

Análisis multicriterio para determinar zonas de vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de Tarqui, departamento del Huila.

Autores

Briyith Dayhana Bolaños Realpe bdbolanosr@unadvirtual.edu.co¹

Karen Julieth Quintero Pérez. kjquinterop@unadvirtual.edu.co⁴

Maribel Rivera Robis. mriveraro@unadvirtual.edu.co²

Yilander Chantre Riascos. ychantrer@unadvirtual.edu.co⁵

Yuritza Vanessa Ordoñez Rivera. yvordonezr@unadvirtual.edu.co³

Docente

Gina Carolina Posada Correa. gina.posada@unad.edu.co

Resumen

Las inundaciones son una amenaza constante en Colombia, y el departamento del Huila, el municipio de Tarqui, no es la excepción. Debido a su topografía y la influencia de la quebrada El Hígado, es especialmente vulnerable. Este estudio se propuso analizar el riesgo de inundación en Tarqui mediante un análisis multicriterio, buscando identificar las zonas más expuestas.

La metodología se basó en la recolección de datos geoespaciales (DEM, pendientes, precipitaciones, drenajes, cobertura del suelo) y su procesamiento con ArcGIS Pro. Se realizaron reclasificaciones de cada variable y una suma ponderada para determinar los niveles de riesgo. El mapa resultante categorizó el territorio en cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Los hallazgos son significativos: el 41.2% del área de Tarqui (casi 15,000 hectáreas) se clasifica con riesgo alto o muy alto, concentrándose en el occidente del municipio. El 22.6% tiene riesgo medio, y el 36.1% bajo o muy bajo. El casco urbano, especialmente cerca de la quebrada El Hígado y el Zanjón del Toro, así como comunidades rurales, infraestructura y sistemas agropecuarios, son los más impactados. El estudio resalta la urgencia de implementar estrategias de prevención y mitigación para proteger a la población y los ecosistemas.

Palabras claves: Análisis multicriterio, geoprocесamientos, inundación, sistemas de información.

Introducción

Las inundaciones se han convertido en una amenaza recurrente y significativa en Colombia, afectando extensas áreas geográficas y a un amplio rango de su población. Este fenómeno natural, ocasionado en muchos casos por factores antropogénicos como la deforestación y la ocupación inadecuada del territorio, genera graves consecuencias económicas, sociales y ambientales en el país. IDEAM, (2020).

Para contrarrestar las inundaciones, se han creado sistemas de alerta temprana, si bien la información que proporcionan tiende a estar desorganizada. En el contexto colombiano, el IDEAM ha abordado esta dispersión con la plataforma FEWS, que consolida y facilita el acceso a datos cruciales de las cuencas, incluyendo niveles de ríos, caudales y registros de precipitaciones. Chanchi *et, al.* (2023).

Un informe de la UNESCO de 2002 revela que las inundaciones son el tipo de desastre relacionado con el agua más prevalente a nivel mundial, representando la mitad de todos los

incidentes, una cifra mayor que la de hambrunas, sequías y epidemias combinadas. El departamento del Huila, ubicado en la región andina colombiana, no es ajeno a la problemática de las inundaciones, las cuales representan un riesgo significativo para sus municipios, especialmente aquellos localizados en las zonas aledañas a importantes fuentes hídricas como el río Magdalena y sus numerosos afluentes Gobernación del Huila, (2019). La variabilidad climática, sumada a prácticas de uso del suelo que incrementan la vulnerabilidad, como la deforestación en zonas de ladera y la construcción en áreas de riesgo, han contribuido a la recurrencia de eventos de inundación con impactos considerables en la agricultura, la infraestructura y el bienestar de sus habitantes Corpoamazonia y CAM, (2021).

A nivel mundial, la evaluación del impacto del cambio climático se aborda tanto con estudios regionales como con revisiones amplias que ofrecen una visión global. En Europa, por ejemplo, los datos observados muestran un aumento en las precipitaciones extremas, aunque no una tendencia clara en los caudales extremos. No obstante, las proyecciones climáticas a través de modelos sí confirman el incremento general de lluvias intensas y sugieren impactos significativos (tanto aumentos como disminuciones) en los caudales máximos. Villamizar *et, al.* (2019)

Tras las cuantiosas pérdidas causadas por el fenómeno de La Niña entre 2010 y 2011, y en línea con la colaboración en gestión del riesgo de desastres que el Banco Mundial ha mantenido con el gobierno colombiano desde 1999, el Departamento Nacional de Planeación solicitó el apoyo del Banco. El objetivo fue realizar una evaluación exhaustiva de las políticas de gestión del riesgo y formular recomendaciones estratégicas a corto y largo plazo para reducir el impacto de los desastres en la población y la economía. Campos *et, al.* (2012). Por lo tanto, el análisis de las causas, la evaluación de los daños y la implementación de medidas de prevención

y mitigación se tornan esenciales para fortalecer la resiliencia de las comunidades huilenses frente a esta amenaza natural.

Del mismo modo, el municipio de Tarqui, ubicado en la zona centro-sur del departamento del Huila, enfrenta una amenaza constante de inundaciones, principalmente debido a la dinámica hidrológica de la quebrada El Hígado y otros afluentes que surcan su territorio (Alcaldía de Tarqui, s.f.). La topografía montañosa combinada con periodos de lluvias intensas, cada vez más frecuentes debido al cambio climático, incrementa el riesgo de desbordamientos y avenidas torrenciales que afectan tanto la zona urbana como las áreas rurales del municipio IDEAM, (2020). Además, factores como la deforestación en las partes altas de las cuencas y la ocupación de zonas de ronda hídrica contribuyen a la vulnerabilidad del territorio frente a estos eventos. Corpoamazonia y CAM, (2021).

Del mismo modo, el cambio climático es un tema ampliamente documentado, con numerosos estudios que detallan sus impactos en forma de eventos extraordinarios que alteran significativamente la vida cotidiana de las personas a nivel mundial. Muñoz *et, al.* (2021). Comprender la naturaleza y los factores que aumentan el riesgo de inundaciones en el municipio de Tarqui es fundamental para implementar estrategias efectivas de prevención, mitigación y adaptación que protejan a la comunidad y sus medios de vida. A diferencia de los métodos tradicionales, que consistían en edificar estructuras para el control fluvial e ignoraban la vulnerabilidad, la gestión del riesgo de inundaciones es hoy el enfoque dominante en gran parte del mundo. Esta estrategia moderna representa un progreso sustancial para abordar las repercusiones de las inundaciones. Disse *et, al.* (2020).

La gestión del riesgo de desastres, incluyendo las inundaciones, se basa en un enfoque integral que abarca el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.

Desde una perspectiva más amplia, Lavell y Argüello (2003) definen la gestión del riesgo como un proceso social complejo que busca no solo reducir los riesgos existentes, sino también impulsar la creación de nuevas oportunidades de producción y asentamiento en el territorio. Cárdenas. (2018).

Se están estableciendo más Centros de Apoyo a la Conservación de la Tierra (CAT) en Colombia, Honduras, Guatemala y Nicaragua. Estos países han comprendido la importancia de crear mecanismos que permitan a investigadores y agricultores intercambiar ideas, y que estos últimos elijan opciones para mejorar su gestión con base en mejores pronósticos meteorológicos y climáticos, así como en la comprensión de cómo el clima y el tiempo afectan sus cultivos. Boshell *et, al.* (2018).

Para Tarqui, con antecedentes de inundaciones por quebradas como El Hígado y el Zanjón del Toro, así como la influencia del río Magdalena, es fundamental implementar medidas como:

1. Prevención del Riesgo

La prevención se enfoca en evitar que se creen nuevas condiciones de riesgo.

- Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo:
 - Restricción de uso en zonas de alto riesgo: Identificar y delimitar rigurosamente las áreas con alta amenaza de inundación (como las riberas de las quebradas El Hígado, Zanjón del Toro y el río Magdalena) y restringir o prohibir la construcción de nuevas viviendas o infraestructuras en ellas.
 - Zonas de aislamiento: Establecer franjas de protección obligatorias a lo largo de los cuerpos de agua, libres de construcciones y que actúen como corredores biológicos y de expansión para las crecientes.

2. Mitigación del Riesgo

La mitigación busca reducir la vulnerabilidad de la población y los bienes expuestos, así como disminuir la magnitud de los impactos cuando ocurre una inundación.

- Obras de control y encauzamiento:

- Canalización y rectificación: En puntos críticos de las quebradas El Hígado, Zanjón del Toro y otros afluentes, construir muros de contención, estructuras de encauzamiento para controlar el flujo del agua y proteger áreas urbanas o rurales.

- Limpieza de cauces: Mantener limpias las quebradas y ríos de sedimentos, troncos y basuras que puedan generar represamientos o reducir la capacidad de flujo, lo que es un problema recurrente en el Huila y se ha mencionado en Tarqui.

Objetivos

General

Analizar el riesgo de inundación en el municipio de Tarqui, Huila, mediante un análisis multicriterio que permita identificar las zonas vulnerables frente a eventos de inundación

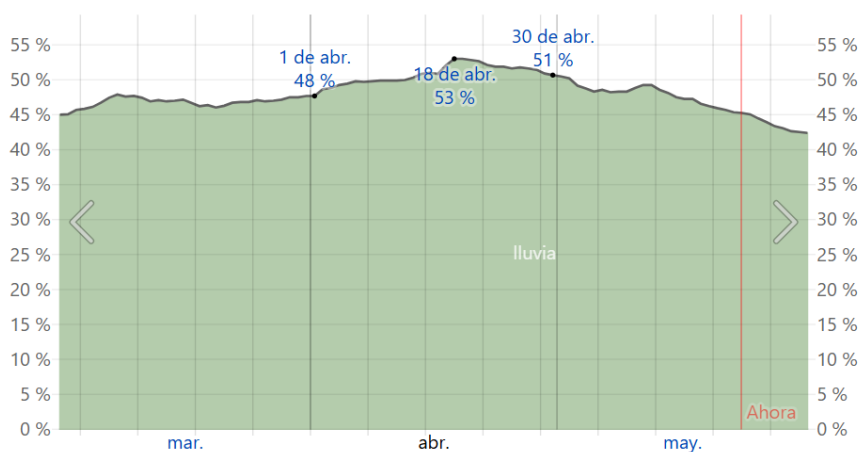
Específicos

- Identificar las zonas con mayor riesgo de inundación en el municipio de Tarqui Huila.
- Delimitar las zonas de riesgo de inundación en diversas áreas del municipio, tomando como criterio las características de precipitación.
- Diseñar estrategias que permitan mitigar y reducir la vulnerabilidad frente a las inundaciones en el municipio de Tarqui.

Minas y Tinco al norte. La ubicación de Tarqui dentro de un sistema de valles delimitado por una importante cordillera y el río más significativo de Colombia influye profundamente en su topografía, condiciones climáticas y potencial para actividades agrícolas y rutas de transporte históricas. Andrade, (2017).

Figura 2.

Precipitación en Tarqui mes de abril.



Nota: La figura 2. Muestra el porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas. WeatherSpark.com

El municipio está subdividido en 55 veredas, que son distritos o aldeas rurales. La división de Tarqui en un área urbana central y numerosos centros poblados y distritos rurales más pequeños sugiere una distribución de población relativamente dispersa, con diferentes niveles de acceso a los servicios urbanos dependiendo de la ubicación específica dentro del municipio. Alcaldía Tarqui. (2018)

El centro urbano de Tarqui exhibe dos zonas topográficas distintas: un área norte caracterizada por un terreno ondulado y un área sur que es relativamente plana, posiblemente influenciada por inundaciones históricas o la proximidad del río Magdalena. El municipio cuenta con zonas designadas para la conservación de sus recursos naturales, incluyendo el

ecosistema de la Serranía de las Minas y el Parque Natural Municipal de Tarqui. El establecimiento de zonas de conservación ambiental refleja un compromiso con la preservación de la biodiversidad y la integridad ecológica del municipio. Estas áreas también tienen el potencial de servir como atracciones clave para iniciativas de ecoturismo y educación ambiental. Osorio (2014).

Del mismo modo, la producción agropecuaria de Tarqui, Huila, pilar fundamental de su economía y sustento de numerosas familias, se encuentra particularmente vulnerable a los impactos de las posibles inundaciones. Los cultivos de uva, café, plátano, caña panelera, cacao y aguacate, junto con la ganadería, que predominan en el municipio, pueden sufrir pérdidas devastadoras por la inundación de tierras, la destrucción de infraestructuras agrícolas, la erosión del suelo y la pérdida de ganado. La afectación de las quebradas El Hígado y Zanjón del Toro, así como las crecientes del río Magdalena, no solo implican la destrucción directa de cosechas y animales, sino también la interrupción de cadenas de suministro, el daño a vías terciarias que impiden la comercialización de productos y el aumento de enfermedades en los cultivos y el ganado. Esta exposición constante a las inundaciones amenaza la seguridad alimentaria local, la estabilidad económica de los productores y la capacidad de desarrollo a largo plazo del sector agropecuario del municipio de Tarqui.

Características biofísicas e hidrográficas del área de estudio

El municipio de Tarqui, presenta una geografía diversa y compleja, marcada por la interacción entre zonas de ladera y sectores planos, que condicionan tanto su topografía como la dinámica hídrica. Se emplaza entre la ramificación de la cordillera Central y la margen izquierda del río Magdalena, dentro de una depresión geográfica, a los pies del Cerro de San Joaquín, y limita al norte con las quebradas Oporapa, Lagunilla, Minas y Tinco (Alcaldía de Tarqui, 2012).

Topográficamente, el municipio presenta dos zonas morfológicas bien diferenciadas; una zona con pendientes abruptas, que descienden desde el Zanjón del Toro hacia el oriente. Y una segunda zona más plana, ubicada al sur del zanjón y que se extiende hasta el límite del casco urbano, con mayor susceptibilidad a inundaciones, especialmente en sectores cercanos a la ribera del río Magdalena. Vera *et, al.* (2003). Esta red hídrica, sumada a la morfología del terreno, genera condiciones favorables para la escorrentía superficial y acumulación de agua, elementos claves en el análisis de riesgo por inundación.

Metodología

Este trabajo está basado en un análisis multicriterio como se observa en la figura 1. (es todo aquel proceso analítico que permite identificar diversas soluciones ante un problema, utilizando principalmente variables cartográficas como datos de partida. González Valencia, J. (2006)

Con este análisis se pudo evaluar el riesgo de inundación del Municipio de Tarqui – Huila, ya que cuenta con diferentes zonas topográficas. Por tal motivo es importante conocer la vulnerabilidad de inundaciones de este municipio, los siguientes pasos fueron:

Figura 3.

Diagrama de flujo de la metodología

Análisis multicriterio para determinar zonas de vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de Tarqui, departamento del Huila.



Nota: La figura 3. Muestra el diagrama paso a paso empleado en la metodología. Fuente:

Autoría propia.

Paso 1. Recolección de datos.

Los datos geoespaciales fueron dispuestos por el tutor a cargo, Como lo son:

Datos ráster (DEM modelos de elevación, pendientes, precipitaciones (abril), etc.).

Datos vectoriales tipo Shapelite ver tabla 1 (Croquis del municipio, cobertura de tierras, distancia entre drenajes, etc.).

Tabla 1.

Datos geoespaciales.

<i>Modelo Ráster</i>	<i>Modelo Vectorial (Shapelite)</i>
DEM (Modelo de elevación)	Croquis del Municipio de Tarqui

<i>Modelo Ráster</i>	<i>Modelo Vectorial (Shapelife)</i>
Pendientes	Coberturas de Tierras
Precipitaciones (abril 2024)	Distancia entre drenajes

Nota: La tabla 1. Muestra los datos geoespaciales en modelo ráster y Modelo vectorial.

Fuente: Autoría Propia.

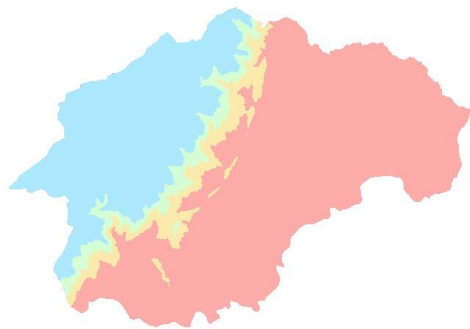
Posteriormente, se procede hacer la ejecución de los datos, por ende, se utiliza el software ArcGIS Pro versión 3.4.3, licencia dada por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Con estos datos se puede conocer las proximidades de las afluentes hídricos y el nivel de riesgo que puede tener para una inundación.

Paso 2. Procesos en el software de ArcGis Pro.

Como los datos son del Municipio de Tarqui-Huila, se procede a realizar la ejecución de los geoprosos. Ya con todas las capas ejecutadas se realiza una reclasificación en el software de cada uno del geo proceso como se visualiza en las siguientes figuras.

Figura 4.

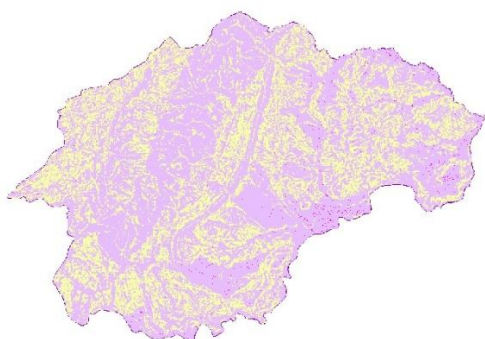
Reclasificación del Modelo de Elevación (DEM) del Municipio de Tarqui-Huila.



NOTA: La figura 4, muestra el resultado de la reclasificación del modelo de elevación DEM del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Figura 5.

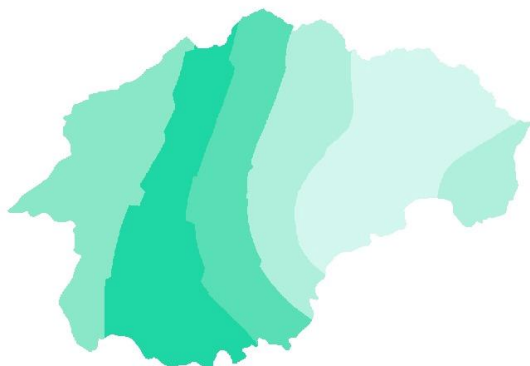
Reclasificación de las Pendientes del Municipio de Tarqui-Huila.



NOTA: La figura 5, muestra el resultado de la reclasificación del ráster de pendientes del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Figura 6.

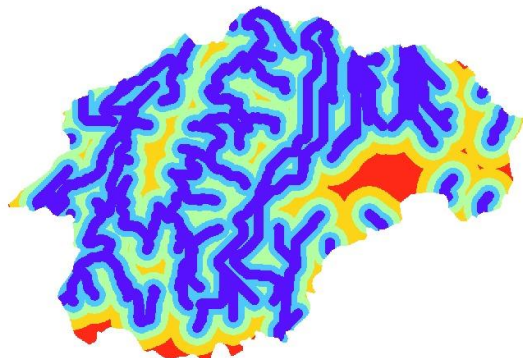
Reclasificación de precipitaciones en el mes de abril del año 2024 en el Municipio de Tarqui – Huila.



NOTA: La figura 6, muestra el resultado de la reclasificación del ráster de precipitación del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Figura 7.

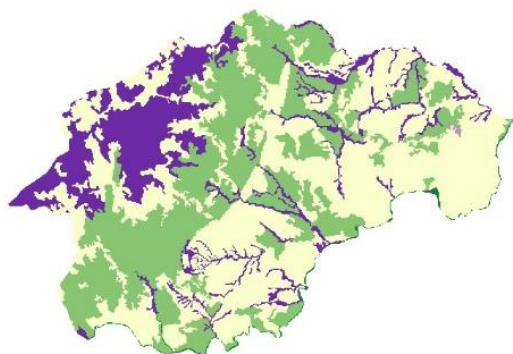
Reclasificación de distancia entre drenajes en el Municipio de Tarqui – Huila.



NOTA: La figura 7 muestra el resultado de la reclasificación de las distancias de los drenajes del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Figura 8.

Reclasificación de coberturas de tierra en el Municipio de Tarqui – Huila.



NOTA: La figura 8, muestra el resultado de la reclasificación de las coberturas de tierras del municipio de Tarqui con el ajuste de la simbología. Fuente: Autoría propia, 2025.

Paso 3. Suma Ponderada y reclasificación.

Para obtener el riesgo de inundación, se procede a ejecutar el geoproceso de suma ponderada en donde se clasifica cada una de las capas de reclasificación con unos porcentajes.

En los cuales los porcentajes se dividen en 100 como se muestra en la tabla 2. y se realizan los geoprosesos en el software.

Tabla 2.

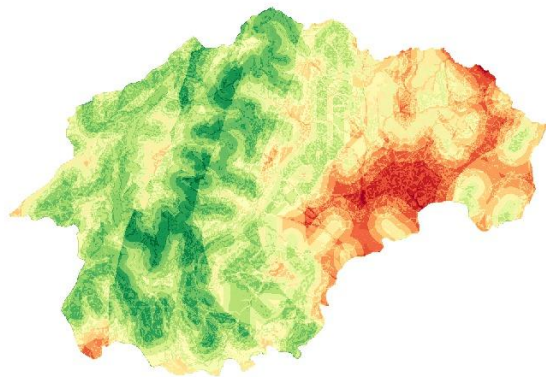
Criterios para el riesgo de inundación.

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

Nota: La tabla 2, se muestra los cinco factores de análisis de riesgo de inundación y su porcentaje. Se reclasifica por riesgo de inundación por diferentes colores. Fuente: Guía de actividades UNAD.

Figura 9.






Suma ponderada de riesgo de Inundación del Municipio de Tarqui – Huila.



NOTA: La figura 9, muestra el resultado de la ponderación del riesgo por inundación del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Tabla 3.

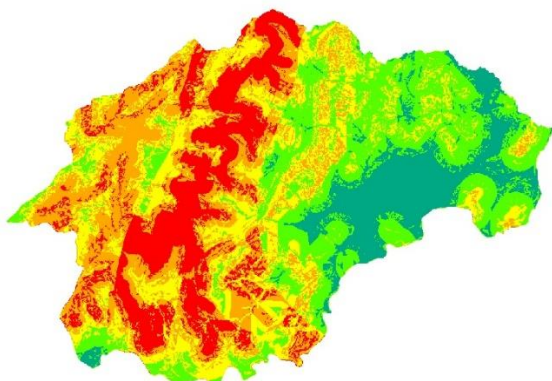
Reclasificación de riesgo de inundación.

Valores	Simbología
1	
2	
3	
4	
5	

Nota: La tabla 3, muestra la reclasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y con cinco colores diferentes. Fuente Guía de actividades UNAD.

Figura 10.

Reclasificación de suma ponderada del Municipio de Tarqui – Huila.



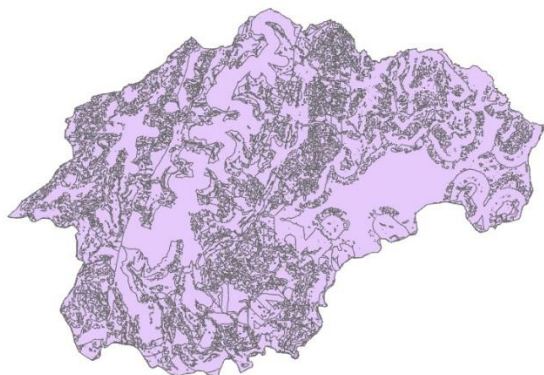
NOTA: La figura 10, muestra el resultado de la reclasificación del riesgo por inundación del municipio de Tarqui con el ajuste de la simbología. Fuente: Autoría propia, 2025.

Paso 4. Transformación de ráster a polígono.

Se obtiene un mapa de riesgo de inundación y se procede a convertir el ráster a polígono para que su ejecución sea más a fin.

Figura 11.

De ráster a Polígono Municipio de Tarqui – Huila.



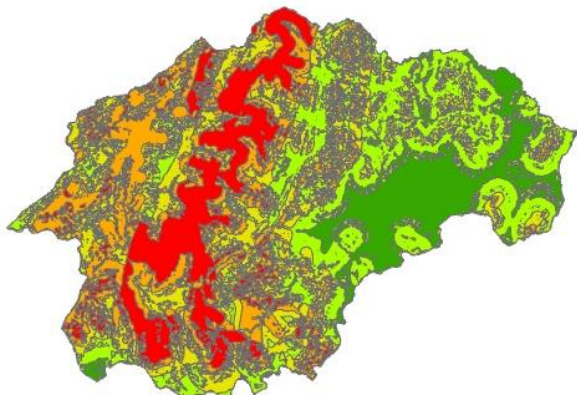
NOTA: La figura 11, muestra el resultado de la transformación del ráster a polígono del municipio de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

Paso 5. Dissolve.

Se disuelve el polígono hallado para poder simplificar los datos ejecutados y obtener datos más precisos.

Figura 12.

Disuelve del polígono del Municipio de Tarqui – Huila.








NOTA: La figura 12, muestra el resultado del geoproceso disolver aplicado al polígono del riesgo por inundación del municipio de Tarqui con el ajuste de la simbología. Fuente: Autoría propia, 2025.

Paso 6. Tabla de atributos.

Se despliega la tabla de atributos con el propósito de agregar dos columnas más que se llaman “Class_Riesgo” y “Área_ha” con el fin de poder clasificar el riesgo de acuerdo con la simbología de en la tabla 4. Así mismo poder hallar el área de cada uno de los riesgos.

Tabla 4.

Reclasificación del riesgo por inundación.

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

Nota: La tabla 4, muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y el color. Así mismo, se escribe en la tabla de atributos la clasificación cualitativa “Class_Riesgo” para después proceder hallar el área de cada uno de los niveles, para conocer el área de cada uno del riesgo por hectáreas se utiliza dentro del software ArcGIS Pro la herramienta de cálculo de geometría y el mismo programa calcula el área por hectáreas. Fuente: Guía de actividades UNAD.

Paso 7. Se genera un mapa.

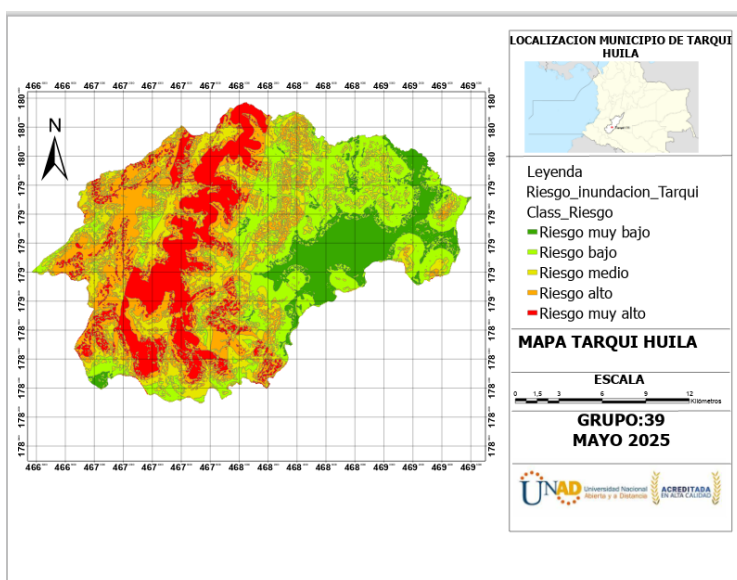
En el mapa se visualiza el riesgo de inundación desde muy bajo a muy alto con sus colores correspondientes y en donde se visualiza el resultado del mapa del municipio, leyenda, escala, cuadrícula de coordenadas.

Resultados y discusión.

El análisis espacial del riesgo por inundación en el municipio de Tarqui, Huila se efectuó mediante técnicas de modelación multicriterio en la herramienta software ArcGIS Pro versión 3.4.3; de acuerdo con información generada por variables biofísicas como la pendiente, la elevación, zona de drenajes, la cobertura de tierras y la precipitación, el proceso arrojó un mapa temático de riesgo por inundación ver figura 13, construido con base en la ponderación integrada de éstas.

Figura 13.

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



NOTA: La figura 13, muestra el diseño del mapa del riesgo por inundación del municipio de Tarqui con la leyenda, escala y la flecha de norte. Fuente: Autoría propia, 2025.

El mapa clasifica el territorio en cinco categorías cualitativas de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Con base a la clasificación se identifican las zonas críticas con potencial amenaza frente a eventos hidrológicos, especialmente en épocas de lluvia intensa.

Tabla 5.

Tabla de atributos. Reclasificación del riesgo por inundación.

OBJECTID	GRIDCODE	CLASS_RIESGO	AREA_HA
1	1	Riesgo muy bajo	4543,57
2	2	Riesgo bajo	8564,07
3	3	Riesgo medio	8193,85
4	4	Riesgo alto	8570,49
5	5	Riesgo muy Alto	6380,79

NOTA: La tabla 5, muestra la visual de la tabla de atributos, en la cual se evidencia el cálculo del área y la clase de riesgos de inundación de Tarqui: Fuente: Autoría propia, 2025.

Figura 14.

Distribución porcentual del área por clase de riesgo.



Nota: La figura 14, muestra el diagrama circular con la distribución del porcentaje del área por clase de riesgo de Tarqui. Fuente: Autoría propia, 2025.

La tabla 4 y la figura 11 muestra la distribución espacial y porcentualmente de las clases de riesgo por inundación en el municipio de Tarqui, Huila. Con esta información, se logra identificar las áreas más significativas en cuanto a la distribución del riesgo, que se describen a continuación:

Zonas con mayor riesgo (alto y muy alto):

Las áreas clasificadas como de riesgo alto, que abarcan 8.570,49 hectáreas (23,6 %), y de riesgo muy alto, con 6.380,79 hectáreas (17,6 %), representan en conjunto más de 14.951 hectáreas, lo que significa que el 41,2 % del municipio está en una situación vulnerable ante posibles inundaciones. La mayoría de estas áreas se encuentran en la parte occidental del municipio, donde las pendientes son suaves, están cerca de cuerpos de agua y hay una acumulación natural de escorrentía. Algunas de las veredas que se encuentran en riesgo alto son: la Eureka, las Mercedes, Rica brisa, Betania, los Alpes, Caimital, Bélgica, San Francisco, C.P el Vergel, Potrerillos entre otras.

Zona de riesgo medio:

El riesgo medio abarca 8.193,85 hectáreas, que representan el 22,6 %. Estas áreas actúan como un puente entre las zonas más críticas y las más seguras. Aunque no son una amenaza inmediata, es importante que se implementen medidas de monitoreo y planificación territorial adecuada, especialmente considerando el posible aumento del riesgo debido al cambio climático o la deforestación. Algunas de las veredas que se encuentran en riesgo medio son: El Tambo, Buenos Aires, Lagunilla, Alto pradera, los Andes, Las minas entre otras.

Zonas de menor riesgo (bajo y muy bajo):

Las áreas clasificadas como de riesgo bajo, que suman 8.564,07 hectáreas (23,6 %), y las de riesgo muy bajo, con 4.543,57 hectáreas (12,5 %), totalizan 13.107,64 hectáreas, lo que representa el 36,1 % del municipio. Estas zonas se localizan principalmente en el este, donde la elevación es mayor y la vegetación actúa como un regulador natural del escurrimiento, en estas zonas se encuentran las veredas San Joaquín, el Guavito, el Mirador, llano del hato.

Impacto potencial

Los resultados del análisis espacial permiten identificar diferentes áreas en el municipio de Tarqui que presentan varios niveles de riesgo por inundación, cada una con sus propias implicaciones para el territorio, la población y los sistemas productivos.

Casco urbano:

Una parte del casco urbano de Tarqui se encuentra clasificada dentro de las zonas de riesgo medio y alto, especialmente en su sector norte y oriental, lo que genera preocupación ante la posibilidad de afectaciones por eventos hidrometeorológicos extremos. Según la Alcaldía de Tarqui (2012), Uno de los focos críticos identificados es el sector colindante con la quebrada El Hígado, la cual atraviesa el norte del casco urbano, bordeando una terraza baja ocupada en gran parte por viviendas. Durante la temporada invernal, esta quebrada incrementa notablemente su caudal, generando amenaza directa sobre las viviendas cercanas, particularmente entre la carrera 11 y el sector del matadero. Desde este punto hacia el oriente, la amenaza es clasificada como alta, ya que se trata de una zona inundada periódicamente, aunque aún no urbanizada

Adicionalmente, se registra alta amenaza por inundación en el sector del barrio Santa Marta, ubicado en la parte baja del Zanjón del Toro, justo antes de su confluencia con la quebrada El Hígado. Esta zona sufre inundaciones recurrentes en cada temporada de lluvias, lo

que afecta viviendas construidas sobre la llanura de inundación del zanjón, situadas a escasos centímetros por encima del cauce del zanjón, lo que agrava su nivel de exposición. Alcaldía de Tarqui, (2012).

Comunidades rurales

Las veredas y asentamientos rurales que se encuentran en áreas clasificadas como de alto y muy alto riesgo enfrentan una vulnerabilidad significativa ante desbordamientos de quebradas o suelos saturados. Resultando en pérdidas materiales, aislamiento temporal y riesgos para la salud de la población.

Infraestructura vial y productiva

Las vías terciarias, bodegas de acopio, sistemas de riego y viviendas campesinas situadas en zonas planas o cerca de cuerpos de agua tienen una alta probabilidad de verse afectadas. Lo que puede provocar interrupciones en la movilidad, pérdida de conectividad y deterioro en la cadena de distribución agrícola.

Sistemas agropecuarios

Los cultivos y explotaciones ganaderas que están cerca de ríos o quebradas están en riesgo de encharcamiento, pérdida de suelos fértiles y afectaciones en la producción, perjudicando el sustento económico de muchas familias rurales.

Ecosistemas estratégicos

Las áreas ribereñas, humedales y zonas bajas están amenazadas por procesos de erosión, sedimentación o cambios en la dinámica del agua, impactando negativamente en la biodiversidad, la calidad del agua y los servicios ecosistémicos de la región.

Conclusiones

El análisis multicriterio llevado a cabo mediante el uso de software ArcGIS Pro permitió identificar de manera clara las zonas del municipio de Tarqui, Huila, que presentan distintos niveles de riesgo por inundación. A través de la integración de variables como pendiente, altitud, régimen de precipitaciones, cobertura del suelo y cercanía a cuerpos de agua, se elaboró un mapa temático que clasifica el territorio en cinco niveles de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Según los resultados obtenidos del 41.2% del área total de municipio se encuentra en condición de riesgo alto o muy alto, con mayor concentración en el sector occidental. Esta zona se caracteriza por pendientes suaves, baja elevación y proximidad a fuentes hídricas, factores que incrementan la exposición de comunidades rurales, vías terciarias, áreas agrícolas y parte del casco urbano como el barrio santa marta y los alrededores de la quebrada el hidalgo a eventos de inundación, especialmente en el mes de abril del 2024 que fue el período de lluvias intensas.

La metodología aplicada resultado adecuada y eficaz ya que permitió no solo representa especialmente la vulnerabilidad del territorio, sino que también cuantificar el área potencialmente afectada. Procesos como la transformación de datos ráster a formato poligonal, la reclasificación en niveles de riesgo y el cálculo de áreas en hectáreas contribuyeron a obtener un diagnóstico técnico preciso, con alto valor para la planificación territorial y la gestión del riesgo.

Asimismo, se identificó que las zonas con menor riesgo, ubicadas principalmente en el oriente del municipio, corresponden a áreas con mayor altitud y con presencia significativa de cobertura forestal. Este hallazgo reafirma el papel de los ecosistemas naturales como barreras protectoras frente a la escorrentía superficial y la acumulación de agua, destacando la importancia

de la conservación ambiental no solo en términos ecológicos, sino que también como estrategia clave para prevenir desastres naturales.

Por lo tanto, los resultados obtenidos permiten identificar que el riesgo de inundación del municipio de Tarqui se encuentra estrechamente vinculado a las características del relieve, al uso que actualmente se le da al suelo y al manejo del recurso hídricos. El análisis realizado no solo permite reconocer estas dinámicas territoriales, sino que además ofrece una herramienta técnica valiosa para apoyar los procesos de planificación y ordenamiento territorial. Su aplicación facilita la toma de decisiones fundamentadas en evidencia espacial y ambiental, orientadas a la prevención del riesgo, la priorización de intervenciones en áreas críticas y la formulación de estrategias de desarrollo sostenible en el marco de una gestión integral del territorio.

Recomendaciones

Para abordar el riesgo hídrico en la región de Tarqui, es crucial implementar una serie de estrategias que no solo mitiguen los impactos de las inundaciones, sino que también promuevan la resiliencia y la sostenibilidad a largo plazo. A continuación, se amplían las recomendaciones propuestas, incluyendo ejemplos exitosos en otras regiones del país.

Manejo del Suelo y Conservación de Agua en Zonas de Alto Riesgo

Es fundamental implementar prácticas de manejo del suelo y conservación de agua en áreas identificadas con riesgo alto y muy alto, como las cercanías de la quebrada El Hígado y el Zanjón del Toro. Estas prácticas buscan reducir la escorrentía superficial, aumentar la infiltración de agua y, en última instancia, disminuir la erosión y el riesgo de inundaciones.

Estrategias clave:

-Zanjas de infiltración: La construcción de zanjas o cunetas a contorno permite retener el agua de lluvia, favoreciendo su infiltración en el suelo.

- Terrazas individuales: Especialmente en pendientes pronunciadas, las terrazas ayudan a reducir la velocidad del flujo del agua, controlando la erosión y facilitando la absorción del agua por el suelo.

- Coberturas vegetales vivas: El uso de cultivos de cobertura, pastos y vegetación nativa en el suelo protege contra el impacto directo de las gotas de lluvia, mejora la estructura del suelo y aumenta la materia orgánica, lo que a su vez incrementa la capacidad de retención de agua.

Caso de éxito: En el departamento de Nariño, la implementación de sistemas de terrazas y zanjas de infiltración en zonas de ladera ha demostrado ser efectiva en la reducción de la escorrentía y la erosión, mejorando la productividad agrícola y la disponibilidad de agua en épocas secas. Comunidades como las de Cumbal han adoptado estas técnicas con resultados positivos en la mitigación de eventos extremos. Gobernación de Nariño. (2023).

Fomento de Sistemas Productivos Adaptados al Riesgo Hídrico

En las zonas clasificadas con riesgo medio o alto, se debe fomentar el uso de sistemas productivos adaptados al riesgo hídrico. Esto implica seleccionar cultivos y métodos de producción que sean menos vulnerables a las inundaciones y sequías, promoviendo la resiliencia agroecológica.

Estrategias clave:

- Cultivos de ciclo corto: Optar por variedades de cultivos que tengan un ciclo de crecimiento más rápido permite cosechar antes de la temporada de mayores lluvias o en caso de pronóstico de inundación.

- Sistemas agroforestales: La integración de árboles y arbustos con cultivos agrícolas y/o ganadería no solo diversifica la producción, sino que también mejora la estructura del suelo, aumenta la infiltración de agua, reduce la erosión y proporciona un microclima más estable. Los árboles actúan como barreras naturales y ayudan a absorber el exceso de agua.

Caso de éxito: En el Valle del Cauca, la implementación de sistemas agroforestales en fincas cercanas a ríos ha demostrado reducir las pérdidas productivas durante eventos de inundación. Productores de cacao y café que han integrado árboles en sus sistemas han reportado una mayor estabilidad en sus cosechas y una mejor adaptación a las variaciones climáticas. UNIVALLE, (2015).

Restauración de la Cobertura Boscosa en Partes Altas de Microcuencas

La restauración de la cobertura boscosa en las partes altas de las microcuencas hidrográficas, especialmente aquellas que alimentan la red hídrica del municipio, es una medida crucial. Los bosques actúan como esponjas naturales, regulando el ciclo del agua.

Estrategias clave:

- Reforestación con especies nativas: Plantar árboles y arbustos propios de la región contribuye a la salud del ecosistema y a la adaptación al clima local.

- Protección de zonas de ronda y nacimientos de agua: Establecer zonas de exclusión para actividades agrícolas y ganaderas alrededor de los cuerpos de agua y sus nacimientos para permitir la recuperación natural de la vegetación.

Caso de éxito: La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) en el Huila ha liderado proyectos de restauración ecológica en las partes altas de microcuencas, logrando una significativa regulación hídrica. La reforestación en zonas como el macizo colombiano ha

contribuido a reducir la intensidad de las crecientes de ríos y quebradas, beneficiando a las comunidades aguas abajo. CAM. (2025)

Delimitación de Zonas de Uso Restringido o Conservación

Es importante delimitar zonas de uso restringido o conservación en áreas con riesgo muy alto, evitando la expansión de la frontera agrícola o la construcción de infraestructura rural en sectores expuestos. Esto se basa en la información generada por los mapas de análisis multicriterio en ArcGIS Pro, ver figura 13.

Estrategias clave:

- Zonificación ambiental y productiva: Definir claramente qué actividades son permitidas en cada zona según su nivel de riesgo.

- Mecanismos de compensación y reubicación: Establecer programas que permitan a los agricultores y residentes en zonas de alto riesgo reubicarse o implementar prácticas sostenibles que no agraven el riesgo.

Caso de éxito: En la Ciénaga Grande de Santa Marta, a través de la delimitación de zonas protegidas y la implementación de planes de manejo, se ha logrado controlar la expansión agrícola en áreas vulnerables a inundaciones y salinización, protegiendo los ecosistemas y las comunidades que dependen de ellos. CORPAMAG. (2004).

Capacitación en Planificación Predial según el Nivel de Riesgo

La capacitación a agricultores y líderes comunitarios en planificación predial según el nivel de riesgo es fundamental. Los mapas de clasificación deben ser herramientas pedagógicas para orientar decisiones sobre siembra, manejo del agua, rotación de cultivos y diseño del paisaje productivo.

Estrategias clave:

- Talleres participativos: Realizar talleres donde los agricultores puedan interactuar con los mapas, entender su riesgo y planificar sus fincas.

- Asistencia técnica personalizada: Ofrecer acompañamiento individualizado para la implementación de prácticas adaptadas.

- Intercambio de experiencias: Promover encuentros entre agricultores que ya han implementado prácticas exitosas de adaptación al riesgo.

Caso de éxito: El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha desarrollado programas de capacitación en planificación predial basada en información climática y de suelos en diversas regiones de Colombia. En el Eje Cafetero, estos programas han permitido a los caficultores tomar decisiones informadas sobre la siembra y el manejo de sus cultivos, reduciendo la vulnerabilidad a eventos extremos. Salazar. (2024)

Articulación con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo Rural

Los resultados del estudio deben articularse con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los planes de desarrollo rural. Esto asegura que las inversiones públicas en infraestructura, asistencia técnica y conservación ambiental estén priorizadas según el nivel de vulnerabilidad de cada vereda o sector.

Estrategias clave:

- Inclusión de las recomendaciones en la normativa: Incorporar las zonas de riesgo y las prácticas de mitigación en el POT municipal.

- Asignación de recursos: Priorizar la inversión en infraestructura de protección y programas de asistencia técnica en las áreas de mayor riesgo.

Caso de éxito: En el municipio de Popayán, la inclusión de estudios de riesgo en la revisión de su POT permitió una planificación más coherente del uso del suelo, restringiendo

construcciones en zonas inundables y priorizando inversiones en obras de protección y desarrollo sostenible. Alcaldía de Popayan. (2021).

Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo Climático y Alertas Tempranas

Finalmente, es crucial diseñar e implementar un sistema de monitoreo climático y de alertas tempranas comunitarias, especialmente en las zonas urbanas y rurales identificadas con alta amenaza, como el barrio Santa Marta y sectores ribereños. Esto reducirá el riesgo sobre la vida humana, la infraestructura productiva y la economía local.

Estrategias clave:

- Instalación de estaciones de monitoreo: Implementar equipos que registren variables climáticas como precipitaciones, niveles de ríos y temperatura.

- Red comunitaria de observadores: Capacitar a miembros de la comunidad para que registren y reporten información relevante.

- Canales de comunicación efectivos: Establecer sistemas de alerta que lleguen de manera rápida y eficiente a toda la comunidad (mensajes de texto, perifoneo, redes sociales, etc.).

- Planes de evacuación y contingencia: Desarrollar y socializar protocolos de actuación en caso de una alerta de inundación.

Caso de éxito: En la cuenca del río Magdalena, el IDEAM y las corporaciones autónomas regionales han desarrollado sistemas de alerta temprana que, aunque aún requieren fortalecimiento, han permitido evacuar comunidades y reducir el impacto de inundaciones. A nivel local, en municipios como Mocoa, se han implementado sistemas comunitarios de alerta que, aunque posteriores a eventos trágicos, han demostrado ser cruciales para la prevención. UNGRD. (2017).

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Tarqui. (2012). *Plan de desarrollo municipal 2012 – 2015*.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/21773/25666-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía de Tarqui. (s.f.). *Tarqui formulacion1*. (Este documento se encuentra en el Repositorio CDIM de la ESAP y contiene información sobre la geografía y riesgos del municipio).
- Alcaldía municipal de Tarqui. (2018). Información general.
<https://alcaldiatarquihuilamicolombiadigital.gov.co/municipio/informacion-general>
- Alcaldía Municipal de Popayán. (2021). *Revisión y Ajuste Plan de Ordenamiento Territorial Popayán*.
<https://pot-popayan-alcaldiapopayan.hub.arcgis.com/documents/2bb20d4301a349a3a5ab2aaf4937dfc1/explora>
- Alvarado Núñez, L. A., y Rozo Melo, Z. M. (2015). *Análisis comparativo geoespacial de la zonificación ambiental planteada en el EOT frente a la territorialización comunitaria de la microcuenca quebrada El Hígado en el municipio de Tarqui Huila*.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1000
- Ana Campos G; Niels Holm Nielsen; Carolina Díaz G; Diana M. Rubiano V; Carlos R. Costa P; Fernando Ramírez C. y Eric Dickson. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/671321468026993367/pdf/701030ESW0P1290ESTION0DELORIESGOweb.pdf>

Ana Maria Loboguerrero; Francisco Boshell; Gloria León; Deissy Martinez Baron; Diana Giraldo;

Liliana Recaman Mejía; Eliecer Díaz; James Cock. (2018). *Bridging the gap between climate science and farmers in Colombia.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096316300298>

Andrade Rojas, M. A. (2017). Estudio de factibilidad productiva y comercializadora de uva isabella, finca “la esperanza” centro poblado el vergel de Tarqui Huila. *Trabajo de grado para optar al Título de: INGENIERA AGROFORESTAL.*

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/14872/36292413.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAM. (2025). *Sistemas productivos sostenibles, una apuesta por la conservación de áreas protegidas del Huila.* <https://www.cam.gov.co/prensa/blog/2025/05/21/sistemas-productivos-sostenibles-una-apuesta-por-la-conservaci%C3%B3n-de-%C3%A1reas-protegidas-del-huila/>

Cesar Augusto Paya. (2020). *Mapa Veredas Municipio de Tarqui Huila.* <https://huilasig.blogspot.com/2020/03/mapa-veredas-municipio-de-tarqui-huila.html>

CORPAMAG. (2004). Plan de manejo para el sitio Ramsar y reserva de la biosfera, sistema delta estuarino del río Magdalena, Ciénaga grande de Santa Marta. <https://www.corpamag.gov.co/archivos/PMA/PlanManejoRBRamsar.pdf>

Corpoamazonia y CAM. (2021). *Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inundación en la Cuenca del Río Magdalena Medio Tramo Huila. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía y Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.*

Corpoamazonia y CAM. (2021). *Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inundación en la Cuenca del Río Magdalena Medio Tramo Huila. Corporación para el Desarrollo*

Sostenible del Sur de la Amazonía & Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (Este estudio regional incluye análisis de riesgo en municipios cercanos y es aplicable al contexto del Huila).

G.E Chanchí, Golondrino; M. A. Ospina-Alarcón; M. Saba. (2023). Floods risk determination through a fuzzy logic system in developing countries. Case study Magdalena River, Colombia. *International journal of computers communications & control online ISSN 1841-9844, ISSN-L 1841-9836, Volume: 18, Issue: 5, Month: October, Year: 2023* Article Number: 5103, <https://doi.org/10.15837/ijccc.2023.5.5103>

Gobernación de Nariño. (2023). *Gobernación de Nariño y PNUD promueven Conservación de Recursos Hídricos y Biodiversidad en Territorios Sostenibles.* <https://2020-2023.narino.gov.co/noticias/gobernacion-de-narino-y-pnud-promueven-conservacion-de-recursos-hidricos-y-biodiversidad-en-territorios-sostenibles/>

Gobernación del Huila. (2019). *Plan de Desarrollo Departamental 2020-2023 "El Camino es la Educación". Neiva, Huila.*

González Valencia, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70.* <https://research-ebSCO-com.bibliotecaVirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>

Hernández, Uribe, Rubén Ernesto; Barrios, Piña, Héctor, y Ramírez, Aldo I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y ciencias del agua, 8(3), 5-25.* <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>

IDEAM. (2020). *Atlas de Amenaza por Inundación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.*

IDEAM. (2020). *Atlas de Amenaza por Inundación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (Aunque es un documento nacional, su análisis de patrones de lluvia y zonas de riesgo es relevante para entender el contexto regional del Huila).*

Katerine I. Cárdenas. (2018). Análisis general de la gestión del riesgo por inundación en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS. Vol. 4, N° 01,* julio-diciembre 2018.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/335841/20791463>

Luis Ernesto Salazar Jiménez. (2024). Plan Institucional de Capacitaciones PIC.

<https://ejecafeterorap.gov.co/wp-content/uploads/2024/01/Plan-institucional-Capacitaciones-2024.pdf>

Luz Adriana Muñoz Duque , Oscar Navarro , Diego Restrepo Ochoa , Ghazlane Fleury Bahi.

(2021). *Risk perception and trust management in inhabitants exposed to coastal flooding: The case of Cartagena, Colombia.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921002272>

M. Disse; TG Johnson; J. Leandro; T. Hartmann. (2020). *Exploring the relation between flood risk management and flood resilience.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468312418300440#preview-section-cited-by>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Bogotá, D.C.*

Osorio Criollo, F. E. (2014). Proyecto productivo aplicado a la comercialización de café especial en el municipio de Tarqui Huila. *Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Agroforestal*.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2463/26493315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramírez-Villegas, J., Salazar, M., Jarvis, A. *et al.* Un camino hacia la adaptación al cambio climático en la agricultura colombiana: perspectivas hacia 2050. *Cambio Climático* **115**, 611–628 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0500-y>

Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres. UNGRD. (2017). *Boletín informativo, Continúa fortalecimiento de sistema de alerta temprana en Mocoa*.

[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/20951/Boletin de prensa N 151.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/20951/Boletin_de_prensa_N_151.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

UNIVALLE, (2015). *Sistema agroforestal para tierras secas del Valle*. <https://www.univalle.edu.co/medio-ambiente/sistema-agroforestal-para-tierras-secas-del-valle>

Vera Osorio, W., y Serrano Ochoa, M. A. (2003). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de lácteos rosa blanca en el municipio de Tarqui-Huila*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/19668/wverao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villamizar, S. R., Pineda, S. M., & Carrillo, G. A. (2019). *The Effects of Land Use and Climate Change on the Water Yield of a Watershed in Colombia*. *Water*, *11*(2), 285. <https://doi.org/10.3390/w11020285>

Weather Spark. (s/f). *Climate and Average Weather Year Round in Tarqui.*

<https://es.weatherspark.com/y/22377/Clima-promedio-en-Tarqui-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/uzuU68-G01c?si=ZZIxunCcvZsVIzeg>