desorganizada, actividades que alteran las crecientes, los desbordamientos de los distintos ríos y con ello las inundaciones. “Una Zona Potencialmente Inundable (Z.P.I), es aquel terreno o lugar dentro del espacio en el que se pueden almacenar láminas de agua y provocar desbordamientos” (IDEAM, 2018). En el municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, según un estudio realizado por el (CMGRD, 2012. p.5) Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, se pudo identificar que existen 1.532 km² en condiciones favorables a la inundación, dando a entender que el 42% del área de esta región presenta o cuenta con esta dificultad. Por tal razón, el gobierno municipal, en compañía de distintas entidades se han visto obligados a implementar una serie de medidas para tratar de prevenir estos problemas al interior del municipio, entre ellas; la adecuación de sistemas de alertas tempranas y el uso de nuevas tecnologías, la introducción de los planes de ordenamiento territorial, labores de reforestación y conservación de las cuencas hidrográficas, pero también la construcción y el mantenimiento de infraestructuras, todo esto con la idea de poder reducir pérdidas humanas y materiales (UNGRD, 2021).

La inundación es uno de los fenómenos naturales con mayor peligro para los habitantes del municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, de acuerdo con la (CMGRD, 2012. p. 8) más de 250 familias han sido damnificadas por este siniestro, pertenecientes al sector urbano de los Robles, Centenario I y II, donde hay taponamientos de sumideros y una mala canalización de las aguas lluvias, del mismo modo en el sector rural del Socorro, Salado, Famatina, San Bosco, Buenavista, Viña, Cebadero, Carmelo, Tambo alto, Tambo bajo y una pequeña parte de Campobello, lugares que sufren desbordamientos repetitivos durante los periodos de lluvia por su cercanía a las quebradas. También se sabe que 5 personas han fallecido en veredas del Salado, Fátima y Viña. De igual manera que más de 23 familias han perdido su vivienda y han tenido que ser desplazadas de forma inmediata, dentro de los lugares ya mencionados. Razón por la cual, en este artículo se pretende analizar los niveles de riesgo por inundación que presenta el municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, utilizando los sistemas de Información Geográfica (S.I.G). Para ello, se recopilaron datos dentro de la zona objeto de estudio, y se efectuará un análisis multicriterio, aplicando el método de análisis de superposición ponderada (A.S.P) dentro del Software ArcGIS Pro, generando así un mapa de riesgo, importante para poder conocer las áreas que presentan más vulnerabilidad ante la inundación. Además, se evaluarán las posibles causas que están generando estos desastres y los impactos de riesgo que presentan para las comunidades, las infraestructuras, el sector agropecuario y los ecosistemas naturales.

Objetivos

Objetivo general

Identificar las zonas vulnerables de alto riesgo de inundación en el municipio de San José de Albán, departamento de Nariño, Colombia.

Objetivos específicos

Elaborar un producto cartográfico del municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, con la ayuda del método de análisis de superposición ponderada (A.S.P) y el software ArcGIS Pro.

Analizar los resultados obtenidos en un informe, detallando las zonas de mayor y menor riesgo de inundación y el impacto hacia el municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia.

Determinar las zonas más vulnerables al riesgo de inundación en el municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia, mediante los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G).

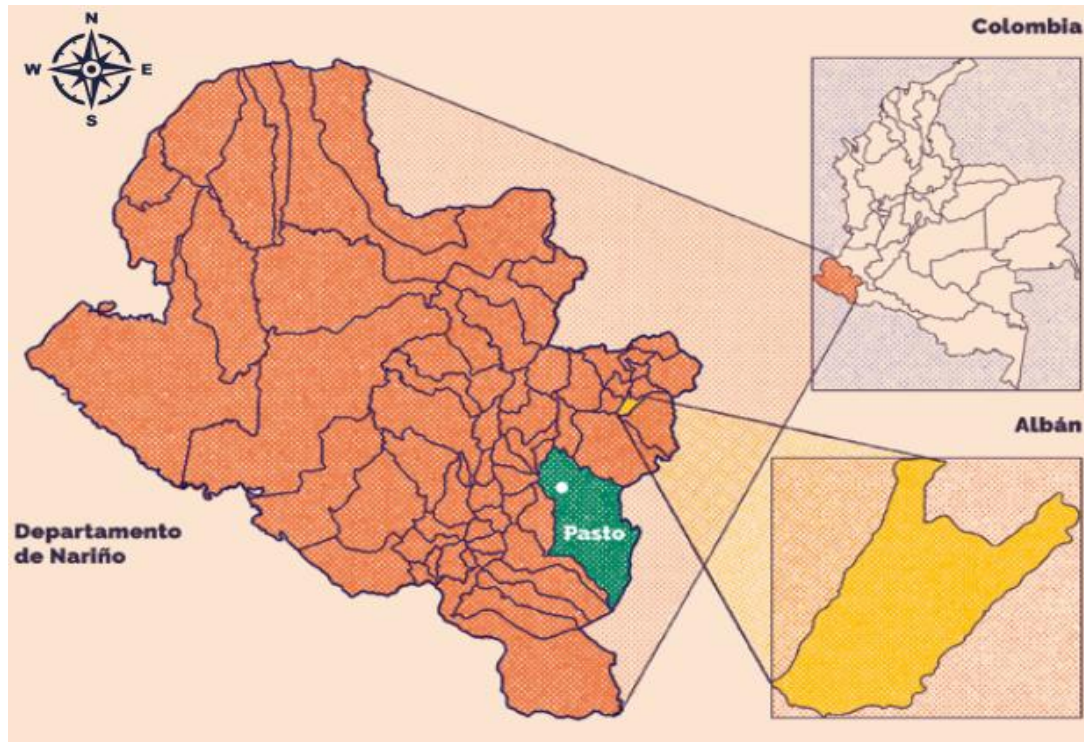
Identificación del caso de estudio

El presente estudio fue realizado dentro del municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia. Un municipio que se encuentra situado a 68 km al noreste de la ciudad de San Juan de Pasto, a una altura de 1.935 metros sobre el nivel del mar. Sabemos que es un municipio que está compuesto por 18 veredas y 11 barrios, además que posee clima templado, un área de 83 km², topografía montañosa, y una cantidad de 22.367 habitantes, siendo la agricultura la base de la economía y el producto del café la principal fuente de ingresos (Lozano, 2023. p. 10). Por otro lado, miramos que se encuentra al pie del volcán doña Juana y recubierto por distintas quebradas (Janacatú, San Bernardo, Quiña, Canapí, Rinconada, Peña Blanca), (Benavides, 2014. p. 23). Pero aparte de eso presenta una cantidad de 920 horas sol/año, temperatura promedio de 17 a 24°C, humedad relativa del 75%, y precipitación anual de 1.740 mm, teniendo al mes de abril con el mayor registro, alcanzando un total del 76% de la lluvia caída en la región. (Martínez, 2023)

Los efectos de inundación se han manifestado de una manera significativa en varios sectores, abarcando zonas medias y bajas del municipio de San José de Albán, Nariño, específicamente en veredas, como; Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y parte de Campobello, pero también algunos barrios, entre ellos; Los Robles, Centenario I y II. Así mismo, se destacan diversas áreas de transición las cuales se encuentran en un nivel medio, y por lo tanto pueden presentar un riesgo moderado de inundación gracias a su posición geográfica, destacando los barrios (San Carlos, Sur Albán, Los Guadales, Bello Horizonte) y ciertas veredas (La Primavera, Alto de las estrellas). (CMGRD, 2012. p. 8)

Además, en el municipio de San José de Albán, Nariño, hay zonas que presentan altitudes elevadas y bastante cobertura vegetal, lo que las hace menos propensas o vulnerables a los problemas por inundación, entre estas se distinguen las veredas, como; El diviso, Chapiurco, Betania, Guarangal y la parte alta de Campobello. Por ello, la importancia de conservar estas zonas para mantener su estabilidad. (CMGRD, 2012. p. 9)

Figura 1. *Ubicación geográfica del municipio de San José de Albán, Nariño, Colombia.*



Nota: De Ubicación [fotografía], por Nieto, K, 2021, Centro Nacional de memorias históricas.

Metodología

Para poder determinar cuáles son las zonas más vulnerables al riesgo de inundación, dentro del municipio de San José de Albán (Nariño), se efectuó un análisis multicriterio, ya que esta herramienta tiene la posibilidad de combinar variables tanto geográficas como hidrológicas, y de esta forma proporcionar luego los distintos niveles de riesgo de inundación dentro de una determinada área (Castaño y Osorio, 2024. p. 17). Para ello, dentro del software ArcGis Pro, se realizó una serie de procedimientos que se mencionan a continuación, y aparte de eso se configuró el método de análisis de superposición ponderada (A.S.P), ya que este es el encargado de permitir la combinación de las distintas capas que contienen los criterios o factores con cierta influencia en el riesgo de inundación dentro del municipio de San José de Albán.

Inicialmente, se debe abrir el programa ArcGIS Pro y crear un nuevo proyecto configurando el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS CMT 12. Luego, se hace una selección del municipio de estudio, con la idea de poder identificar los niveles de riesgo por inundación que estos pueden presentar. Posteriormente, se hace una breve consulta de algunos factores (pendientes, modelo digital DEM, coberturas de tierra, precipitaciones y los sistemas de drenajes) y se descargan como archivos en formato shapefile. Seguidamente, debemos cargar los distintos archivos al nuevo proyecto, para a partir de allí poder aplicar una serie de procedimientos que permitan corregir una serie de errores geométricos que estos contienen, de esta manera reprojectar a un sistema en común y estandarizarlos.

Figura 2. Resultado del cargue de capas al nuevo proyecto en ArcGIS Pro.

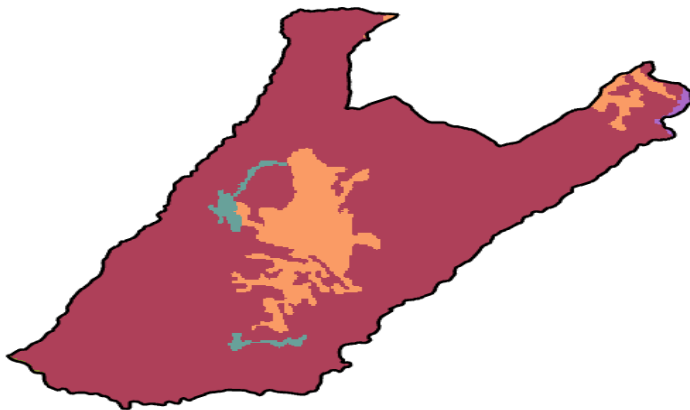


Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el cargue de la capa de cobertura de tierra, modelo de elevación digital DEM, el ráster de pendientes del municipio de San José de Albán, Nariño, al nuevo proyecto de mapa en ArcGIS Pro.

Después de haber cargado las distintas capas, es necesario reclasificarlas, para ello se debe utilizar la herramienta reclassify, y de esta manera poder transformarlas a una escala en común.

Figura 3. Resultado del proceso de reclasificación de los datos del municipio.

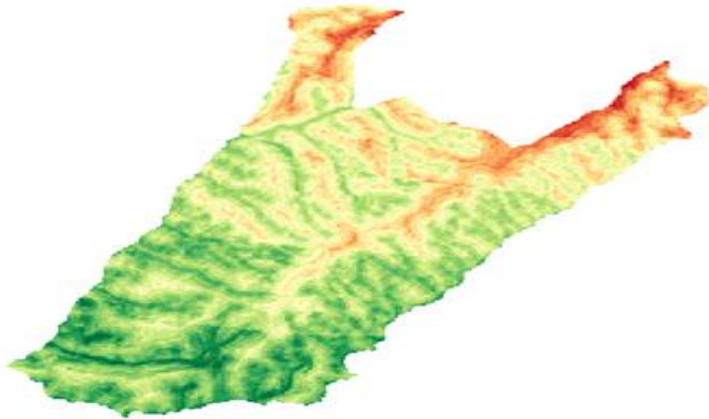


Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra los procesos de reclasificación de los ráster de pendientes, precipitación, modelo digital DEM, acumulación de flujo, distancias y de coberturas de tierras en el municipio de San José de Albán, Nariño.

En seguida, se recomienda aplicar la suma ponderada con la idea de combinar todas las capas reclasificadas anteriormente, y también para brindar un peso significativo a cada criterio, el cual tiene mucha importancia dentro del modelo de riesgo por inundación.

Figura 4. *Resultado del proceso de ponderación.*

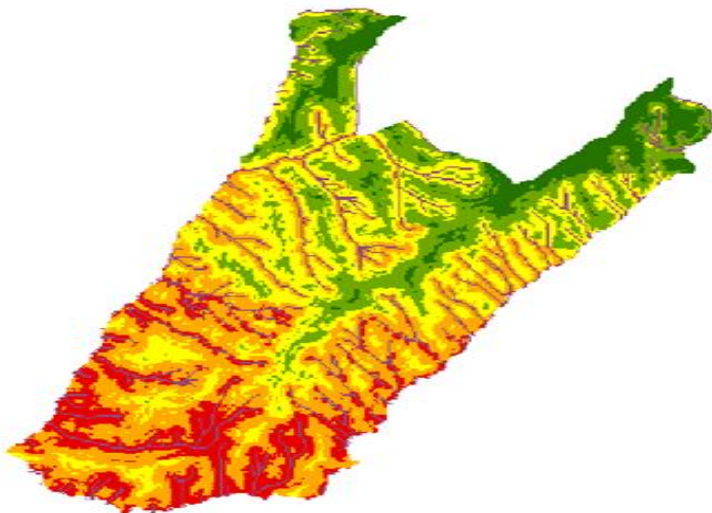


Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la ponderación aplicada para poder combinar los distintos tipos de capas que se han trabajado dentro del municipio de San José de Albán, Nariño.

Es importante volver hacer uso de la herramienta reclassify, para reclasificar el resultado de la ponderación en 5 clases y así mismo configurar su simbología para mejorar su visualización.

Figura 5. *Resultado de la reclasificación y del ajuste de simbología de la ponderación.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la reclasificación y el respectivo ajuste de simbología para la ponderación del municipio de San José de Albán, Nariño.

Ahora, se debe convertir la capa ráster obtenida anteriormente en una capa vectorial, pues este proceso se aplica para poder tener una delimitación precisa de las zonas generadas anteriormente en la reclasificación. De esta manera también se realiza la debida suavización del polígono, pues esto mejorará la calidad de los ángulos y con ello la cartografía de la imagen.

Figura 6. Resultado del proceso de conversión de ráster a vectorial y la suavización del polígono.



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la capa vectorial suavizada, dentro del municipio de San José de Albán, Nariño.

Además, es importante efectuar la disolución de los datos, para ello localizamos la herramienta dissolve, con la idea de simplificar la información presente dentro de la tabla de atributos, ya que esto permitirá luego facilitar el respectivo análisis. Así mismo, la clasificación de las clases de riesgo y determinación del área, donde tenemos que crear dos campos y en el primero asignar los valores cualitativos según el nivel de riesgo por inundación, muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Pero en el otro determinar la geometría, para saber la dimensión en hectáreas que contiene cada nivel.

Figura 7. Resultado del proceso de disolución de los datos y del cálculo del área y la reclasificación de riesgo por inundación.

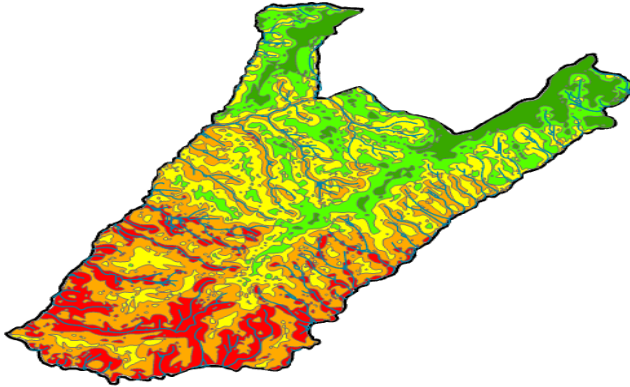
OBJECTID *	Shape *	gridcode	Shape_Length	Shape_Area	Área_ha	Class_riesgo
1	Polígono	1	54963.991413	2949143.355179	294.91	Riesgo muy bajo
2	Polígono	2	161404.416891	6852422.119898	685.24	Riesgo bajo
3	Polígono	3	253691.617304	10258086.865356	1025.81	Riesgo medio
4	Polígono	4	247812.416703	11732555.668819	1173.26	Riesgo alto
5	Polígono	5	113497.274425	5884819.920209	588.48	Riesgo muy alto

Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra la tabla de atributos simplificada y clasificada por niveles, además con la extensión con la que cuentan, en el municipio de San José de Albán, Nariño.

Por último, se realiza una configuración de la simbología respetando un color diferente para cada nivel de riesgo, importante para poder tener una mejor comprensión y comunicación de los resultados generados dentro del municipio estudiado, en este caso de San José de Albán, Nariño.

Figura 8. Ajuste de la simbología.

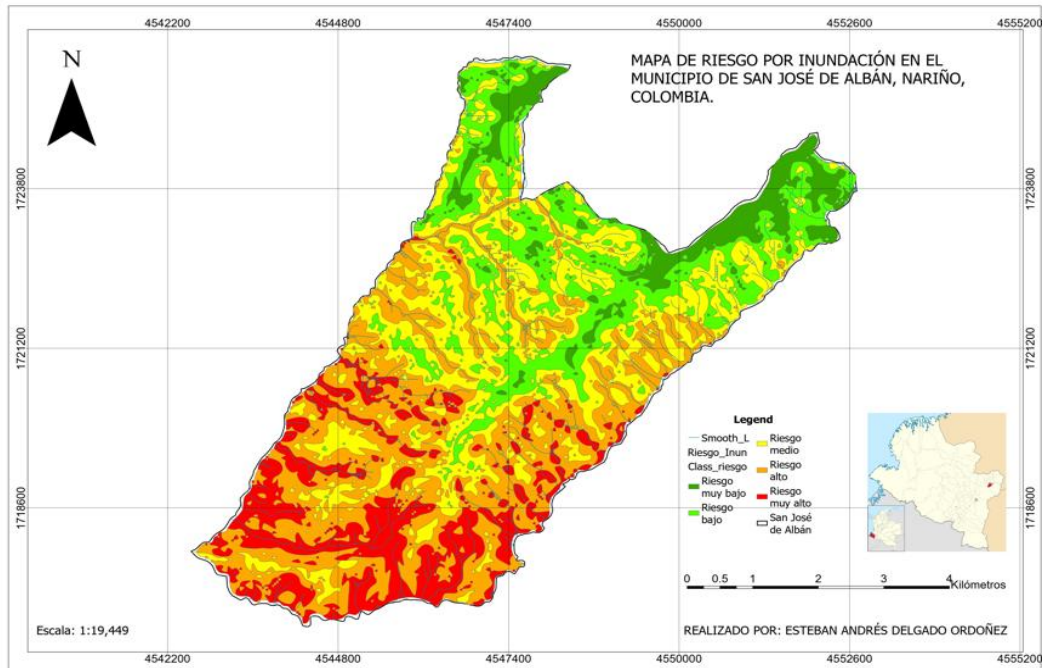


Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el respectivo ajuste de simbología para la capa vectorial obtenida, en el municipio de San José de Albán, Nariño.

Resultados

Figura 9. Diseño del mapa de riesgo por inundación.



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el mapa de riesgo por inundación, generado dentro del municipio de San José de Albán, Nariño. Donde podemos evidenciar la distinta gama de colores clasificando el riesgo presente, el color verde oscuro hace referencia a riesgo muy bajo, el color verde claro hace alusión a riesgo bajo, el color amarillo riesgo medio, el color naranja hace referencia a riesgo alto y el color rojo significa riesgo muy alto.

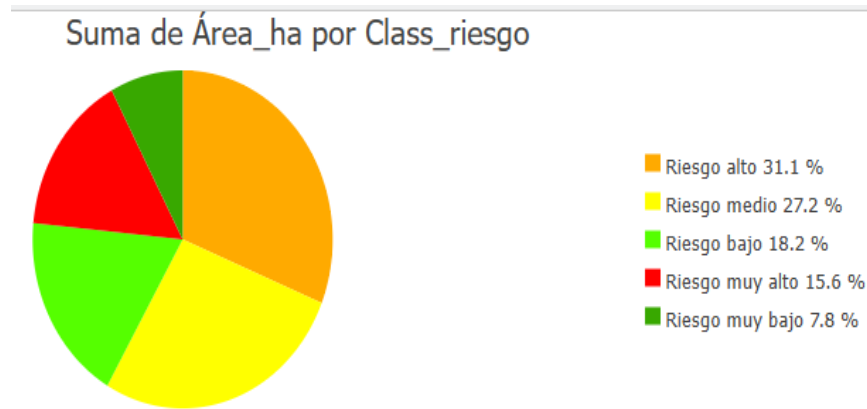
De acuerdo con los resultados generados, notamos que la mayor parte del municipio de San José de Albán, Nariño, corre un riesgo bastante alto de presentar problemas por inundación, pues 588,48 hectáreas (Tabla 1) de este lugar registran un riesgo muy alto, lo que corresponde al 15,6% (figura 10) del área total, además de eso 1.173,26 hectáreas (Tabla 1) están dentro de un riesgo alto, equivaliendo a un total de 31,1% (Figura 10) del área del municipio. Estas zonas se encuentran en la parte media y baja de Albán, en veredas (Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y parte de Campobello), debido a la alta concentración de quebradas y riachuelos que circulan dentro de estos sectores, lo que altera los problemas de inundación en especial dentro de las épocas con presencia de lluvias fuertes y frecuentes, ya que eso hace que aumente su cauce, provocando así múltiples desbordamientos (Corponariño, 2022. p. 3). Además, porque en los últimos años los agricultores en estas áreas han excedido la frontera agrícola, por causa de los altos precios del café dentro del mercado, lo que ha conllevado a realizar múltiples deforestaciones para desarrollar estas producciones, esto también altera los problemas de inundación, porque al talar árboles y remover la vegetación el agua no se absorbe igual y suele fluir de manera más rápido, ocasionando así distintos desbordamientos (Martínez, 2019. p. 1). Pero también, porque en estos sectores están las zonas rurales más pobladas, en las cuales se han construido pocos sistemas de alcantarillado, y los que se encuentran presentes no se les realizan labores de mantenimiento, esto genera acumulación y obstaculización del agua, produciendo encharcamientos y con ello inundaciones de estos terrenos (CMGRD, 2012. p. 8). Razón por la cual, se recomienda a las entidades locales y nacionales actuar de manera rápida y eficiente, porque esto puede traer impactos negativos; entre ellos la pérdida de seres humanos, desplazamientos de personas, efectos en la salud e interrupción de los servicios públicos, de igual manera la destrucción de caminos, carreteras, viviendas y lugares públicos, por otro lado, daños en los cultivos y muerte de los animales, de igual manera, pueden alterar los hábitats naturales, ocasionar erosión del suelo y contaminar los ríos. (Sánchez, 2011. p. 122)

Dentro de los resultados, también observamos que hay una amplia área del municipio que se encuentra dentro de un nivel de riesgo medio, alcanzando un total de 1.025,81 hectáreas (Tabla 1), lo que corresponde al 27,2% (Figura 10) del área total, estas zonas no tienen mucho peligro, más sin embargo es importante que se tomen ciertas medidas preventivas que postulan tanto las entidades nacionales como locales para poder prevenir estos siniestros (González, 2014. p. 63). Estas demarcan la franja media central de Albán, donde está ubicada la zona urbana mejor planificada, abarcando los barrios (San Carlos, Sur Albán, Los Guadales, Bello Horizonte), y así mismo algunas veredas (La primavera y Alto de las estrellas), ya que están situadas en lugares

lejanos de las quebradas y porque cuentan con la presencia de sistemas de drenajes adecuados, labores eficientes que disminuyen los problemas de inundación en un lugar. (CMGRD, 2012. p. 8)

Finalmente, miramos que otra pequeña parte del municipio no tiene riesgo de presentar estos problemas, como las 685,24 hectáreas (Tabla 1) de nivel bajo, que hacen referencia a un 18,2% (Figura 10) de toda el área y las 294,91 hectáreas (Tabla 1) de nivel muy bajo que representan el 7,8% (Figura 10) del área de Albán. Estas generalmente están dentro de la zona norte y montañosa, en veredas (El Diviso, Chapiurco, Guarangal, Betania y la parte alta de Campobello), las cuales permanecen a salvo de las inundaciones, porque son lugares con mayor altitud y de climas más fríos, donde aún permanecen reforestados, ya que se han denominado áreas protegidas y de reserva forestal del municipio de San José de Albán, Nariño. (CMGRD, 2012. p. 9)

Figura 10. Gráfico circular.



Fuente: Autoría propia, 2025.

La imagen muestra el valor en porcentajes de las zonas de riesgo del municipio de San José de Albán, Nariño.

Tabla 1. Datos del municipio de San José de Albán, Nariño.

Objectid	Shape	Gridcode	Área_ha	Class_Riesgo
1	Polígono	1	294.91	Riesgo muy bajo
2	Polígono	2	685.24	Riesgo bajo
3	Polígono	3	1025.81	Riesgo medio
4	Polígono	4	1173.26	Riesgo alto
5	Polígono	5	588.48	Riesgo muy bajo

Fuente: Autoría propia, 2025.

La tabla indica el número de hectáreas generadas para cada nivel de riesgo, en el municipio de San José de Albán, Nariño.

Conclusiones

Podemos concluir que la metodología de evaluación multicriterio empleada en este estudio ha demostrado ser una herramienta fundamental para la identificación precisa de zonas vulnerables a inundaciones en el municipio de San José de Albán (Nariño). La integración sistemática de factores clave como pendientes, modelo digital de elevación (M.D.E), cobertura del suelo, distancia a drenajes y precipitación permitió no solo cuantificar el riesgo, sino también entender las dinámicas espaciales que lo generan. Este enfoque metodológico, respaldado por Sistemas de Información Geográfica (S.I.G), ha sido esencial para transformar datos complejos en información accionable, facilitando la toma de decisiones en el ordenamiento territorial y la planificación urbano-rural. Según lo planteado por (Mendoza y Martins, 2006), los métodos de decisión multicriterio integrados con S.I.G permiten una evaluación más objetiva y espacialmente explícita de problemas ambientales complejos, como la vulnerabilidad a inundaciones.

Afirmamos que las veredas de Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y Campobello del municipio de San José de Albán, Nariño, debido a su geografía y clima se caracterizan por ser susceptible a inundaciones especialmente en épocas de lluvia, dado que estas regiones presentan una topografía con áreas bajas y planas que facilitan los encharcamientos que provocan inundación, igualmente el clima de estas zonas es húmedo y lluvioso y las épocas de precipitaciones intensas suelen ser largas, por lo que causa una sobrecarga en los sistemas de drenaje; Por tal efecto, la implementación de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G) es una parte clave en la gestión del riesgo a inundaciones en los distintos sectores, ya que es una fuente crucial que permite identificar la vulnerabilidad de las zonas, mejorar la resiliencia ante desastre por medio del desarrollo de planes de emergencia y mitigación efectivos basados en conocimientos o datos exactos los cuales son el resultado de un análisis espacial que nos ofrece el programa ArcGIS Pro, como señala (Cardona, *et al.* 2012), que el uso de herramientas geoespaciales fortalece significativamente las estrategias de prevención y respuesta frente a desastres naturales al proporcionar una base técnica sólida para la toma de decisiones informadas.

Tenemos claro que el uso de Sistemas de Información Geográfica, particularmente el análisis de superposición ponderada (A.S.P) en ArcGIS Pro, permitió identificar con claridad las áreas del municipio de San José de Albán, Nariño, con diferentes niveles de vulnerabilidad ante inundaciones. Pues se evidenció que un 46,7% del territorio presenta riesgo alto o muy alto frente a este fenómeno natural, abarcando veredas (Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y Campobello). Las principales causas de la alta vulnerabilidad en estos sectores incluyen la presencia de numerosas quebradas, la deforestación para ampliar la frontera agrícola, la falta de sistemas de alcantarillado adecuados y la ausencia de mantenimiento de infraestructuras existentes. Tal como afirman (Malczewski y Rinner, 2015), que el análisis multicriterio espacial en entornos S.I.G, permite integrar

eficientemente variables ambientales y sociales, facilitando la evaluación del riesgo de manera más precisa y geográficamente explícita.

Como señalan (Rueda y Vargas, 2019), que la protección de ecosistemas estratégicos, como bosques y áreas de recarga hídrica, es clave para reducir la exposición y vulnerabilidad de las comunidades frente a inundaciones y otros desastres naturales. En el municipio de San José de Albán, Nariño, las inundaciones han provocado pérdidas humanas, desplazamiento de familias, daños a viviendas, caminos, cultivos y ecosistemas. Sectores como; Los Robles, Centenario I, Centenario II y varias veredas (Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo bajo, Tambo alto y Viña) han sido los más afectados. Las áreas de menor riesgo corresponden a regiones montañosas del norte, con altitudes elevadas y coberturas vegetales protegidas, abarcando veredas (El Diviso, Chapiurco, Guarangal, Betania y la parte alta de Campobello), lo que demuestra la importancia de la conservación ambiental para la mitigación del riesgo ante este siniestro.

El análisis revela que una gran parte, en la zona sur del municipio de San José de Albán, Nariño, especialmente en las veredas (Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto y Viña) se encuentran en niveles altos y muy altos de riesgo por inundación. Esta situación se atribuye principalmente a la presencia de pendientes pronunciadas y la deforestación de áreas naturales, lo cual incrementa significativamente la vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos, como advierten (Armenteras y Rodríguez, 2011), que la pérdida de cobertura boscosa en regiones con alta pendiente agrava los procesos erosivos y la frecuencia de desastres asociados al agua, como las inundaciones y los deslizamientos.

Según (Oliveira, *et al.* 2011), los modelos multicriterio aplicados en entornos S.I.G constituyen una metodología robusta para la identificación de zonas de riesgo, ya que permiten integrar múltiples variables ambientales y sociales en la toma de decisiones, por ello, la combinación de factores biofísicos (pendientes, cobertura del suelo) e hidrológicos (precipitación, distancia a drenajes) permitió delimitar con exactitud las áreas prioritarias para intervención, entre ellas las veredas; Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y Campobello, validando la eficacia de los modelos multicriterio en la gestión del riesgo.

Finalmente, podemos decir que la aplicación de metodologías de evaluación multicriterio en conjunto con Sistemas de Información Geográfica (S.I.G) permitió una identificación precisa de las zonas vulnerables a la inundación, entre ellas veredas (Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo Bajo, Tambo Alto, Viña y Campobello), dentro del municipio de San José de Albán, Nariño, con la finalidad de generar planes de acción que permitan disminuir los impactos de eventos hidrometeorológicos.

Recomendaciones

Una vez analizados los resultados generados por el análisis multicriterio, nos pudimos dar cuenta que, dentro del municipio de San José de Albán, Nariño, actualmente hay un número alto de hectáreas que se encuentran en riesgo de producir inundaciones, por tal razón, se sugiere a las entidades locales y a la misma comunidad, efectuar las siguientes labores, puesto a que estas ayudarán a prevenir y solventar un poco la problemática de la región, entre ellas:

Mantenimiento y Optimización de la Infraestructura de Drenaje: Priorizar el mantenimiento periódico y la optimización de la infraestructura de drenaje pluvial en las zonas urbanas identificadas como de alto riesgo, barrios (Los Robles y Centenario I y II). Esto incluye la limpieza regular de sumideros y la revisión y mejora de los sistemas de canalización existentes para asegurar su correcta funcionalidad, tal como lo señala la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (UNGRD, 2022)

Planificación y Ordenamiento Territorial con Enfoque en Riesgo: Incorporar los resultados de este estudio de vulnerabilidad en los planes de ordenamiento territorial (POT) del municipio. Es crucial restringir o condicionar el desarrollo urbano y la expansión agrícola en las zonas identificadas con riesgo alto y muy alto de inundación, veredas (Fátima, Salado, Carmelo, Buenavista, San Luis, Socorro, San Bosco, Cebadero, Tambo bajo, Tambo alto y Viña). Establecer normativas de construcción resiliente y promover la reubicación voluntaria de viviendas en áreas de mayor peligro son medidas preventivas esenciales. (MinAmbiente, 2020)

Gestión Integral de Cuencas y Conservación de Suelos: Implementar programas de gestión integral de cuencas que incluyan la protección y restauración de la cobertura vegetal en las partes altas, veredas (El Diviso, Chapiurco, Guarangal, Betania y Campobello), para reducir la escorrentía y la erosión. Pero, también promover prácticas agrícolas sostenibles que minimicen la degradación del suelo y la sedimentación de los cuerpos de agua, ya que es fundamental para mitigar el riesgo de inundaciones. (MinAmbiente, 2020)

Educación y Concientización Comunitaria: Desarrollar campañas de educación y concientización comunitaria sobre el riesgo de inundaciones, las medidas de prevención y los protocolos de respuesta. Involucrar a la población local en la identificación de riesgos y en la implementación de soluciones es crucial para fortalecer la resiliencia comunitaria (Álvarez, 2020).

Adaptación al Cambio Climático: Incorporar consideraciones de adaptación al cambio climático en la planificación de la gestión del riesgo de inundaciones. Esto implica la necesidad de revisar y actualizar los modelos de riesgo con base en las proyecciones climáticas futuras y fortalecer la capacidad de respuesta ante eventos hidrometeorológicos extremos, debido a que cada vez, son más frecuentes e intensos (CORPONARIÑO, 2023).

Monitoreos y alertas tempranas: Es importante establecer un sistema de monitoreo para alertar a la comunidad sobre los efectos que se puedan presentar, para ello, es recomendable instalar estaciones de monitoreo y dar un siguiente paso en la base tecnológica para implementar sensores de nivel de agua avanzados o pluviómetros que ayuden a recopilar datos en tiempos reales, ahora bien, para llevar a cabo esta labor es necesariamente importante capacitar y entrenar al personal que será el encargado de llevar el monitoreo constante con el fin de asegurarse de una respuesta coordinada. (OMM, 2019)

Referencias bibliográficas

Armenteras, D., Rodríguez, N. (2014). Dinámicas y causas de deforestación en bosques de latino américa: una revisión desde 1990. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/5382>

Benavidez, (2014). Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Albán, Nariño. Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño). San Juan de Pasto. Colombia. <https://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhrioqui%C3%B1a.pdf>

Cardona, O., Barbat, A., Carreño, M., Ordaz, M., y Marulanda, M. (2012). Indicadores para la gestión del riesgo de desastres: fundamentos para un enfoque metodológico. Revista de la CEPAL, (107), 7–28. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indicadores-de-Riesgo-de-Desastre-y-de-Gesti%C3%B3n-de-Riesgos-Programa-para-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-M%C3%A9xico.pdf>

Castaño, J., y Osorio, Y. (2024). Análisis Multicriterio Para La Evaluación Del Potencial De Suelos Suburbanos En Los Municipios Del Altiplano Del Oriente Antioqueño. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/33911166-918d-4134-95bf-079c4d04e5af/content>

Corponariño. (2022). Formato informe, concepto técnico e informe de control y monitoreo en el Municipio de San José de Albán, Nariño. Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño). San Juan de Pasto. Colombia. <https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2024/07/IS-258-2024-SAN-JOSE-DE-ALBAN-2024.pdf>

CMGRD. (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de San José de Albán, Nariño. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD). San Juan de Pasto. Colombia. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/18569/A1b%C3%A1n-Nari%C3%B1o-PMGRD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velandia, J. (2014). La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: una mirada crítica. Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/014beaf1-cbc3-406d-a744-a8aa0ee619a6/content>

IDEAM, (2018). Caracterización General del Escenario de Riesgo por Inundación. Instituto distrital de gestión del riesgo y cambio climático. Bogotá. Colombia. <https://www.idiger.gov.co/rinundacion>

Lozano, M. (2021). Un viaje por nuestra historia. Memorias visuales de la comunidad de Albán, Nariño. Centro Nacional de Memoria Histórica. San Juan de Pasto. Colombia.

<https://centrodememoriahistorica.gov.co/wp-content/uploads/2023/04/Un%20viaje%20por%20nuestra%20historia%20Memorias%20visuales%20de%20la%20comunidad.pdf>

Malczewski, J., y Rinner, C. (2015). Multicriteria decision analysis in geographic information science. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-74757-4>

Martínez, A. (2023). El municipio de San José de Albán, Nariño. Colombia Turismo Web. San Juan de Pasto. Colombia.

<https://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/NARINO/MUNICIPIOS/ALBAN/ALBAN.htm>

Martínez, J. (2019). Seis causas y seis soluciones para reducir los daños por inundaciones.

Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Bogotá. Colombia. <https://www.elsoto.org/wp-content/uploads/2019/09/Seis-causas.pdf>

Mendoza, G., y Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. Forest Ecology and Management, Elsevier. Países Bajos. Págs. 230 (1-3).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112706002258>

MinAmbiente. (2020). Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). Bogotá. Colombia.

<https://www.minambiente.gov.co>

Oliveira, J., Morales, M., García, A., Salgado, J., López, L., Estrada, R., Campos, M., Miravet, L.

(2011). El uso de los SIG y la evaluación multicriterio (EMC) para la determinación de escenarios de peligros de inundaciones en cuencas fluviales. Universidad Nacional de Cuyo. La Habana. Cuba. <https://bdigital.uncu.edu.ar/app/navegador/?idobjeto=13623>

OMM. (2019). La OMM confirma la tercera y cuarta temperaturas más elevadas que se hayan registrado en la Tierra. Organización Meteorológica Mundial (OMM). Ginebra. Suiza.
<https://wmo.int/es/media/la-omm-confirma-la-tercera-y-cuarta-temperaturas-mas-elevadas-que-se-hayan-registrado-en-la-tierra>

Rueda, M., y Vargas, A. (2019). Conservación de ecosistemas y gestión del riesgo de desastres: una estrategia para la adaptación al cambio climático. Revista Gestión y Ambiente, 22(1), 73–87.
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Reduccion/GUIA-INTEGRACION-GESTION-DEL-RIESGO-DE-DESASTRES-Y-LA-ADAPTACION-AL-CAMBIO-CLIMATICO-EN-LOS-PDT-2024.pdf>

Sánchez, A. (2011). Después de la inundación. Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social. Cartagena. Colombia. Págs. 22 a 30.
https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/295/Co_Eco_Sem2_2011_Sanchez.pdf?sequence=2&isAllowed=y

UNGRD, (2020). Riesgo por Inundaciones (caracterización general). Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Bogotá. Colombia.
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo-Inundacion.html>

UNGRD, (2021). Subdirección para la Reducción del Riesgo. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Bogotá. Colombia.
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/paginas/reduccion-riesgo-desastres.aspx>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/VSVMT5SyHnU>