

Análisis del riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, departamento del Huila

Autores

Diego Armando Pérez Losada, daperezlos@unadvirtual.edu.co

Dany Eloisa Nuñez Criollo, denunezc@unadvirtual.edu.co

Deyanira Cerón Ordoñez, dcerono@unadvirtual.edu.co

Marly Marroquín Polanco mmarroquinp@unadvirtual.edu.co

Yudy Alejandra Burbano Semanate, yaburbanos@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa – gina.posada@unad.edu.co

Resumen

Este estudio presenta la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, Huila, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en ArcGIS Pro. Se aplicó una metodología basada en análisis multicriterio para integrar información espacial relevante como datos hidrológicos, topográficos y meteorológicos.

Con la información recopilada, se procesaron los datos para obtener un mapa de riesgo clasificado cualitativa y cuantitativamente. Los análisis permitieron identificar, clasificar y gestionar las zonas vulnerables a inundaciones, facilitando la toma de decisiones en la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial. Se determinaron cinco niveles de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Para su mejor interpretación, se aplicó simbología por colores de acuerdo con cada categoría de riesgo.

Escolano (2015) dice que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) esta designada para que los programas de información sean diseñados para almacenar, analizar, visualizar y comunicar la información geográfica. Es así como la combinación del SIG y el análisis

multicriterio permitió integrar múltiples factores espaciales y socioambientales, generando mapas detallados y bien fundamentados para orientar estrategias de intervención territorial.

Los resultados evidenciaron que el 70.36% del municipio se encuentra en riesgo medio y alto, lo cual representa una alta vulnerabilidad, especialmente en zonas agrícolas, bordes de ríos y áreas pobladas. Un 14.88% del territorio está en nivel de riesgo muy alto, mientras que el 38.03% restante corresponde a zonas de riesgo bajo o muy bajo, localizadas principalmente en sectores montañosos con menor exposición hídrica. El estudio concluye con recomendaciones orientadas al ordenamiento agroambiental y la gestión del riesgo en el territorio.

Palabras clave: *análisis multicriterio, ordenamiento territorial, riesgo de inundación, SIG.*

Introducción

Las inundaciones son fenómenos naturales que generan afectaciones importantes a nivel social, económico y ambiental, especialmente en las zonas rurales y agrícolas (Olanrewaju et al., 2023). Y esto lo afirma IGAC, (2016) e INVEMAR, (2019) que los fenómenos naturales son generados por las importantes afectaciones a nivel social, económico y ambiental en especial en las zonas rurales y agrícolas, en cuanto a los cambios bruscos que se tienen en el cambio climático.

En Colombia, estos eventos se han intensificado por el cambio climático y la inadecuada ocupación del territorio. La disponibilidad de agua en Colombia se logra estimar en un total de 122,5 km³/año, donde se representa el 54% en el sector agrícola, un 29% en la actividad doméstica, industrial 13%, pecuaria 3% y en los servicios un 1%. (Álvarez y Restrepo, 2019; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020; Rodríguez, Delgado y De la Hoz, 2012). En respuesta, el ordenamiento agroambiental y el uso de Sistemas de Información Geográfica

(SIG) se han consolidado como herramientas clave para identificar áreas vulnerables y proponer acciones de mitigación. Como lo afirma Burrough y McDonnell (1998) los sistemas de Información Geográfica (SIG) son unas herramientas de software que facilitan para convertir los datos que son brutos a una información útil para comprender mejor el mundo (Osman, Elhag y Hassan, 2024). Este estudio se enfoca en el municipio de Tarqui, Huila, una zona de alta importancia por sus ecosistemas estratégicos, actividades agropecuarias y áreas de protección ambiental. Considerando las amenazas de origen hidrológico y el uso del suelo, se desarrolló una modelación del riesgo de inundación con el fin de orientar la planificación territorial de forma técnica y preventiva.

Estas aproximaciones permiten integrar información ambiental, social y productiva, facilitando una toma de decisiones más precisa en torno a la gestión del riesgo y el desarrollo territorial sostenible. A través del análisis cualitativo y cuantitativo, fue posible determinar la extensión de las zonas con menor y mayor riesgo de inundación. Este tipo de análisis espacial contribuye a priorizar acciones de intervención y reducir la exposición de comunidades, actividades económicas y ecosistemas frente a eventos de inundación (UNGRD, 2021).

Objetivos

General

Analizar el riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, Huila, durante el primer semestre de 2025, mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Específicos

Identificar las zonas del municipio de Tarqui con mayor y menor vulnerabilidad ante inundaciones mediante análisis espacial.

Aplicar técnicas de conversión y análisis vectorial para la elaboración de mapas de riesgo clasificados cualitativamente.

Formular recomendaciones agroambientales con base en los resultados obtenidos para la gestión del riesgo y la planificación territorial.

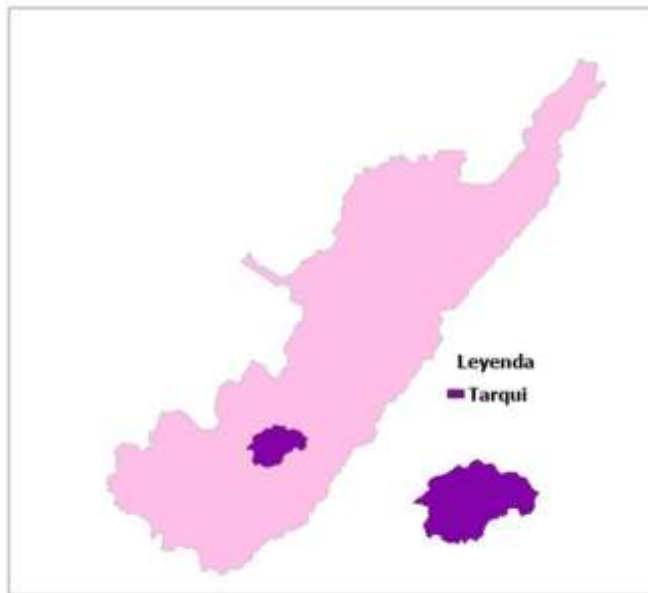
Identificación del caso de estudio

El municipio de Tarqui se ubica en el sur del departamento del Huila (Ver Figura 1), en la región andina de Colombia. Tiene una extensión aproximada de 248 km² y limita con los municipios de Pital, Altamira, Elías, Garzón, Oporapa y Argentina. Presenta una topografía variada, que va desde zonas montañosas en la cordillera Oriental hasta valles interandinos en zonas bajas, lo cual genera una alta diversidad ambiental y una considerable susceptibilidad a amenazas naturales como remoción en masa e inundaciones. Como lo afirma Clarke y Pineda (2007) el deterioro del medio ambiente hace que ocurran los fenómenos naturales eso como inundaciones y deslizamientos, donde se producen graves daños y en ocasiones muchas pérdidas económicas.

Desde el punto de vista climático, Tarqui se clasifica dentro del piso térmico templado-húmedo, con temperaturas promedio que oscilan entre los 18 y 22 °C. La precipitación anual supera los 2.000 mm, siendo los meses de abril y noviembre los más lluviosos. Estas condiciones favorecen la actividad agrícola, pero también aumentan la vulnerabilidad del municipio a inundaciones y deslizamientos. Para este estudio se tomaron los datos del mes de abril, por ser el de mayor acumulación de lluvias, como base para el análisis del riesgo de inundación.

Figura 1.

Ubicación geográfica.



Nota. La ubicación del municipio de Tarquí, Huila. Fuente: Autoría propia, 2025.

En cuanto a su hidrografía, Tarquí cuenta con una red hídrica densa conformada por múltiples quebradas y afluentes que desembocan en el río Magdalena, como las quebradas El Diamante, La Chorrera, El Silencio y Guamal. Estas fuentes hídricas cruzan zonas habitadas y agrícolas, lo que incrementa el riesgo ante eventos de precipitación extrema.

La edafología del municipio está compuesta principalmente por suelos de origen volcánico, fértiles pero susceptibles a la erosión hídrica en pendientes pronunciadas. Estos suelos, junto con el régimen de lluvias, condicionan el tipo de uso del suelo y la vocación agrícola del territorio.

Como lo afirma Collazos y Torres (2012), en el área rural predominan cultivos de café, maíz, arracacha, plátano y pasturas para ganadería, lo que convierte al sector agropecuario en uno de los principales motores económicos del municipio. No obstante, muchos de estos cultivos

se desarrollan en zonas cercanas a fuentes hídricas, lo que los expone a riesgos hidrometeorológicos.

Estas características biofísicas hacen del municipio de Tarqui un territorio complejo y altamente sensible a fenómenos como la inundación, razón por la cual resulta fundamental implementar análisis espaciales que permitan anticipar y mitigar estos riesgos desde una perspectiva de ordenamiento agroambiental. Como lo afirma CORMAGDALENA (2021), realizar una implementación de estrategias para prevenir las inundaciones en las zonas que tienen mayor riesgo, como lo son barreras de materiales y las barreras naturales generan una intervención preventiva.

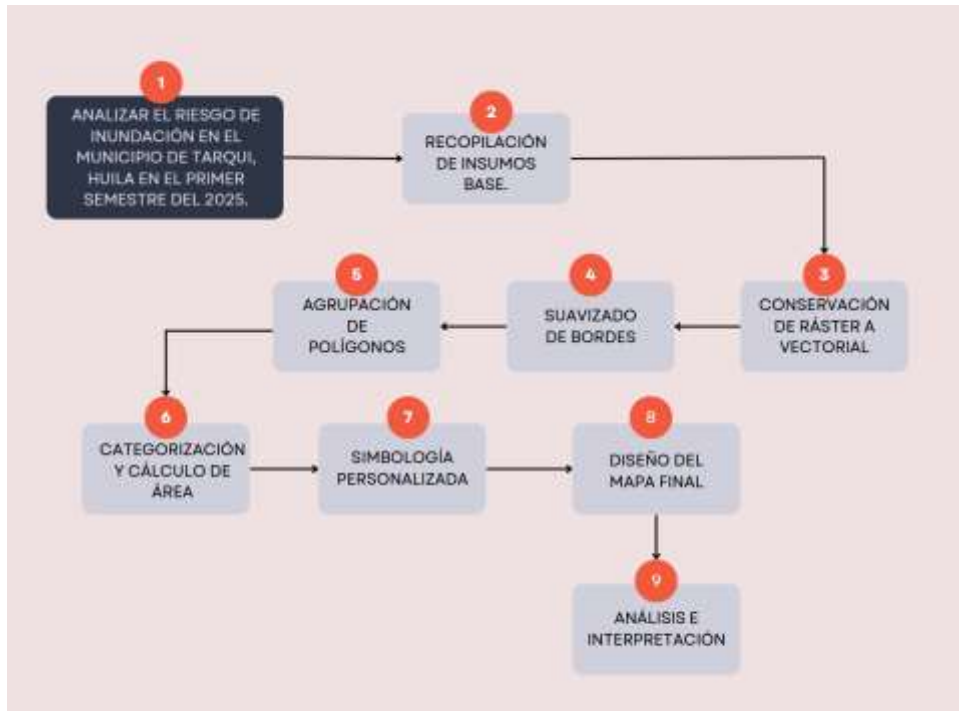
Metodología

Para el presente estudio se realizó una modelación del riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, Huila, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la plataforma ArcGIS Pro basada en algunos pasos teniendo en cuenta la Figura 2.

La metodología empleada se basó en el análisis multicriterio, integrando datos cartográficos y ambientales para identificar las zonas de mayor vulnerabilidad en el territorio. IGAC (2015) dice que la recopilación de información para una simbología responde a las necesidades gráficas de cada uno de los catálogos geográficos, conformando la base de los datos para representar gráficamente la información geográfica digital.

Figura 2.

Pasos metodológicos para la realización del mapa de riesgo de inundación.



Fuente. Autoría propia, 2025.

Según Castillo y Jaramillo (2022) Los Modelos de Elevación Digital (MED) permiten representar con precisión la superficie terrestre, facilitando análisis topográficos y geomorfológicos detallados. En este estudio, se aplicó dicha herramienta sobre información espacial en formato ráster y vectorial, considerando dos enfoques complementarios:



Cualitativo: mediante la interpretación visual de los mapas generados, identificando las zonas críticas con base en la simbología y la categorización del riesgo.


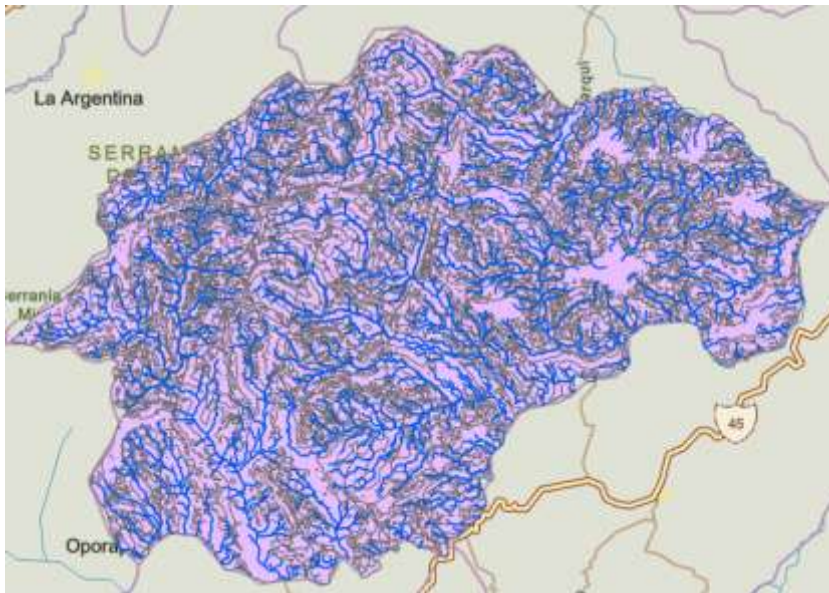
Cuantitativo: a partir del análisis de la tabla de atributos del mapa final vectorial, se calcularon áreas y porcentajes para cada categoría de riesgo.

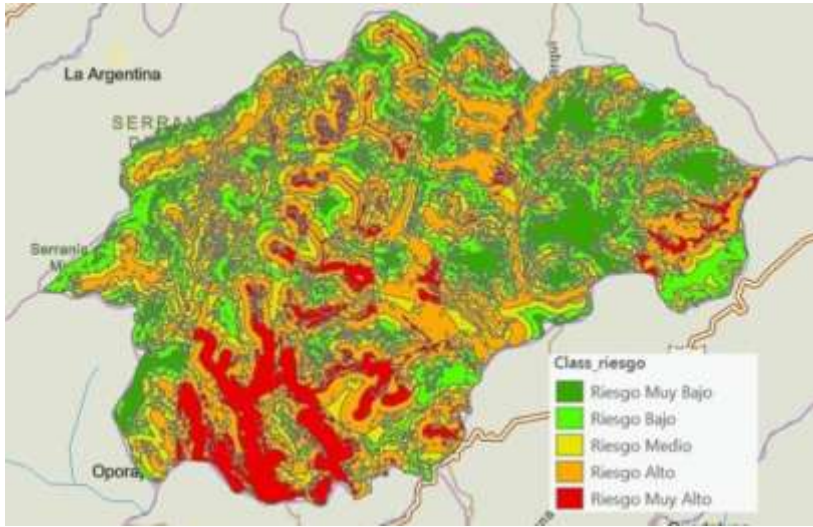
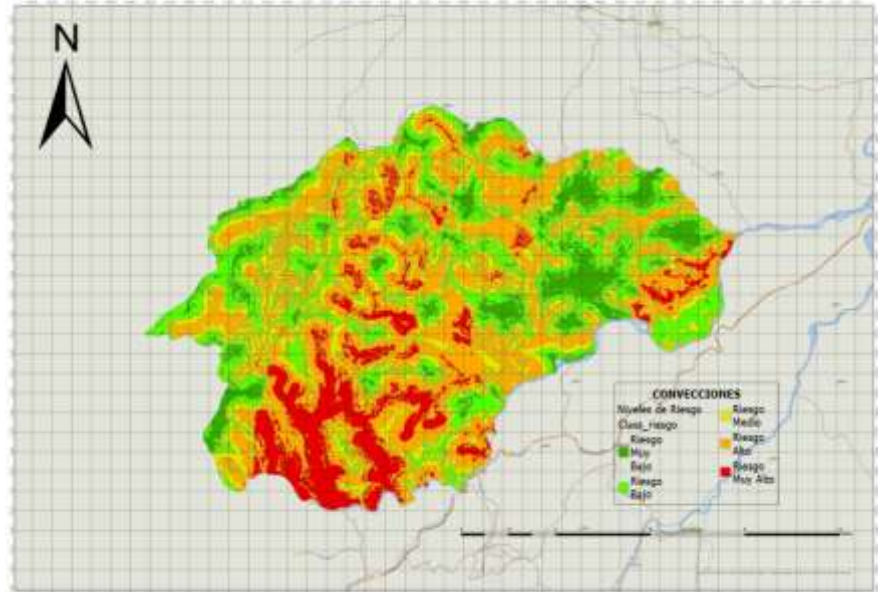
A continuación, se presenta la secuencia metodológica desarrollada para alcanzar los objetivos del estudio (ver Tabla 1):

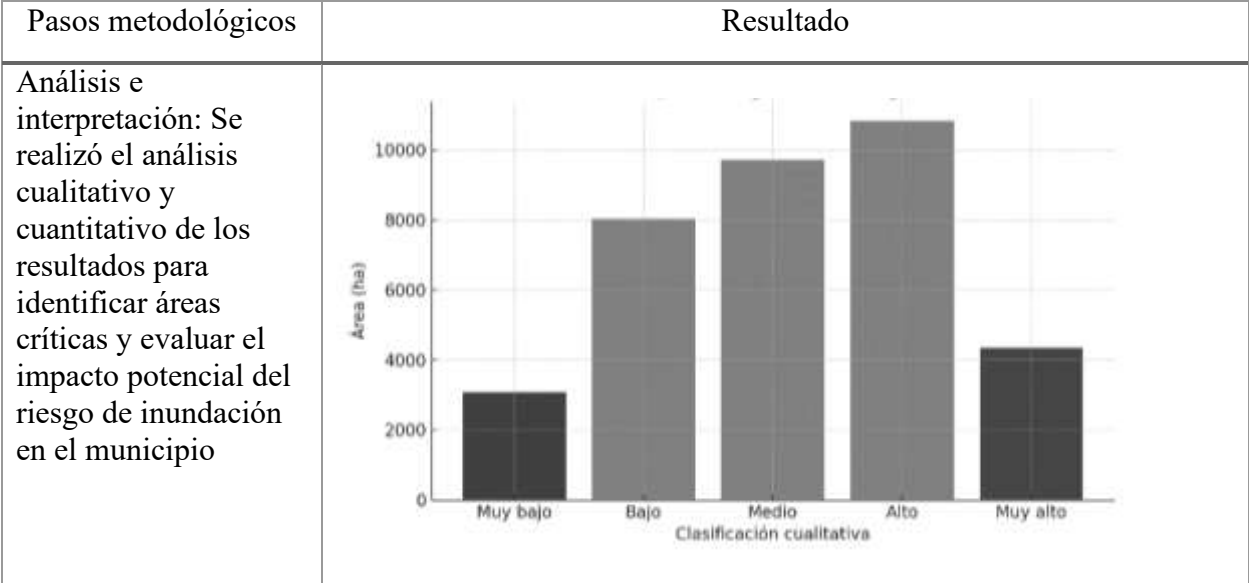
Tabla 1.

Pasos metodológicos para la realización del mapa de riesgo de inundación.

Pasos metodológicos	Resultado
<p>Recopilación de insumos base: Se utilizaron el archivo ráster de riesgo generado en la fase anterior y el shapefile del municipio de Tarqui</p>	 Mapa de riesgo de inundación en formato ráster. El área de estudio, el municipio de Tarqui, está representada por un sombreado que indica el nivel de riesgo, con tonos oscuros (negro) en las zonas de mayor riesgo y tonos más claros (gris) en las zonas de menor riesgo. El mapa incluye etiquetas para 'La Argentina', 'Serranía Miraflores', 'Oporeña' y 'Tarqui'. Una línea de ruta con el número '45' es visible en la parte inferior derecha.
<p>Conversión de ráster a vectorial: Mediante la herramienta Raster to Polygon, se transformó el mapa de riesgo a formato vectorial</p>	 Mapa de riesgo de inundación en formato vectorial. El área de estudio está representada por líneas de contorno que delimitan las zonas de riesgo. El mapa incluye etiquetas para 'La Argentina', 'SERRANÍA MIRAFLORES', 'Serranía Miraflores', 'Oporeña' y 'Tarqui'. Una línea de ruta con el número '45' es visible en la parte inferior derecha.
<p>Suavizado de bordes: Se aplicó el geoproceso Smooth Polygon para mejorar la estética cartográfica</p>	

Pasos metodológicos	Resultado																		
de los polígonos resultantes																			
Agrupación de polígonos: Con la herramienta Dissolve, se unificaron áreas según el atributo "GridCode" que representa la categoría de riesgo																			
Categorización y cálculo de área: Se crearon dos nuevos campos: Class_riesgo, con la clasificación cualitativa (muy bajo a muy alto), y Área (ha), calculada con la herramienta Calculate Geometry	<table border="1" data-bbox="521 1499 1203 1738"> <thead> <tr> <th>OBJETID</th> <th>CLASS_RIESGO</th> <th>ÁREA (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Riesgo Muy Bajo</td> <td>3084,85</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Riesgo Bajo</td> <td>8019,31</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Riesgo Medio</td> <td>9703,98</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Riesgo Alto</td> <td>10827,16</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Riesgo Muy Alto</td> <td>4345,77</td> </tr> </tbody> </table>	OBJETID	CLASS_RIESGO	ÁREA (ha)	1	Riesgo Muy Bajo	3084,85	2	Riesgo Bajo	8019,31	3	Riesgo Medio	9703,98	4	Riesgo Alto	10827,16	5	Riesgo Muy Alto	4345,77
OBJETID	CLASS_RIESGO	ÁREA (ha)																	
1	Riesgo Muy Bajo	3084,85																	
2	Riesgo Bajo	8019,31																	
3	Riesgo Medio	9703,98																	
4	Riesgo Alto	10827,16																	
5	Riesgo Muy Alto	4345,77																	

Pasos metodológicos	Resultado
<p>Simbología personalizada: Se ajustaron los colores de la capa según valores únicos de riesgo para facilitar su interpretación</p>	 <p>Mapa de riesgo de convecciones en un área geográfica. El mapa muestra una distribución de riesgo con una leyenda que indica cinco niveles: Riesgo Muy Bajo (verde oscuro), Riesgo Bajo (verde claro), Riesgo Medio (amarillo), Riesgo Alto (naranja) y Riesgo Muy Alto (rojo). El mapa incluye etiquetas como 'La Argentina', 'SERRANIA', 'Serranía M...', y 'Opora...'. Una leyenda titulada 'Clas_riesgo' muestra los colores correspondientes a cada nivel de riesgo.</p>
<p>Diseño del mapa final: Se elaboró un diseño cartográfico con leyenda, escala, nombre del autor y cuadrícula de coordenadas</p>	 <p>Mapa final de riesgo de convecciones. El mapa está presentado con una cuadrícula de coordenadas, una brújula y una leyenda detallada. La leyenda incluye 'Niveles de Riesgo' y 'Clas_riesgo' con los mismos colores que el mapa anterior. El mapa muestra una distribución de riesgo con una leyenda que indica cinco niveles: Riesgo Muy Bajo (verde oscuro), Riesgo Bajo (verde claro), Riesgo Medio (amarillo), Riesgo Alto (naranja) y Riesgo Muy Alto (rojo). El mapa incluye una brújula y una escala.</p>



Fuente: Autoría propia, 2025.

Resultados y discusión

La modelación del riesgo permitió establecer cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. El análisis de la tabla de atributos evidenció que el 70.36% del territorio del municipio de Tarqui se encuentra en riesgo medio (33.27%) y alto (37.09%). Estas zonas corresponden principalmente a áreas agrícolas, bordes de ríos y zonas urbanas con alta exposición, como los alrededores del casco urbano, la vereda El Viso y sectores cercanos a las quebradas El Diamante y La Chorrera.

El 14.88% del territorio presenta un nivel de riesgo muy alto, lo cual implica una amenaza significativa para comunidades ubicadas en veredas como El Silencio, San Isidro y otras colindantes con fuentes hídricas principales. En estas zonas, las viviendas, cultivos y vías rurales se encuentran expuestas a eventos de inundación severa, especialmente durante temporadas de lluvias intensas.

Por otro lado, el 10.56% y 27.47% del área municipal se clasifican en riesgo muy bajo y bajo, respectivamente. Estas zonas se localizan predominantemente en sectores montañosos o de mayor pendiente, como las veredas El Retiro y La Palma, donde la escorrentía superficial es menor y la acumulación hídrica se reduce.

Estos hallazgos, además de facilitar la priorización de áreas para intervenir, proporcionan información útil para la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio. Como lo afirma Ramírez Viveros, J. A. (2022). Las lluvias intensas saturan el suelo y generan escorrentía, lo que incrementa la presión interna y la erosión en las laderas. Esto reduce la resistencia del terreno, provocando su fractura. Una vez roto, el material se desliza ladera abajo como un flujo, buscando zonas de menor pendiente.

El mapa creado permite identificar regiones que no son adecuadas para ser urbanizadas, determinar áreas para la restauración ecológica y establecer corredores de drenaje natural estratégicos, conectando la gestión del riesgo con la planificación territorial a largo plazo. Además, permiten identificar las áreas críticas del municipio y sirven como insumo clave para priorizar acciones de intervención y gestión del riesgo en los territorios más vulnerables.

Identificación de áreas críticas

A partir del análisis de la tabla de atributo de la capa vectorial generada, se identificaron las áreas clasificadas según cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (Ver Tabla 3). Y se genera la Figura 10, Grafica de barra de áreas (ha) por categoría de riesgo de inundación.

Tabla 3.

Distribución de áreas (ha) por categoría de riesgo.

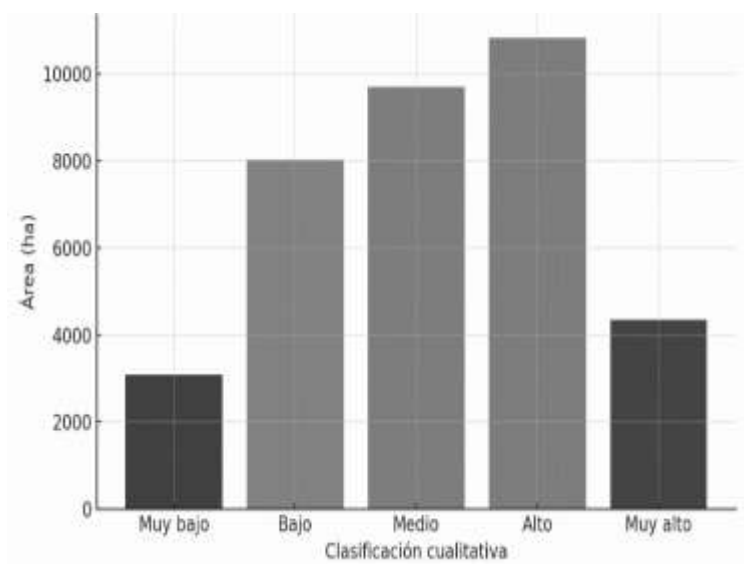
CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)
Muy bajo	3,084.85

CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)
Bajo	8,019.31
Medio	9,703.98
Alto	10,827.16
Muy alto	4,345.77

Fuente. Autoría propia, 2025.

Figura 10.

Grafica de barra de áreas (ha) por categoría de riesgo de inundación.



Fuente. Autoría propia, 2025.

Comparación de resultados e impacto potencial

Al comparar los resultados obtenidos en Tarqui con otros municipios del Huila, como Garzón o La Plata, se evidencia que Tarqui presenta mayores porcentajes en las categorías de riesgo medio (33.27%) y alto (37.09%). En términos absolutos, estas categorías abarcan 9,703.98 ha y 10,827.16 ha, respectivamente, lo que representa más de la mitad del territorio municipal. Además, 4,345.77 ha (14.88%) se clasifican en riesgo muy alto, afectando de forma directa a comunidades rurales y zonas cercanas a fuentes hídricas. Solo el 10.56% (3,084.85 ha) y 27.47%

(8,019.31 ha) del área municipal presentan riesgo muy bajo y bajo, concentrándose principalmente en zonas montañosas con menor acumulación de escorrentía como se indica en la Tabla 4 el porcentaje de las zonas con mayor afectación y así se logra generar la gráfica de barras Figura 11. Esta diferencia sugiere una mayor vulnerabilidad territorial, relacionada con su topografía predominantemente plana en zonas bajas, el uso intensivo del suelo para actividades agropecuarias y la presencia de una densa red hídrica. En contraste, municipios como Garzón, que cuentan con una mayor proporción de áreas de pendiente y suelos forestales, tienden a presentar menor acumulación superficial de agua en temporadas de lluvia (UNGRD, 2021).

El riesgo de inundación en Tarqui implica impactos significativos para distintos sectores teniendo en cuenta el resultado del mapa de inundación Figura 12. Según el IDEAM (2022) Tarqui es uno de los municipios con mayor probabilidad de riesgo de inundación teniendo en cuenta que la cuenca de río Magdalena lo atraviesa de sur- norte, donde en la zona urbana su topografía plan. En el ámbito comunitario, se reporta alta exposición de viviendas rurales y urbanas, afectaciones a vías terciarias y vulnerabilidad en la prestación de servicios públicos. Según el DNP (2018), realizar brechas en las infraestructuras de riesgo, drenaje y protección ayudan a mitigar las inundaciones, esto con el fin de establecer un riesgo menor a las infraestructuras, las vías y puentes ubicados en zonas de riesgo alto y muy alto están expuestos a pérdidas y daños estructurales recurrentes durante eventos de precipitación intensa.

Según Ramírez e Hincapié (2009) en algunas zonas la erosión se constituye a los problemas agrícolas y ambientales importantes, esto debido a las lluvias con gran intensidad y la duración, a la diversidad de los suelos y las fuertes endientes. Desde el enfoque agropecuario, cultivos como café, arracacha, maíz y pasturas, localizados en áreas de riesgo medio y alto, enfrentan amenazas a su productividad, lo que podría afectar la seguridad alimentaria y

económica local. El sector agrícola es uno de los más vulnerables a las inundaciones, y estos daños logran causar pérdidas económicas (Djanibekov et al. 2024: FAO 2021: Koç et al. 2021: English et al. 2021). Las adaptaciones que se tienen en la agricultura por parte de las inundaciones se deben desarrollar mediante las prácticas agrícolas, como lo afirma Thennakoon et al. (2020) las adaptaciones de las prácticas agrícolas, como lo es el cambio de tipos de los cultivos, la diversidad de los cultivos, plantación de árboles y abandono de los campos agrícolas son estrategias importantes para llegar a reducir los impactos negativos en la producción agrícola por el aumento de los fenómenos meteorológicos que se presentan en el cambio climático.

Como lo afirma Fajardo (2022) el riesgo de las inundaciones son amenazas y vulnerabilidad, donde las variables podrían aparecer de distintas formas determinando el territorio. Se identifican posibles alteraciones en las rondas hídricas, pérdida de cobertura vegetal y erosión en zonas planas cercanas a cauces, lo que compromete la estabilidad ecológica de los sistemas locales.

Tabla 4.

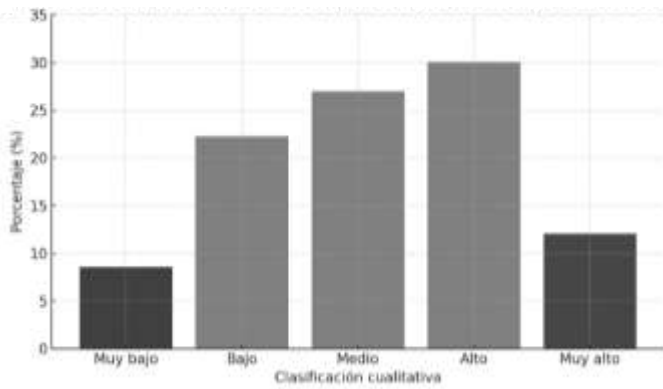
Distribución de riesgo por porcentaje.

<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
Muy bajo	8.57
Bajo	22.29
Medio	26.97
Alto	30.09
Muy alto	12.08

Fuente. Autoría propia, 2025.

Figura 11.

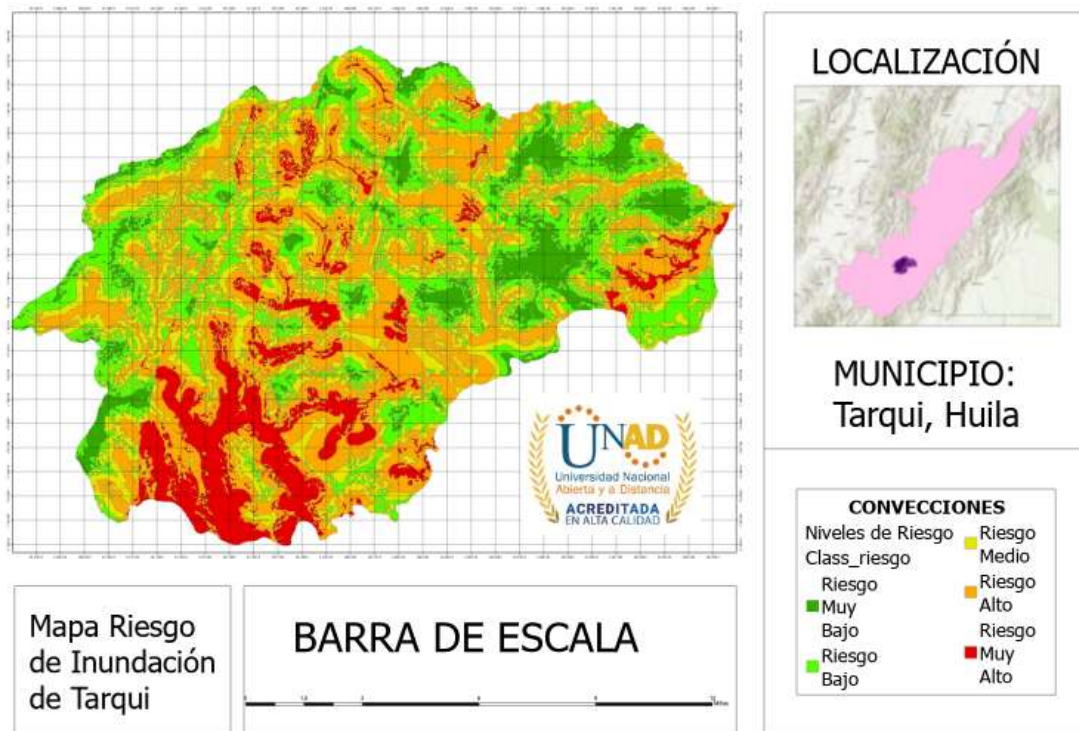
Gráfico de distribución porcentual de áreas por categorías del riesgo.



Fuente. Autoría propia, 2025.

Figura 12.

Mapa de riesgo por inundación en el municipio de Tarqui, Huila.



Fuente. Autoría propia, 2025

Limitaciones del estudio

Aunque el modelo creado facilitó la identificación clara de las áreas de mayor riesgo de inundación en Tarqui, es necesario señalar algunas limitaciones. La exactitud del análisis está vinculada a la calidad y resolución de los datos espaciales utilizados, que en ciertos casos carecen de actualizaciones recientes. Además, la falta de registros históricos específicos sobre eventos de inundaciones dificulta la validación empírica de los resultados obtenidos. Por otro lado, elementos cambiantes como la modificación en el uso del suelo o la variabilidad climática entre años podrían modificar los patrones actuales de riesgo a mediano plazo.

Conclusiones

Teniendo una perspectiva, en la modelación del riesgo de inundación que se realizó en el municipio de Tarqui, Huila, demuestra la efectividad del uso combinado de Sistemas de Información Geográfica SIG y el análisis multicriterio para la evaluación de los riesgos de las zonas o áreas del municipio. Para ello el enfoque metodológico permite identificar las precisiones de las zonas con mayor vulnerabilidad, que para ello se brindó una información valiosa en la toma de decisiones en el ordenamiento agroambiental y en la gestión del riesgo de desastres.

La modelación del riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, Huila, permitió identificar con precisión las zonas de mayor vulnerabilidad, mediante el uso de análisis multicriterio en un entorno SIG. Los resultados cuantitativos mostraron que el 70.36% del territorio se encuentra clasificado en categorías de riesgo medio (33.27%) y alto (37.09%), mientras que un 14.88% corresponde a riesgo muy alto. Estas cifras reflejan una condición de

vulnerabilidad significativa, especialmente en áreas agrícolas, centros poblados y corredores viales expuestos a eventos hidrometeorológicos. La categorización espacial obtenida permite jerarquizar los sectores críticos y orientar la inversión pública en función del nivel de exposición y la concentración de población o actividad económica.

Desde el enfoque cualitativo, el análisis permitió evidenciar que las zonas con mayor riesgo se ubican en áreas planas cercanas a cuerpos de agua, donde confluyen dinámicas humanas como el cultivo de café, arracacha, maíz y pasturas, así como el desarrollo urbano desorganizado. Estas condiciones agravan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, generando afectaciones directas a viviendas rurales, vías terciarias y ecosistemas ribereños. Adicionalmente, se observaron zonas montañosas con menor acumulación hídrica, clasificadas en riesgo bajo o muy bajo, las cuales ofrecen oportunidades para implementar medidas de protección ambiental y estrategias de conservación.

Es así como este estudio demuestra la pertinencia en la metodología en el uso de las herramientas SIG y el análisis multicriterio realizado para la evaluación de los riesgos territoriales. Con una flexibilidad del modelo que es aplicado que para ello permitió integrar las diferentes variables espaciales, reclasificadas y representadas en los productos cartográficos usados para la toma de las decisiones. Teniendo como replica los diferentes enfoques para los otros municipios del Huila y regiones en el país fortaleciendo la capacidad local para prevenir, mitigar y adaptarse en los efectos de desastres naturales con una perspectiva técnica y territorial.

El uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) combinado con análisis multicriterio se consolidó como una metodología eficaz para la evaluación de riesgos territoriales. La flexibilidad del modelo aplicado permitió integrar diferentes variables espaciales, reclasificarlas y representarlas en un producto cartográfico útil para la toma de decisiones en

ordenamiento agroambiental. Además, su pertinencia metodológica permite que este enfoque sea replicable en otros municipios del Huila y regiones del país, fortaleciendo la capacidad local para prevenir, mitigar y adaptarse a los efectos de los desastres naturales desde una perspectiva técnica y territorial.

Recomendaciones

La implementación de las estrategias propuestas logra mostrar un enfoque integral y efectivo para contar con la mitigación de los riesgos de las inundaciones en el municipio de Tarqui, Huila. Las acciones que se basan en los hallazgos de los análisis espacial realizado, como permite identificar la precisión de las zonas con una mayor vulnerabilidad.

Implementar obras de mitigación como canales de desviación y protección de orillas en zonas de riesgo alto y muy alto: Se recomienda la ejecución de intervenciones físicas en sectores estratégicos del municipio donde el análisis espacial identificó acumulación significativa de agua y vulnerabilidad estructural. Estas obras deben incluir canales para redireccionar el flujo hídrico, construcción de jarillones o diques de protección, y estabilización de taludes en áreas cercanas a ríos y quebradas. Esta medida ayudará a controlar el caudal en épocas de lluvia intensa y minimizar el impacto sobre viviendas, cultivos e infraestructura.

Anticipar la reubicación de viviendas e infraestructura en áreas clasificadas como de riesgo muy alto: Las zonas que presentan mayor probabilidad de inundación, especialmente aquellas donde habitan familias o se localizan servicios básicos, deben ser priorizadas para procesos de reubicación preventiva. Esta acción requiere de planificación interinstitucional, diagnóstico socioeconómico de las comunidades afectadas y la identificación de zonas seguras para su reasentamiento. De este modo, se evita la exposición constante de la población y se

protege la vida humana, al tiempo que se reduce la inversión repetitiva en atención de emergencias.

Fortalecer los sistemas de alerta temprana y planes comunitarios de emergencia en barrios y veredas vulnerables: La gestión del riesgo debe incluir una estrategia de preparación comunitaria. Se sugiere implementar sistemas de alerta con sensores o estaciones hidrometeorológicas, capacitación a líderes comunitarios, simulacros periódicos y elaboración de rutas de evacuación. Esto permitirá que la población actúe de manera oportuna en caso de una emergencia, reduciendo significativamente el número de afectados por eventos súbitos de inundación.

Integrar la modelación del riesgo de inundación dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo Municipal: Es fundamental que los resultados de este estudio no se queden en el ámbito académico, sino que sean incorporados formalmente en los instrumentos de planificación municipal. La inclusión del mapa de riesgo y sus implicaciones permitirá orientar decisiones sobre uso del suelo, licenciamiento de construcciones, conservación ambiental y priorización de inversiones. De esta forma, el POT se convierte en una herramienta preventiva, no solo normativa.

Promover la conservación de coberturas vegetales en zonas de recarga hídrica y rondas de quebradas y ríos: Como lo indica Ribas y Saurí (2022) una implementación de programas de conservación y restauración ecológica es una estrategia indispensable para la gestión sostenible del territorio. Estas actuaciones buscan proteger y restaurar ecosistemas. Además, una gestión adecuada puede movilizar de una manera óptima los ciclos hidrológicos en momentos extraordinarios, transformando el fenómeno de un riesgo a un recurso. La vegetación cumple un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico y la contención de procesos erosivos. Se

recomienda implementar programas de conservación y restauración ecológica en las zonas identificadas con riesgo medio, alto y muy alto, priorizando la revegetalización de rondas hídricas y la siembra de especies nativas. Esta medida, además de reducir la escorrentía superficial, contribuye a la protección de la biodiversidad y a la sostenibilidad de las fuentes hídricas locales.

Mitigación con obras físicas: Por ejemplo, en la calle San Isidro, que se encuentra en un área de alto riesgo, se sugiere edificar un canal de contención de alrededor de 400 metros junto al curso de la quebrada El Silencio. Esta obra facilitaría el desvío del exceso de agua durante la temporada de lluvias, disminuyendo el peligro inmediato para las viviendas y las carreteras locales.

Es así como las recomendaciones radica en la integridad y efectividad de las estrategias que son propuestas, donde se dan en la intervención física de mitigación, para la incorporación de los resultados en la planificación municipal y promoción de la conservación ambiental. Las acciones muestran enfoque holístico y sostenible en la gestión del riesgo de inundaciones en el municipio de Tarqui, Huila.

Referencias bibliográficas

- Ahmed, A., Yousif, M., & Elhag, M. (2023). GIS applications in land management: Enhancing flood risk assessment and village replanning. *International Journal of Environmental Science and Development*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2023.14.1.1373>
- Álvarez, D., & Restrepo, J. D. (2019). Vulnerabilidad frente a inundaciones en la cuenca del río Cauca. *Revista Ingeniería y Región*, 11(1), 45–58. <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250980014.pdf>

American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*.

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*.

Oxford University

Press.[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kvoJCAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Burrough,+P.+A.,+%26+McDonnell,+R.+A.+\(1998\).+Principles+of+Geographical+Information+Systems.+Oxford+University+Press.&ots=aME84jv3KC&sig=5WkLAcuShjD0342CAO2SJUN_Z0](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kvoJCAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Burrough,+P.+A.,+%26+McDonnell,+R.+A.+(1998).+Principles+of+Geographical+Information+Systems.+Oxford+University+Press.&ots=aME84jv3KC&sig=5WkLAcuShjD0342CAO2SJUN_Z0)

Castillo Ramírez, L. V., & Jaramillo Bandera, D. C. (2022). Modelos digitales de elevación para el análisis de la precisión de La Región Caribe de Colombia [Tesis de pregrado,

Universidad Antonio Nariño]. *Repositorio UAN*.

<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7517>

Clarke, C., & Pineda, C. (2007). Riesgo y desastres Su gestión municipal en

Centroamérica.<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Riesgo-y-desastres-Su-gesti%C3%B3n-municipal-en-Centroam%C3%A9rica.pdf>

Collazos, N y Torres, M (2012). Plan de desarrollo municipal. *Consejo municipal de Tarqui Huila*.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/21773/25666-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORMAGDALENA. (2021). Informe de gestión integral de cuencas del Magdalena.

https://www.corpamag.gov.co/archivos/planes/GP_20220316145007-1.pdf

Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2018). Guía metodológica para la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial.

<https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Manual%20Plan%20de%20ordenamiento%20departamental.pdf>

Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 8, pp. 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147->

English BC, Smith AS, Menard RJ, Hughes DW, Gunderson M (2021) Estimated economic impacts of the 2019 Midwest floods. *Econ Disaster Clim Chang* 5:431–448. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-021-00095-2>

Escolano Utrilla, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano Utrilla (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). *Prensas de la Universidad de Zaragoza*. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

Fajardo, C. L. V. (2022). La Caracterización Hidrográfica y su Influencia en la Evaluación del Riesgo de Inundación. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(8), 1575-1594. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042736>

FAO (Food and Agriculture Organization) (2021) The impact of disaster and crises on agriculture and food security: 2021. *FAO*: Rome, pp 212. <http://www.fao.org/3/cb3673en/cb3673en.pdf>.

IDEAM. (2022). Informe sobre el estado de los recursos hídricos en Colombia. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. <https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-09->

[05/anexo_8b_municipios_susceptibles_al_desabastecimiento_hidrico_en_temporada_de_luvia_y_afectacion_por_erosion_hidrica_potencial_2022_0.pdf](#)

IGAC. (2015). Cartografía básica y temática para ordenamiento territorial. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*.

https://www.igac.gov.co/sites/default/files/transparencia/normograma/igac_cr_ordenamie_ntoterritorial_v1.0_0.pdf

IGAC. (2016). Manual técnico para el uso de Sistemas de Información Geográfica. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. <https://www.igac.gov.co/>

INVEMAR. (2019). Atlas de amenaza por cambio climático en Colombia. *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras*.

<https://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/871>

Koç G, Natho S, Thieken AH (2021) Estimating direct economic impacts of severe flood events in Turkey (2015–2020). *Int J Disaster Risk Reduct* 58:102222. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.ijdrr.2021.102222>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Estrategia Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co>

Olanrewaju, R. M., Adebayo, S. B., Olaniyan, O. I., & others. (2023). Impacts of floods on agriculture-dependent livelihoods in Sub-Saharan Africa: An assessment from multiple geo-ecological zones. *Land*, 12(2), 334. <https://doi.org/10.3390/land12020334>

Ramírez Viveros, J. A. (2022). Diagnóstico de la estabilidad del talud y las obras de contención necesarias para prevenir deslizamientos generados por los movimientos en masa en la ladera del Río Molino, ubicada en el barrio Camilo Torres, municipio de Popayán–Cauca (Doctoral dissertation, Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ciencias Ambientales y

Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria).

<https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/731/T%20IA-P%20199%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramírez, F. A., & Hincapié, E. (2009). Riesgo a la erosión en la zona cafetera central del departamento de Caldas. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/152>

Ribas Palom, A., & Saurí Pujol, D. (2022). Las soluciones basadas en la naturaleza como estrategias en la gestión del riesgo de inundación. *Cuadernos De Geografía De La Universitat De València*, (108-9), 819–832. <https://doi.org/10.7203/CGUV.108-9.23829>

Rodríguez, D. J., Delgado, A., & De la Hoz, F. (2012). Per capita water availability in Colombia. In *Water resources management in Colombia*. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/figure/Per-capita-water-availability-in-Colombia_fig1_230846980

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>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/fBbDte4MNwQ>