

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, PUTUMAYO, A PARTIR DEL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Jenny Alexandra Tuquerres Imbachi, jatuquerresi@unadvirtual.edu.co;

Edilbert Edilson Ordoñez Rodríguez, eeordonezr@unadvirtual.edu.co;

Iván Andrés Casanova Tribiño, lacasanovat@unadvirtual.edu.co;

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

Resumen

Colombia, con su abundante oferta hídrica y relieve abrupto, enfrenta frecuentes riesgos de inundaciones durante las temporadas de lluvias intensas. En este contexto, el presente estudio identificó las zonas de riesgo por inundación del municipio de Sibundoy, Putumayo, mediante el uso de sistemas de información geográfica, como apoyo para el ordenamiento agroambiental del territorio, y utilizó un enfoque de evaluación multicriterio. Este análisis integró variables ambientales y geográficas que determinan la susceptibilidad del territorio, permitiendo clasificar las áreas en cinco niveles de riesgo: muy bajo (10,6%), asociado a zonas más elevadas; bajo (17,4%), también en regiones altas y menos vulnerables; medio (35,3%), correspondiente a áreas intermedias con riesgo moderado; alto (27,4%), en cercanías de sistemas de drenaje y cursos de agua principales; y muy alto (9,4%), ubicado en el norte del municipio. Aunque esta última categoría no afecta áreas densamente pobladas, requiere monitoreo continuo para prevenir riesgos futuros. Más del 60% del municipio presenta vulnerabilidad significativa al riesgo de inundación, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias efectivas de prevención y gestión del riesgo.

Palabras clave: Inundación, Mapa, Riesgo, Sibundoy.

Introducción

América Latina sufre constantemente los embates de los fenómenos naturales; Colombia, al ser un país con mucha oferta hídrica y de variado clima con diversidad de terrenos, no es ajena también a esta problemática. Por ejemplo, en el periodo 1914-2018, en Colombia se han presentado 16.855 inundaciones, muriendo 2.030 personas, causando la destrucción de 89.689 viviendas (DESINVENTAR, 2024). En el país existen 190.935 km² con condiciones favorables a la inundación, es decir, aproximadamente el 17% del área continental del territorio nacional (INDIGER, 2024). En el departamento de Putumayo no es ajeno a los riesgos por inundación al poseer variedad de climas y de terrenos topográficos agrestes, “Putumayo posee 7.348 Km² de zonas potencialmente inundables” (UNGRD, 2020), muestra de la anterior estadística es lo ocurrido entre el 31 de marzo y el 1 de abril del año 2017, que es una fecha que el departamento de Putumayo jamás olvidará, en Mocoa su capital, el desbordamiento de tres ríos ocasionó una

avenida torrencial que arrasó 17 barrios perdiendo la vida más de 300 personas, la noticia estremeció al país y le dio la vuelta al mundo entero, de esta manera lo publicaba El Espectador “El primero de abril de este año, una tragedia azotó a la capital putumayense: una avalancha, producto del desbordamiento de tres ríos por cuenta de las incesantes lluvias, acabó con la vida de más de 300 personas” (El Espectador, 2017). Como disposición para mejorar la calidad de vida y contribuir a la seguridad, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres implementó, mediante el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, una estrategia de desarrollo 2015-2030, “la cual es una carta de navegación del país para que sectores y territorios de manera coordinada movilicen recursos y capital humano para el adelanto de acciones para conocer, prevenir y reducir el riesgo y manejar las situaciones de desastre” (UNGRD, 2024). La falta de estudios locales en cuanto a amenazas, vulnerabilidades y riesgos crea vacíos en la aplicación de los instrumentos de

ordenamiento territorial (Rodríguez, 2016). Razón por la cual las investigaciones locales deben aplicarse con el objetivo de reconocer oportunamente los riesgos a los que se expone la zona para que sean tenidos en cuenta en el diagnóstico territorial (Rodríguez, 2020). Los sistemas de información geográficos han aportado en gran medida en la elaboración de mapas, integrando métodos de análisis, contribuyendo en cartografía de riesgo hasta de vulnerabilidad (Espinosa, 2016). Los sistemas de información geográfica son herramientas eficientes utilizadas en el ordenamiento del territorio. Es así como, un intento para dar apoyo desde lo académico a las estrategias de diagnóstico del territorio en el siguiente trabajo se utilizó sistemas de información geográficas para identificar zonas de riesgo de inundación en el municipio de Sibundoy Putumayo como apoyo para el ordenamiento agroambiental del territorio.

Objetivo General

Identificar las zonas de riesgo por inundación del municipio de Sibundoy, Putumayo,

mediante el uso de sistemas de información geográfica, como apoyo para el ordenamiento agroambiental del territorio.

Objetivos Específicos

Procesar capas ráster de geoportales en línea para caracterizar las condiciones generales de la zona de estudio.

Integrar fuentes de información independientes y realizar el análisis multicriterio del riesgo de inundación.

Generar un mapa de riesgo de inundación para aportar en el ordenamiento agroambiental del municipio.

Identificación del caso de estudio

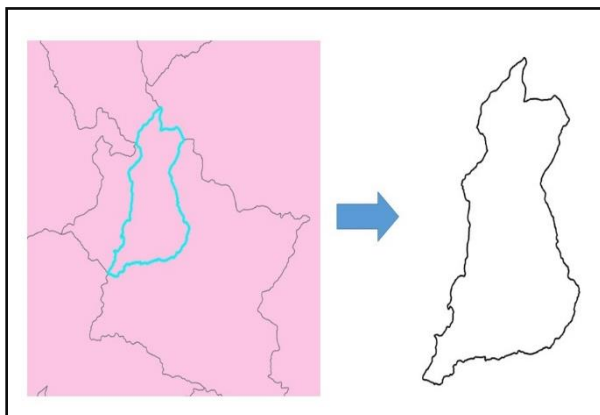
Ubicación y contexto geográfico:

El municipio de Sibundoy está ubicado en el departamento del Putumayo, al sur de Colombia, dentro del Valle de Sibundoy, una región montañosa de los Andes. Este valle es reconocido por su importancia tanto ecológica como cultural, ya que constituye un punto

estratégico de interacción entre diferentes ecosistemas y comunidades. Sibundoy se encuentra a una altitud promedio de 2106 metros sobre el nivel del mar, lo que determina gran parte de sus características climáticas y geográficas. “El territorio está compuesto por una serie de montañas, colinas y áreas planas que conforman el valle, el cual actúa como receptor de aguas provenientes de las precipitaciones y del escurrimiento de las laderas” (Alcaldía Municipal de Sibundoy, 2020).

Figura 1.

Área de estudio Sibundoy, Putumayo.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Características topográficas y climáticas:

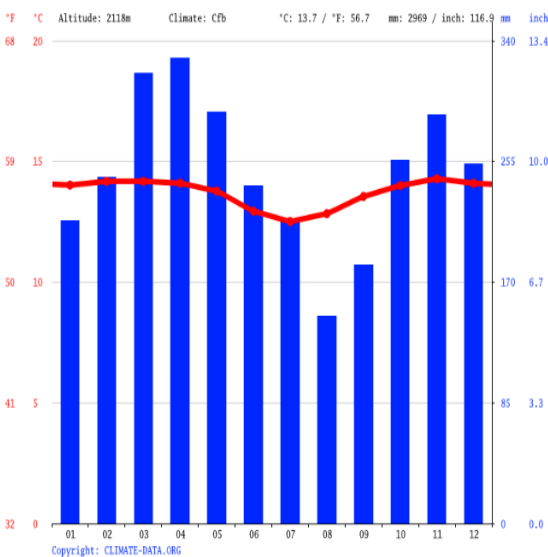
La topografía de Sibundoy se define por la combinación de zonas montañosas y el amplio Valle de Sibundoy, lo que genera dinámicas hidrológicas complejas. Estas características topográficas, junto con una precipitación media anual de 2969 mm, posicionan al municipio entre las regiones más húmedas del país. Según el sistema Köppen-Geiger, su clima está clasificado como templado y húmedo, con precipitaciones constantes a lo largo del año y una temperatura promedio anual de 13.7 °C (Climate-Data.org, 2024).

El presente estudio trabajó con datos del mes de noviembre, los cuales se seleccionaron y se cargaron a ArcGIS Pro como capa de precipitación, con el fin de analizar los riesgos hidrometeorológicos debido a la intensidad y frecuencia de lluvias, que incrementan la probabilidad de inundaciones y desbordamientos en el valle. Cabe resaltar que “la precipitación más baja es en agosto, con un promedio de 146 mm, y la mayor parte de las

precipitaciones se producen durante el mes de mayor precipitación, que es abril, y tiene una cantidad media de 328 mm”. (Meteoblue, 2024).

Figura 2

Precipitación de Sibundoy durante el 2024.



Fuente: Adaptado de datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Sibundoy (Meteoblue, 2024).

Infraestructura y desafíos ambientales:

El Valle de Sibundoy es significativo para la agricultura y las actividades económicas locales; no obstante, enfrenta desafíos ambientales que se deben tener en cuenta. La combinación de lluvias intensas, pendientes

pronunciadas en las laderas circundantes y variabilidad en la cobertura vegetal crea un alto riesgo de erosión y escorrentía superficial. Estos procesos afectan directamente la infraestructura vial y los sistemas de drenaje, generando daños recurrentes en las áreas más vulnerables del valle; por lo tanto, la implementación de herramientas de análisis geoespacial (SIG) resulta esencial para identificar y mapear zonas de riesgo, facilitando la toma de decisiones para el ordenamiento agroambiental del territorio (Alcaldía Municipal de Sibundoy, 2020).

Metodología

Para identificar y analizar las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Sibundoy, se empleó un enfoque basado en el Análisis Multicriterio (AMC) con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el software ArcGIS Pro. Este método permitió integrar diversas variables ambientales y geográficas que influyen en la susceptibilidad del territorio a inundaciones,

proporcionando resultados precisos y contextualizados.

En el primer paso del proceso, se carga la capa de municipios de Colombia en formato Shapefile (SHP) en el programa ArcGIS Pro. (ver figura 5). Una vez que la capa está cargada, se localiza el municipio de Sibundoy dentro del mapa. Posteriormente, se selecciona este municipio específico para crear una nueva capa. Para ello, se utiliza el geoprocesos denominado "Exportar entidades", el cual permite extraer las entidades seleccionadas (en este caso, el municipio de Sibundoy) y guardarlas en una nueva capa independiente.

En el segundo paso, una vez obtenida la capa vectorial del municipio de Sibundoy, se procede a cargar diversas capas adicionales. Se incorpora el Modelo Digital de Elevación (DEM) correspondiente a la zona, el cual proporciona información sobre la topografía del terreno. Luego se carga la capa de pendientes (Slope), que permite identificar la variabilidad de las pendientes en el municipio. También se

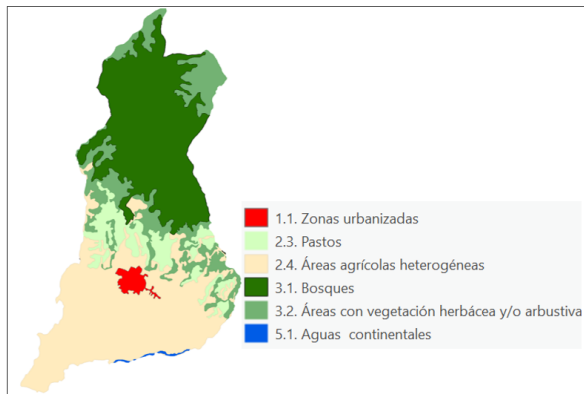
incluyen las capas de cobertura de tierras, que proporcionan información sobre el uso y tipo de vegetación o estructuras presentes en el área, y las precipitaciones mensuales de noviembre, que ofrecen datos relevantes sobre las condiciones climáticas para ese período específico (ver figura 5).

En el tercer paso, es importante destacar que las capas de cobertura de tierras cargadas en ArcGIS Pro contienen información de todo el departamento del Putumayo. Debido a esto, se utilizó la herramienta de geoprocesos "Recorte" (Clip) para limitar la capa de cobertura de tierras exclusivamente al área correspondiente al municipio de Sibundoy. Una vez realizado este recorte, se aplicó el geoprocesos "Disolver" en el campo nivel_2, lo que permitió obtener la información necesaria para la identificación de riesgos de inundaciones en diversas zonas, como áreas urbanizadas, pastos, áreas agrícolas, bosques, zonas con vegetación y cuerpos de agua continentales (Ver figura 3) Posteriormente, se transformó la capa de

coberturas de tierras de formato vectorial a ráster mediante el geoprocesos "Polígono a Ráster", lo que facilitó su posterior reclasificación, una vez completados los pasos anteriores.

Figura 3.

Geoproceso dissolve en campo nivel_2.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el cuarto paso, una vez cargada la capa ráster de precipitaciones correspondientes al mes de noviembre para todo el departamento del Putumayo en ArcGIS, se procede a realizar un corte de esta capa ráster para que se ajuste exclusivamente al área del municipio de Sibundoy, que es el foco del estudio. Utilizando la herramienta de geoproceso adecuada, se

recorta la capa de precipitaciones para que solo se mantenga la información correspondiente a la zona de interés (ver figura 5).

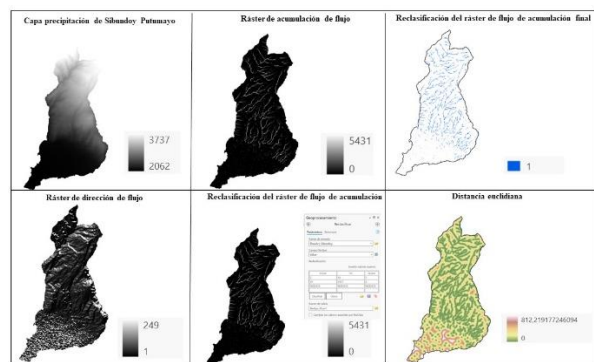
En el quinto paso, se trabajó exclusivamente con el ráster DEM_Sibundoy y la capa vectorial para delimitar una cuenca hidrográfica, utilizando una serie de geoprocesos. En primer lugar, se aplicó el geoproceso Relleno (Fill_Sibundoy), que asegura que el flujo de agua sea continuo, eliminando posibles depresiones o vacíos en el terreno que puedan interrumpir el drenaje. Luego, se utilizó el geoproceso Dirección de flujo (FlowDir_Sibundoy), que calcula la dirección en la que el agua fluye en cada píxel o celda del área de estudio. Luego, se ejecutó el geoproceso Acumulación de flujo (FlowAcc_Sibundoy), que determina cuánta agua se acumula en cada celda según la dirección de flujo establecida.

Una vez completados estos procesos, se calcula la distancia entre drenajes utilizando el geoproceso reclasificar, en el cual se verificó el valor máximo de flujo de acumulación y se

dividió por 100, redondeando el resultado al número entero más cercano. Finalmente, se realizó el geoproceso Distancia Euclidiana, que asignó un tamaño específico a los cauces alrededor de los drenajes, con una celda de tamaño 30, para representar de manera precisa las áreas de influencia de los drenajes en el territorio (ver figura 4).

Figura 4.

Geoprocesos, relleno, dirección de flujo, acumulación de flujo, reclasificación y distancia euclidiana.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Modelo de riesgo por inundación:

Una vez que los cinco archivos ráster han sido cargados y procesados, se procede a realizar

una reclasificación de los factores, con el objetivo de unificar las escalas de todas las capas y así asegurar que se puedan comparar y combinar adecuadamente para el modelado del riesgo por inundación (Ver tabla 1).

Posteriormente, se adapta el análisis multicriterio según los parámetros definidos en la tabla número dos, lo que facilita la evaluación de los diferentes factores que inciden en el riesgo de inundación, como la precipitación, la topografía, la cobertura del suelo y los drenajes (Ver tabla 2).

Tabla 1.

Criterios de análisis para riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital (DEM)	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras (Land Cover)	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 2.

Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa.

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

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el paso seis, se ejecutó el geoproceso de reclasificar en la capa DEM_Sibundoy utilizando el método de Rupturas naturales (Jenks), con el objetivo de modificar los valores predeterminados de ArcGIS Pro. Este método permite agrupar los valores de elevación en clases que reflejan mejor las variaciones naturales del terreno. Para ello, se incorporan los valores de la tabla 2, tanto cualitativos como cuantitativos, que definen los diferentes rangos de riesgo. Posteriormente, se ajustó el tamaño de celda a 30, lo que permitió obtener una capa Reclass_DEM_Sibundoy que muestra claramente la distribución del riesgo de

inundación en el territorio. Los resultados fueron visualizados mediante una paleta de colores, donde se asignaron diferentes colores a los rangos de riesgo: "R. Muy bajo" se representó con color verde claro, "R. Bajo" con color morado, "R. Medio" con color azul, "R. Alto" con color crema y "R. Muy alto" con color verde oscuro (ver figura 5).

En el paso siete, se llevó a cabo el geoproceso de reclasificación en la capa de Pendientes Sibundoy (Slope), utilizando el método de Rupturas naturales (Jenks), con el objetivo de modificar los valores predeterminados establecidos por ArcGIS Pro. Este proceso incluyó los valores cualitativos y cuantitativos de la tabla 2, lo que permitió una clasificación más adecuada de las pendientes en función de su relevancia para el estudio. Tras la reclasificación, se ajustó el tamaño de celda a 30 para garantizar una resolución óptima en el análisis espacial. Además, se realizó una modificación en los grados de inclinación, redondeando los valores a números enteros, lo que facilitó una mejor interpretación y

visualización de los datos. El resultado de este proceso fue la creación de la capa *Reclass_Slope*, en la que se evidencian las distintas regiones del municipio según sus grados de inclinación. Este análisis es crucial, ya que las áreas con ciertas pendientes pueden ser propensas a la acumulación de agua, lo que aumenta el riesgo de inundaciones. Las zonas fueron clasificadas en cinco categorías de riesgo, representadas mediante una paleta de colores: "R. Muy bajo" en azul, "R. Bajo" en rosado, "R. Medio" en amarillo, "R. Alto" en café, y "R. Muy alto" en azul oscuro (ver figura 5). Esta clasificación permite identificar con precisión las áreas que, debido a su inclinación, pueden generar acumulación de agua, contribuyendo así al análisis del riesgo de inundación en el área de estudio.

En el paso ocho, se llevó a cabo el geoproceso de reclasificación en la capa de *Precipitaciones de Sibundoy*, utilizando el método de Rupturas naturales (Jenks) para modificar los valores predeterminados establecidos por ArcGIS Pro. Este proceso permitió adaptar la clasificación a

los valores cualitativos y cuantitativos presentados en la tabla 2, lo que facilitó una distribución más precisa de las precipitaciones en el área de estudio. Tras la reclasificación, se ajustó el tamaño de celda a 30, lo que garantizó una resolución adecuada para el análisis espacial. El resultado fue la creación de la capa *Reclass_Precipitaciones*, que visualiza los distintos niveles de precipitación en función de su intensidad. Las zonas fueron clasificadas en cinco categorías de riesgo, representadas mediante una paleta de colores: "R. Muy bajo" en color café, que indica áreas con precipitaciones muy bajas; "R. Bajo" en azul oscuro, que corresponde a zonas con precipitaciones bajas; "R. Medio" en verde claro, que refleja áreas con precipitaciones medias; "R. Alto" en azul claro, que muestra zonas con precipitaciones altas; y "R. Muy alto" en morado, que representa las áreas con precipitaciones muy altas (ver figura 5).

En el paso nueve, se llevó a cabo el geoproceso de reclasificación en la capa de *Cobertura de Tierras (Land cover) de Sibundoy* con el

objetivo de identificar las zonas más vulnerables al riesgo de inundaciones. Utilizando el método Valué, se ajustaron los valores predeterminados de ArcGIS Pro y se incorporaron los valores de la tabla 3, que proporcionan un rango de riesgo de acuerdo con la información detallada. Esta reclasificación permitió categorizar las diferentes coberturas del suelo del municipio en función de su susceptibilidad a inundaciones. Así, las zonas fueron representadas con una paleta de colores que refleja el grado de riesgo de inundación: "R de inundación muy bajo" con color verde, correspondiente a los bosques del municipio, "R de inundación bajo" con color rosado, que indica las áreas de pastos y vegetación herbácea, "R de inundación medio" con color gris, asociado a las áreas agrícolas heterogéneas, "R de inundación alto" con color rojo, que corresponde a las zonas urbanizadas, y "R de inundación muy alto" con color azul claro, representando los ríos y quebradas del municipio de Sibundoy (ver figura 5).

Tabla 3.*Clasificación de coberturas de suelo nivel2*

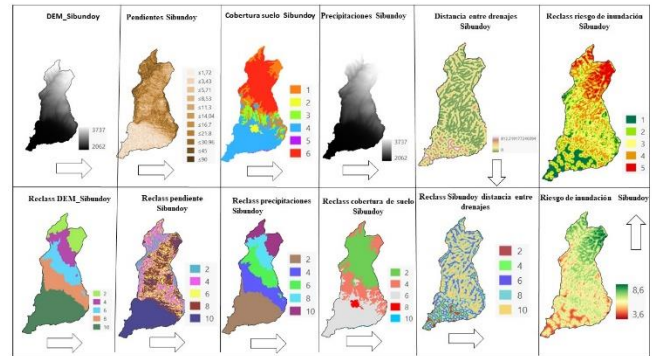
Corine Land cover nivel 2	Clasificación de valores
1.1 zonas urbanizadas	6
1.2. zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2
1.3. zonas de extracción mineras y escombreras	4
1.4. zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2
2.1. Cultivos transitorios	8
2.2. Cultivos permanentes	8
2.3. Pastos	4
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	8
3.1. Bosques	2
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	4
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6
4.1. Áreas húmedas continentales	8
4.2. Áreas húmedas costeras	6
5.1. Aguas continentales	10
5.2. Aguas marítimas	6

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el paso diez, se realizó el geoproceto de reclasificación en la capa de distancia de drenajes (Dist_streams) utilizando el método de Rupturas naturales (Jenks), con el objetivo de modificar los valores predeterminados establecidos por ArcGIS Pro. Este método fue aplicado para ajustar la clasificación de las distancias en función de los valores cualitativos y cuantitativos proporcionados en la tabla 2, lo que permitió una adaptación precisa a las características del área de estudio. Después de aplicar este proceso, se ajustó el tamaño de celda a 30, lo que garantizó una resolución adecuada para la posterior visualización y análisis espacial. Esta reclasificación resultó en una capa con valores modificados que reflejan de manera más precisa las distancias de los drenajes en relación con las áreas de riesgo.

Figura 5.

Procedimiento metodológico análisis multicriterio



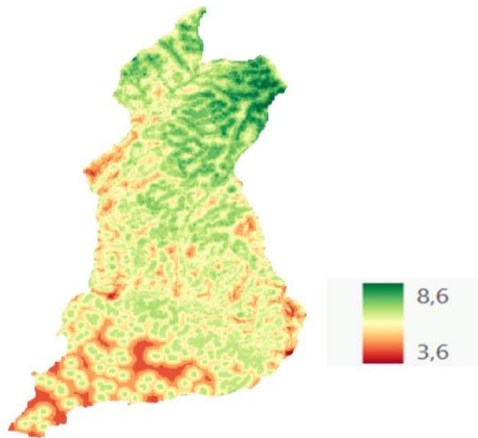
Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el paso once, tras reclasificar los factores, se generó un mapa de riesgo de inundación utilizando la técnica de suma ponderada o álgebra de mapas. Este método permite combinar todas las capas ráster reclasificadas. Para ello, se seleccionaron cinco capas ráster y se asignó un peso específico a cada una, siguiendo los valores establecidos en la tabla 1. Pevio a la asignación de los pesos, se realizó una división por 100 para normalizar los valores, y el resultado obtenido se incorporó al proceso de análisis geoespacial. Al ejecutar el geoproceto, se generó un mapa que muestra valores y colores diferenciados, los cuales

permiten identificar visualmente las zonas con mayor y menor vulnerabilidad al riesgo de inundación (ver figura 6).

Figura 6.

Mapa de riesgo de inundaciones



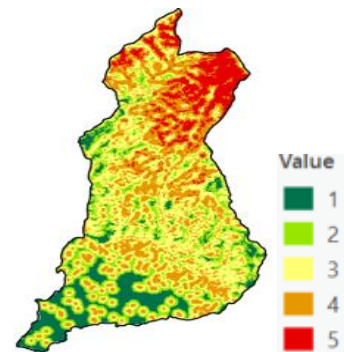
Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el paso doce, como etapa final del proceso, se utilizó la herramienta de geoprocso Reclassificar para ajustar los valores generados en la suma ponderada conjunta. Este ajuste se realizó mediante el método de Rupturas naturales (Jenks), configurado como opción predeterminada en ArcGIS Pro, para clasificar los valores en un rango de 1 a 5 (ver figura 7). Posteriormente, en el panel de contenido, se realizó un clic derecho sobre la capa

Reclass_riesgo para modificar los colores predeterminados asignados por el software. Los nuevos colores definidos fueron: verde para el valor 1, verde claro para el valor 2, amarillo para el valor 3, naranja para el valor 4 y rojo para el valor 5, lo que permite una representación visual más clara y comprensible del nivel de riesgo.

Figura 7.

Reclasificación de mapa de riesgo de inundación Sibundoy putumayo.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Resultados

El estudio de riesgo de inundación realizado para el municipio de Sibundoy Putumayo revela que una gran parte del municipio se encuentra en riesgo medio, categoría que cubre el 35.3%

del territorio y que, de acuerdo con el mapa, está ampliamente distribuida en la región (ver figura 6).

Las áreas clasificadas como de riesgo medio representan zonas donde la probabilidad de inundación es moderada, pero que, debido a su extensión y ubicación, pueden afectar significativamente tanto a la población como a las actividades productivas. Por su parte, el riesgo alto, que abarca un 27.4%, corresponde a áreas de mayor preocupación, ya que se concentran principalmente cerca de los sistemas de drenaje natural y cursos de agua principales. Estas zonas de riesgo alto, indicadas en el mapa en color naranja, coinciden con áreas pobladas y de uso económico intensivo, lo que aumenta su vulnerabilidad ante eventos extremos.

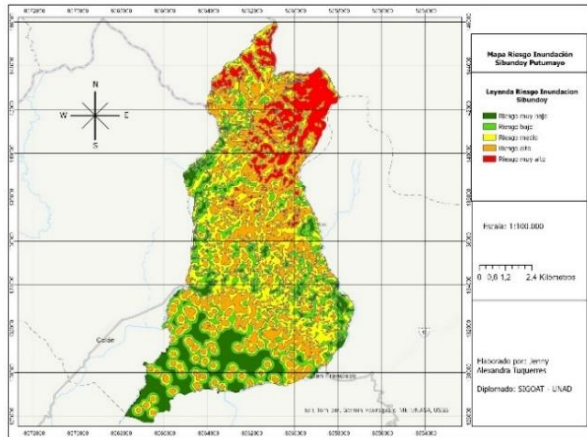
En contraste, las zonas de riesgo bajo (17.4%) y riesgo muy bajo (10.6%), representadas en tonos verdes en el mapa, están ubicadas mayormente hacia el sur y en las áreas más elevadas del municipio. Estas áreas presentan

menor susceptibilidad a inundaciones, lo que las convierte en zonas potencialmente seguras para la ubicación de infraestructura y nuevos desarrollos urbanísticos. Sin embargo, el riesgo muy alto, que cubre el 9.4% del territorio y se localiza predominantemente en el norte del municipio. Estas áreas, marcadas en color rojo en el mapa, no afectan directamente a las zonas densamente pobladas en este momento, pero representan una prioridad para el monitoreo constante, dado que un evento extremo en estas regiones podría desencadenar impactos indirectos o alteraciones en los cauces de agua que terminarían afectando a las comunidades aledañas (ver figura 8).

El estudio demuestra que más del 60% del municipio de Sibundoy está en condiciones de vulnerabilidad significativa al riesgo de inundación, particularmente en las categorías de riesgo medio y alto. Esto subraya la necesidad de diseñar e implementar estrategias efectivas que puedan mitigar el impacto de futuros eventos climáticos extremos.

Figura 8.

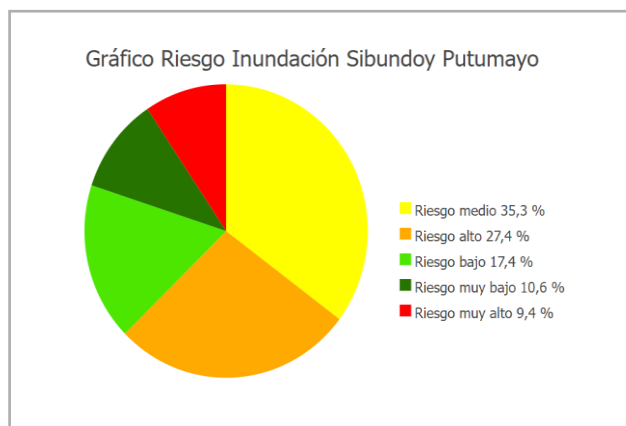
Mapa riesgo de inundación Sibundoy Putumayo.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 9.

Áreas de riesgo de inundación de Sibundoy Putumayo



De los resultados obtenidos podemos concluir que, el riesgo de inundación bajo cubre el

17.4% de la zona y riesgo muy bajo 10.6%, mientras que el riesgo medio cubre el 35.3% del territorio, también el riesgo alto abarca un 27.4% del territorio y el riesgo muy alto 9.4% del territorio (ver figura 9). Esto evidencia que la población del municipio de Sibundoy se podría encontrar en constante vulnerabilidad de riesgo de inundación trayendo consigo futuras afectaciones en actividades agrícolas y ganaderas.

Se encuentra que más del 60% del territorio del municipio se encuentra en condiciones de vulnerabilidad significativa, distribuidas entre las categorías de riesgo medio y riesgo alto. Esto demuestra que probablemente la mayor parte de Sibundoy está expuesta a eventos de inundación que podrían afectar la infraestructura, la población y las actividades económicas, particularmente en las zonas cercanas a los principales sistemas de drenaje y ríos. La zona urbana de Sibundoy presenta un riesgo alto y no muy alto debido a diversos factores que interactúan en su entorno. Su

ubicación cercana a los sistemas de drenaje y cursos de agua principales la hace susceptible a inundaciones, pero no está directamente en áreas críticas de acumulación de agua o cauces propensos a desbordamientos extremos, que son clasificados como riesgo muy alto. Además, la existencia de infraestructuras de mitigación, como canales de drenaje y sistemas de alcantarillado, reducen el impacto de las inundaciones en la zona urbana. La planificación y la densidad poblacional también fomentan medidas preventivas que limitan el riesgo extremo, mientras que la topografía de la zona puede favorecer un mejor drenaje natural en comparación con otras áreas del municipio.

Recomendaciones

Establecer un sistema de monitoreo constante en las zonas de mayor riesgo, especialmente en la zona norte del municipio, para anticipar posibles desbordamientos e inundaciones y así mitigar sus efectos

Desarrollar planes de gestión del riesgo que incluyan la prevención, preparación y respuesta a desastres, con especial énfasis en las áreas identificadas como de alto y muy alto riesgo.

Promover la educación y sensibilización sobre el riesgo de inundaciones en las comunidades locales, a fin de que adopten prácticas preventivas como la construcción adecuada de infraestructuras y la conservación de las zonas de drenaje natural.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de Sibundoy. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023: Sibundoy Hagamos Equipo*. Putumayo, Colombia. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/27825/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%20SIBUNDOY%202020-2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Climate-Data.org. (2024). *Clima Sibundoy: Temperatura, climograma y tabla climática para Sibundoy*. <https://es.climate-data.org>

DESINVENTAR. (2024). *Inventario histórico nacional de desastres por inundación 1914-2018*. <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=col&continue=y>

Espinosa, A. J. (2016). Potencialidades de los Sistemas de Información Geográfica en la construcción del Modelo de Ordenamiento Ambiental municipal. *Agrisost*, 22(3), 65-77. <http://www.agrisost.reduc.edu.cu>

El Espectador. (2017, 27 de diciembre). *Avalancha en Mocoa, una de las peores tragedias de 2017*. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/avalancha-en-mocoa-una-de-las-peores-tragedias-de-2017-article-730617/>

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Plan-Nacional-de-Gestion-del-Riesgo.aspx>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/Mm322pqq53w>

Instituto de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2024) *Caracterización general del escenario de riesgo por inundación*. <https://www.idiger.gov.co/rinundacion>

Rodríguez Gaviria, E. M. (2016). *Diseño metodológico para la evaluación del riesgo por inundación a nivel local con información escasa* [tesis para optar el título de doctor, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <file:///C:/Users/ACER/Downloads/43573685.2016.pdf>

Rodríguez, M. E. S. (2020). Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, (25), 47-76. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/661/493>

Meteoblue. (2024). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Sibundoy*. <https://www.meteoblue.com>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2020). *¿Cuál es el riesgo de inundación en Colombia?* <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx>.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2024). *Actualización Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2015 – 2030*.