

Análisis de riesgo de inundación en la microcuenca de Santander de Quilichao mediante un sistema de información geográfico

Blanca Johana Lame bjlamev@unadvirtual.edu.co

Liseth Vanesa Franco Erazo lvfrancoe@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

El análisis realizado en la cuenca en el municipio de Santander, de Quilichao, del departamento del Cauca, no pretende ofrecer conclusiones definitivas, sino más bien constituirse, partiendo de esta primera aproximación, tomada como referencia, de lo aprendido hasta el momento, apoyándose en tecnologías como los sistemas de información geográfica (SIG) con énfasis en ArcGIS pro.

Con las habilidades desarrolladas, se identificó áreas vulnerables a eventos como lluvias, intensas, inundaciones y deslizamientos de tierra. A través del manejo de capas, Ráster y mapas técnicos, se logró reconocer algunos patrones espaciales específicos que podrían estar relacionados con niveles de expansión del riesgo. Las áreas cercanas a Ríos, quebradas y terrenos planos se manifiestan como, según lo analizado, más susceptibles a este tipo de fenómenos. No obstante, se considera que estos resultados deben ser analizados con precaución, ya que están condicionados por nuestro nivel actual de formación y experiencia.

Esta labor también ha facilitado comprender la importancia del entorno físico en el desarrollo de la vulnerabilidad territorial, de igual manera, la necesidad de incluir factores sociales, económicos y culturales en un futuro análisis más completos. Se considera que esta actividad ha sido fundamental para el desarrollo de nuestras habilidades técnicas y a fomentar una mayor conciencia sobre los retos que enfrentan muchas comunidades entre los eventos climáticos extremos. Adicionalmente, este tipo de ejercicios académicos ha permitido y motivado la profundización en asuntos como la gestión del riesgo, la planificación ambiental y el ordenamiento territorial, ya que se considera que el entendimiento de estas áreas puede tener un impacto

significativo en la vida de las personas, particularmente en territorios, con condiciones de una vulnerabilidad estructural.

Sintetizando, esta experiencia ha sido una oportunidad para poner en práctica lo aprendido en clase en un contexto real, y aun sabiendo que los aportes aún son limitados, esperamos que este tipo de experiencias permitan seguir creciendo profesional y humanamente, con el objetivo de contribuir, en el futuro a la constitución de soluciones más susceptibles para las comunidades con una exposición elevada a riesgos naturales.

Palabras claves: inundación, análisis de riesgo, cobertura

Introducción

Los daños ocasionados por las inundaciones disminuyen el patrimonio de las comunidades y sociedades, al arrasar con cultivos, construcciones, obras civiles y equipos, además de las irreparables pérdidas humanas. *“Este fenómeno es resultado de una combinación de altos niveles de precipitación, la saturación de los suelos y la topografía de la región, que se caracteriza por sus pendientes y la cercanía a cuerpos de agua.”* (Sanchez Ortiz, 2024) En muchos casos, las consecuencias son devastadoras, afectando no solo a familias individuales, sino a naciones enteras. Como lo dice (Bravo Matamoros, 2020) *Introducir el riesgo como parte consustancial al desarrollo significa considerar de forma implícita y permanente este factor en los modelos de gestión y planes de desarrollo desde su concepción, ejecución y evaluación, sobre todo en el aspecto territorial y ambiental, razón por la cual se hace indispensable contar con información verídica y actualizada de los posibles eventos que conlleven a un desastre natural.* En Colombia, por ejemplo, las intensas irregularidades en las lluvias, sumadas a factores sociales que incrementan la vulnerabilidad, han tenido un fuerte impacto en la población y en los sectores económicos, generando pérdidas que superaron los 4.870 millones de dólares en 2011. Esta situación resalta la urgencia de fortalecer la gestión del riesgo ((GTR) gestión del riesgo en Colombia , 2012)

El Cauca se encuentra entre los cinco departamentos con más probabilidades en Colombia de enfrentar sismos e inundaciones de los cuales el municipio de Popayán tiene la sexta pérdida

anual multi amenazas más altas del Cauca con 175.109 millones de pesos. (Jarlin Andrea Riascos Martínez, 2024)

Estudios recientes en Santander de Quilichao resaltan la importancia de integrar la gestión del riesgo como un componente esencial en la planificación territorial. Las comunidades ubicadas en zonas susceptibles a inundaciones han sido identificadas como altamente vulnerables debido a condiciones socioeconómicas desfavorables y a una infraestructura inadecuada (Quiñones, 2021)

En Santander de Quilichao, se han desarrollado estudios básicos y detallados de gestión del riesgo de desastres, incluyendo la identificación de amenazas, vulnerabilidades y riesgos asociados a inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa. Estos estudios han sido fundamentales para la formulación de planes de acción y la implementación de medidas preventivas. (Quilichao, 2020)

El presente estudio, sustentado en los antecedentes previamente descritos, tiene como propósito desarrollar una evaluación integral de la zona expuesta a inundaciones en el municipio de Santander de Quilichao (Cauca). Los resultados obtenidos están orientados a facilitar el diseño de medidas de mitigación más eficaces, así como a fortalecer las capacidades institucionales y comunitarias para una gestión del riesgo más eficiente y sostenible.

Objetivo general.

Realizar un análisis del riesgo de inundación para la microcuenca del municipio de Santander de Quilichao, mediante la herramienta ArcGIS Pro, con el fin de proponer orientaciones iniciales, que, desde el proceso de formación, pueden servir a modo de reflexión sobre la gestión local del riesgo ante eventos climáticos.

Objetivos específicos

1. Generar un mapa básico de riesgos por inundación para la microcuenca del municipio de Santander de Quilichao, Identificando de forma inicial, las zonas con mayor vulnerabilidad, y considerando Variables físicas y climáticas potencialmente conectadas a estos eventos, apoyándose en el uso de la herramienta ArcGIS.

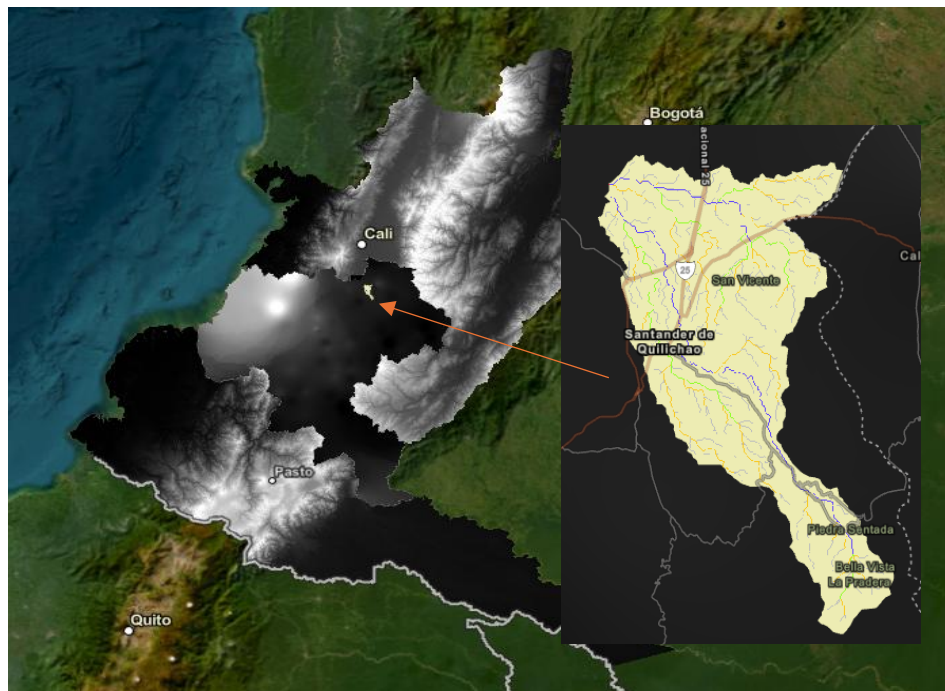
2. Analizar los datos recopilados a través del mapa, con el fin de reflexionar sobre posibles escenarios de riesgo y la importancia de implementar mecanismos de monitoreo que contribuyan a reducir el impacto de las inundaciones en la comunidad.

3. Sugerir algunas observaciones generales a partir del mapa generado, que puedan ser tomadas como Contenido informativo en espacios académicos o comunitarios, haciendo énfasis en el uso de ArcGIS como herramienta de aprendizaje para la gestión del riesgo.

Identificación del caso de estudio

El municipio de Santander de Quilichao abarca una extensión de 518 km², de los cuales aproximadamente 511,16 km² corresponden al área rural, lo que representa el 98,68% del territorio. (Edna Grijalba Moncayo, 2018). El municipio presenta un clima cálido y húmedo, con una temperatura media aproximada de 23 °C. La pluviosidad anual alcanza un promedio de 1800 mm, registrándose dos periodos de lluvias claramente marcados: uno entre marzo y junio, y otro de septiembre a diciembre.

Figura 1
DEM el departamento del Cauca y la cuenca
ubicada de Santander de Quilichao.



Elaboración propia 2025

Para este estudio, se emplearon los datos recopilados mediante el programa de sistemas de información geográfica ARGIS, herramienta que permite identificar zonas, sus delimitaciones, pendientes, acumulación de agua entre muchos otros factores que son importantes para la organización del territorio y la toma de decisiones.

Metodología

El proceso para hallar el riesgo de inundación en la microcuenca y municipio trabajado se da por medio del programar ARGIS el cual es una herramienta diseñada para construir un conocimiento más cerca de lo real de una manera espacial. *“La implementación de los sistemas obedece a la relevancia de codificar y monitorear por medio de las herramientas tecnológicas, la información que se tiene de la estructura geográfica de cada región”* (Ossa, 2011). esto se realiza mediante procesos computarizados diseñando mapas que representan una serie de datos.

Figura 2.
metodología

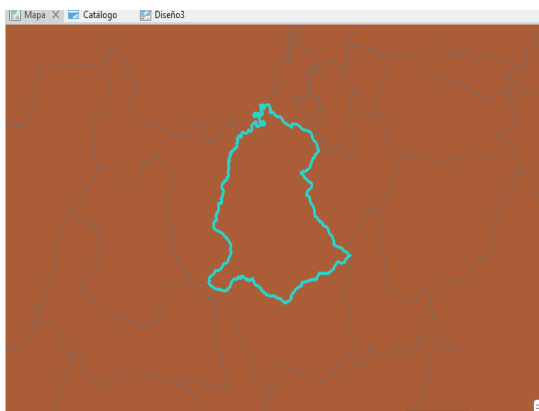


Fuente propia 2025

Resultado

Mediante la ubicación de las coordenadas, En Colombia se utilizan básicamente tres tipos de coordenadas: las cartesianas tridimensionales, las curvilíneas o elipsoidales y las planas de proyección (López Taimal, 2020) las cuales son la forma de ubicar un lugar dentro de la superficie terrestre, tal cual como lo describe (Ramiro Alberdi, 2022) en su libro '*Se configura mediante dos valores angulares -es decir, en sistema sexagesimal- que representan la posición en un par de ejes esféricos imaginarios trazados sobre la superficie terrestre* se procede a dar inicio con la introducción del modelo digital de elevación DEM el cual permite ubicar el departamento y el municipio

Figura 3.
Mapa del municipio de Santander de Quilichao

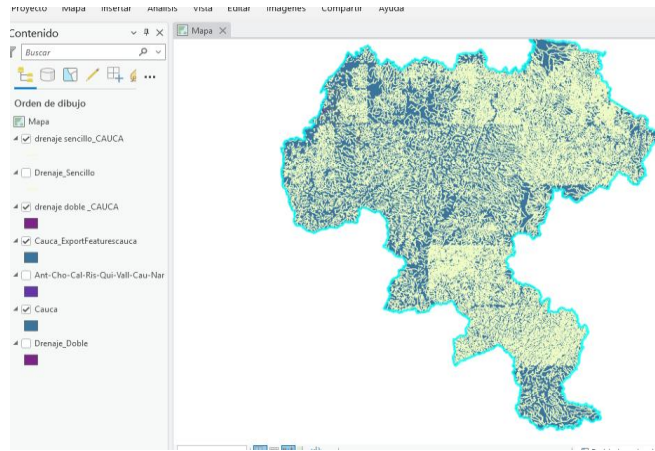


Elaboración propia 2025

Seguido de la ubicación del sector a trabajar, en este caso es la microcuenca la cual se encuentra dentro del municipio en la figura ubicado, se desarrolla las capas vectoriales con geo procesos. *Los mapas digitales con abundantes capas espaciales ayudan a los estudiantes a interpretar objetos geográficos.* (Hiroyuki Y, 2025) esta se basa en la transformación de datos que permiten determinar un área de influencia. También se hace la delimitación de cuencas hidrográficas para obtener al final un mapa en el que se hallen las zonas de producción, áreas ambientales y también las zonas de restricción legal el departamento elegido.

Posterior se realiza el análisis multicriterio con el propósito de conocer el nivel de riesgo a inundación e identificar aquellas zonas con mayor susceptibilidad. Este proceso es acertado para conocer la cantidad exacta de drenajes doble y sencillo existentes, y así poder relacionar la gestión del recurso hídrico en la zona o también apreciar el porcentaje de saturación hídrica en el lugar. (Morales González, 2016).

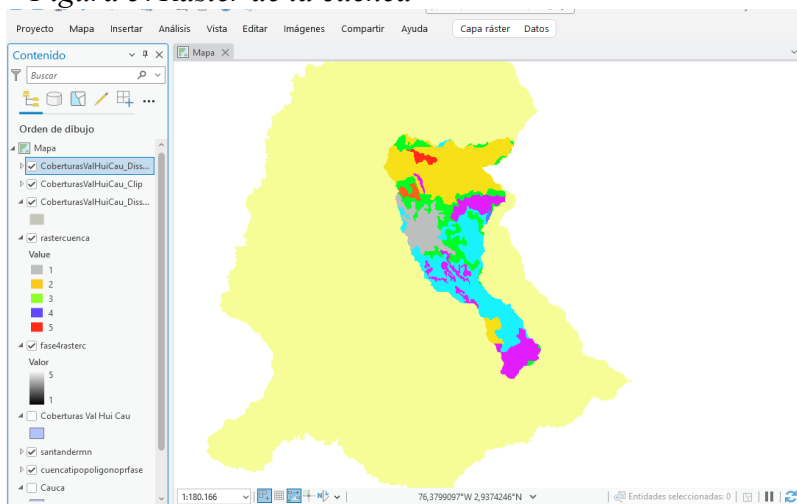
*Figura 4.
Mapa del departamento del Cauca*



Nota: en el mapa se observa la capa de drenajes en todo el departamento del cauca. *Elaboracion propia 2025*

Se procede a realizar el análisis multicriterio para determinar zonas de riesgo por inundación del municipio de Saldaña y de la microcuenca de Santander de Quilichao por medio de la obtención de la **Capa ráster**: Para generar la capa ráster, se incorporan inicialmente el modelo digital de elevación (DEM), la capa de pendientes correspondiente al municipio y la información sobre las coberturas del suelo. Posteriormente, se aplica la herramienta de disolución sobre el archivo vectorial, lo cual permite convertirlo en un formato ráster adecuado para los análisis espaciales posteriores.

Figura 5. Ráster de la cuenca

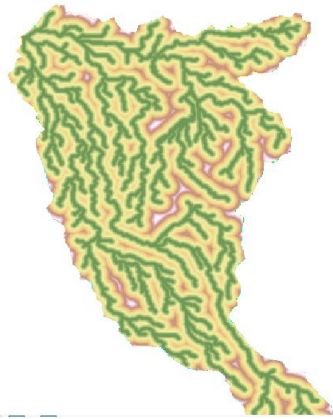


Elaboración propia 2025

Después, se realiza un segundo recorte a la capa para obtener el ráster de la microcuenca. Seguido se calculan las distancias desde los drenajes más cercanos usando la herramienta *Acumulación de distancia*, configurando la capa de drenajes y ajustando parámetros como el tamaño de celda y el sistema de coordenadas a Magna Sirgas CMT12 para obtener la siguiente grafica.

Los mapas de susceptibilidad a inundaciones ayudan a identificar zonas de riesgo, lo que facilita la toma de decisiones informadas en materia de preparación ante desastres, gestión de riesgos y mitigación. (Sujan Shrestha, 2025)

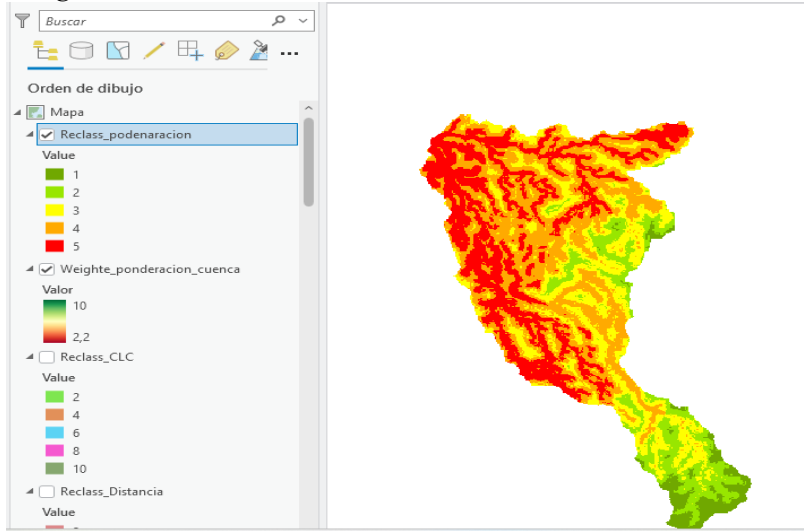
Figura 6. Ráster y drenajes de la cuenca



Elaboración propia 2025

Se aplicó la función de superposición ponderada en el sistema de información geográfica (SIG) para integrar los factores reclasificados, asignando a cada uno su respectiva importancia relativa y sumando los valores obtenidos.

Figura 7. Ponderación de la cuenca



Elaboración propia 2025

La configuración de la simbología se llevó a cabo con el propósito de mejorar la comprensión visual del mapa de riesgo. Esta adaptación permitió resaltar de forma clara las zonas del municipio con mayor y menor grado de amenaza.

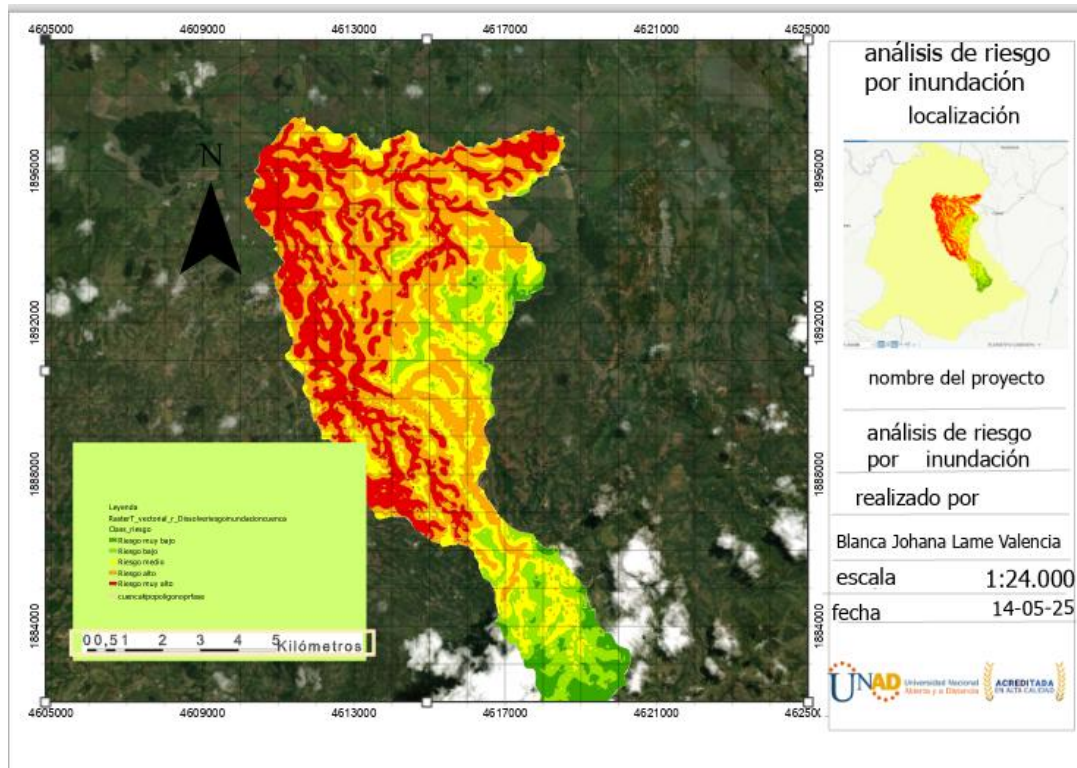
Tabla 1.
Clasificación de valores del riesgo

| Clasificación cualitativa | Valores | Simbología |
|---------------------------|---------|--------------|
| Riesgo muy bajo | 1 | Verde oscuro |
| Riesgo bajo | 2 | Verde claro |
| Riesgo medio | 3 | Amarillo |
| Riesgo alto | 4 | Naranja |
| Riesgo muy alto | 5 | Rojo |

Nota: La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación.

Fuente: guía de actividades UNAD

Figura 8. mapa de la microcuenca de Santander de Quilichao



Elaboración propia 2025

Figura 9.
Grafica de clasificacion del riesgo en santander de quilichao



fuentes propia 2025

Interpretación de resultados para la microcuenca

El 34,9% del territorio analizado se encuentra en riesgo alto, que comprende: la ruta nacional santander -cali, rural villa rica , vereda sanvicente y club los andes y cultivos extensivos de caña.

Un 26,6% en riesgo muy alto, esto comprende el 100% de la zona urbana de santander de quilichao, lo que indica que más del 61% del área está expuesta a condiciones críticas frente a posibles inundaciones. Esta alta proporción implica una urgente necesidad de intervención, especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua, pendientes inestables o áreas con infraestructura débil.

Un 22.3% se encuentra es riesgo medio el cual comprende la vereda Japio que colinda con caloto.

Solamente el 11,3% del área presenta riesgo bajo y un 4,9% riesgo muy bajo, lo cual refleja que las zonas seguras representan menos del 17% del total. Esta limitada cobertura de áreas con baja exposición limita la posibilidad de reubicación de poblaciones vulnerables o el desarrollo de nuevas infraestructuras en condiciones seguras.

Conclusiones

Con base en el ejercicio realizado, fue posible aproximarse a la elaboración de un mapa básico de riesgos por inundaciones en la microcuenca del municipio de Santander de Quilichao, lo cual representa un avance importante dentro del proceso. Si bien los resultados no son definitivos, el uso de ArcGIS pro facilito identificar zonas que, según los datos disponibles, podrían presentar mayor vulnerabilidad frente a episodios naturales.

Más del 60% del área analizada presenta un nivel de riesgo alto o muy alto ante inundaciones, evidenciando una fuerte vulnerabilidad territorial, *“La vulnerabilidad permite determinar la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad.”* (Cortes, 2021) especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua y con pendientes inestables. Esto se debe principalmente por:

La cercanía a cuerpos de agua: la extensa red hídrica que atraviesa el municipio como ríos, quebradas y canales naturales son un factor que hace el sector vulnerable a inundaciones debido a su exposición directa a desbordamientos.

La pendiente del terreno: Aunque este factor tiene una ponderación menor, la morfología del relieve en Santander de Quilichao es determinante para identificar sectores de acumulación de aguas lluvias, así como la dirección y velocidad de escorrentía, lo que influye en la intensidad y extensión de las inundaciones.

La compactación del suelo 25: En cuencas altamente transformadas para cultivos extensivos, según la FAO se ha estimado que la agricultura puede ser responsable de entre **25% y 40%** del incremento en riesgo de inundaciones. El uso constante de maquinaria pesada en cultivos extensivos reduce su capacidad de infiltración de agua. (FAO, 2019)

El estudio de los elementos físicos y climáticos involucrados en la presencia de eventos de inundación ayudó a fortalecer la comprensión sobre la importancia del territorio y su dinámica en la exposición a fenómenos naturales. Aunque el trabajo se construyó con información disponible pero limitada y desde una perspectiva académica, se lograron observar patrones que serían útiles para futuras investigaciones más completas.

El análisis multicriterio realizado con ArcGIS Pro permitió identificar con precisión espacial las zonas de mayor susceptibilidad como es el centro de Santander de Quilichao el cual se encuentra en zona crítica donde se requiere una atención urgente por su alta vulnerabilidad aportando información clave para que se continúe en busca de alternativas y medidas ante una posible inundación.

Recomendaciones

Es prioritario construir obras de drenaje, muros de contención y canales, fortalecer los Planes Municipales de Gestión del Riesgo (PMGRD). El primer paso para avanzar correctamente en la gestión de riesgos es conocer las amenazas, incorporar los nuevos mapas de riesgo y priorizar intervenciones en las zonas identificadas como de muy alto y alto riesgo. (Bello, 2018)

Establecer sistemas de vigilancia climática y de respuesta ante emergencias en las zonas críticas, especialmente durante los periodos de mayor precipitación (septiembre-diciembre).

Evitar nuevos asentamientos humanos en zonas de alto riesgo y promover la reubicación voluntaria de comunidades vulnerables a áreas más seguras, según la clasificación obtenida en el mapa.

Se hace urgente que las entidades competentes, particularmente los organismos encargados del control y prevención de desastres intervengan a tiempo brindando información adecuada y respaldo eficaz a las comunidades, instalación de dispositivos de control, Esto facilitara la prevención de tragedias que abarcan desde la pérdida de vidas humanas hasta los efectos en la fauna, así como eventos de avalanchas o deslizamientos los cuales provocan no solo daños materiales, si no también efectos negativos en el progreso social y ambiental. (Sánchez, 2022)

Desde la perspectiva del análisis realizado, se considera impredecible proponer un plan de desarrollo que incluya el control y la regulación de las construcciones en áreas de alto riesgo. Igualmente es prioritario, la alerta constante de las comunidades, con el fin que comprendan los factores que puedan intensificar los desastres naturales y tomen consciencia sobre el valor de la protección del medio ambiente. (Vahid H, 2020)

Entre los principales aspectos que deben ser abordados con suma urgencia destacan el uso de suelo, los cultivos extensivos, la explotación minera, la actividad pecuaria y el manejo inadecuado de los recursos naturales, especialmente las cuencas hídricas, puesto que estas acciones aumentan las condiciones de riesgo que pueden provocar desastres naturales con mayor rapidez y gravedad.

Referencias bibliográficas

Arismenda, A. E. (2023). *Análisis de los drenajes dobles y sus influencia*
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/60086/jdyandung.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNGRD. (2022) *Riesgo por inundaciones*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20inundaciones.pdf)

Bravo Matamoros, A. D. (2020). *Evaluación de gestión y reducción del riesgo ante inundaciones, en contextos urbanos de la ciudad de Guayaquil, por parte del Municipio de Guayaquil*.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16785/2/TFLACSO-2020ADBMPDF.pdf>

CMGRD, C. M. (2020). *Plan Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres*
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/handle/20.500.11762/28880?show=full>

Cortes, W. C. (2021). *Identificación de los factores de riesgo, causas y afectaciones por inundación, como aporte a la gestión del riesgo y planificación territorial*. Popayan .
https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65608/1/LEYDYTATIANAPAREDES_MORA.pdf

Edna Grijalba Moncayo. (2018). *Plan Agropecuario y Ambiental Santander de Quilichao*
[https://www.santanderdequilichaocauca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN%20AGROPEC](https://www.santanderdequilichaocauca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN%20AGROPECUARIO.pdf)

FAO. (2019). *Reducción del riesgo de desastres en las explotaciones agrícolas*.
<https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/disaster-risk-reduction-in-agriculture/es>

Hiroyuki Y, S. O. (2025). *Evaluating Digital Map Utilization and Interpretation Skills of Students*.
<https://www.mdpi.com/2220-9964/14/2/76>

Jarlin Andrea Riascos Martínez, U. J. (2024). *Uso de sistemas de información geográfica para el análisis del riesgo de inundación en el municipio de Popayan Cauca*
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65563>

- López Taimal, S. M. (2020). *Apoyo a la subdirección de geografía del IGAC en la organización de la información de los archivos análogos y digitales del GIT de producción cartográfica*. <https://repository.udistrital.edu.co/items/3725f27b-3569-4d8d-bd7d-f9d2e3a42745>
- Lozano, E. (2005). *El Tolima tiene 18 municipios en alerta roja por riesgo de deslizamientos*. <https://tolima.gov.co/noticias/7986-el-tolima-tiene-18-municipios-en-alerta-roja-por-riesgo-de-de>
- Morales González, F. A. (2016). *RIULL*. Obtenido de <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/2954>
- Ossa, J. A. (2011). *Los sistemas de información geográfica y los planes de ordenamiento territorial en Colombia. Perspectiva Geográfica*. . <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=404013>
- Quilichao, A. D. S., & Aguilar, M. C. T. (2016). *Alcaldía de Santander de Quilichao*. <https://santanderdequilichao-cauca.gov.co/Transparencia/Manuales/Manual%20de%20Identidad%20Visual%2>
- Quiñones, W. C. (2021). *Identificación de los factores de riesgo, causas y afectaciones por inundación, como aporte a la gestión del riesgo y planificación territorial. Caso de estudio sector piscina municipal, rio Quilichao, área urbana Santander de Quilichao cauca*. Santander de Quilichao. <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/5bd0995215c5680982789ff39170932119f3a2c5.pdf>
- Alberdi, R., & Erba, D. A. (2022). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados al catastro*. Editorial Universidad Católica de Santa Fe. <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=tvZ2EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Introduccion+>
- Sedano Cruz, R. K. (2013). *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. <https://core.ac.uk/download/pdf/14027801.pdf>
- Sanchez Ortiz, J. L. (2024). *Análisis multicriterio del riesgo de inundación en el municipio de Sucre para el ordenamiento agroambiental del territorio*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66491>
- Sánchez, F. &. (2022). *lan de mejoramiento aplicable al sistema de suministro hídrico de las veredas el Arca y Quinamayó municipio de Santander de Quilichao Cauca*. Santander de Quilichao: Doctoral dissertation, Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. <https://repository.uniautonomia.edu.co/xmlui/handle/123456789/742>

Sujan Shrestha, D. D. (2025). *Flood Susceptibility Analysis with Integrated Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process: A Multi-Criteria Framework for Risk Assessment and Mitigation*. <https://www.mdpi.com/2073-4441/17/7/937>

Vahid H, F. V. (2020). *Coastal Flooding Risk Assessment Using a GIS-Based Spatial Multi-Criteria Decision Analysis Approach*. <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/9/2379>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/-k3MflmsumE?si=IkITjhaIAm3SfJsP>