

Evaluación del riesgo de inundación en el municipio del Agrado (Huila) mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Autores:

Andrés Felipe Saavedra Andrade Afsaavedraa@unadvirtual.edu.co

Briyith Vanessa Rojas Bvrojaso@unadvirtual.edu.co

Fabian Tordecilla Aldana fftordecillaa@unadvirtual.edu.co

Karol Liseth Ortiz Martinez klortizm@unadvirtual.edu.co

Rubin Alberto Quinto Legarda raquintol@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

El presente estudio evaluó el riesgo de inundación en el municipio de El Agrado (Huila) mediante un análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se integraron variables físicas, ambientales y antrópicas como precipitación, altitud, pendiente, red hídrica, uso del suelo y proximidad a drenajes. Cada capa fue procesada en ArcGIS Pro mediante herramientas como *Raster to Polygon*, *Smooth Polygon*, *Dissolve*, reclasificaciones y cálculos geométricos, lo que permitió estandarizar valores, asignar ponderaciones y delimitar áreas según niveles de riesgo. Los resultados mostraron cinco clases: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. El riesgo alto constituye 30 % del territorio (80,32 km²), el riesgo medio 27 % (72,13 km²) y el riesgo muy alto 18 % (48,38 km²), concentrándose en zonas planas cercanas al río Magdalena, microcuencas principales y sectores influenciados por el embalse El Quimbo. Las categorías de riesgo bajo (17 %, 47,42 km²) y muy bajo (8 %, 22,85 km²) corresponden a áreas de ladera y montaña donde las pendientes reducen la acumulación hídrica.

Este análisis espacial evidencia la alta exposición del municipio y constituye una base técnica para orientar la planificación territorial, priorizar acciones de mitigación y fortalecer la gestión del riesgo ante eventos hidrometeorológicos.

Palabras clave: Inundaciones; Multicriterio; SIG.

Introducción

Colombia presenta una alta susceptibilidad a procesos de inundación. El Estudio Nacional del Agua identificó 190.935 km² con condiciones favorables para estos eventos, equivalentes al 17% del territorio nacional (IDEAM, 2018). Asimismo, las Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) evidencian una fuerte transformación antrópica: en la macrocuenca Magdalena–Cauca, 18,2% de

estas zonas han sido convertidas en áreas agrícolas o artificiales, mientras que en la región Caribe esta cifra asciende a 80%, aumentando la vulnerabilidad frente a desbordamientos y crecientes. Aunque fenómenos como La Niña (2010–2011) fueron particularmente intensos, diversos estudios coinciden en que los desastres asociados no se explican únicamente por eventos climáticos, sino por la interacción entre amenaza natural y vulnerabilidad social. Factores como la limitada prevención, la debilidad en la planificación territorial, la pobreza estimada en 34% para 2011 y una gestión del riesgo enfocada casi exclusivamente en infraestructura incrementaron las afectaciones, que durante la temporada 2010–2011 dejaron 5,2 millones de personas afectadas, 1 millón de hectáreas inundadas y pérdidas superiores a US\$4.870 millones (Gómez, 2011; Swiss Re, 2011; UNGRD, 2011).

En las últimas décadas, el cambio climático ha intensificado estas dinámicas. En Colombia, se observan alteraciones en los patrones de precipitación y un incremento en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos como lluvias intensas, inundaciones y crecientes súbitas (IDEAM, 2021). Estas variaciones impactan con mayor fuerza en territorios de alta complejidad geomorfológica, como las cuencas del río Magdalena, donde la saturación de suelos y los desbordamientos generan riesgos agravados para las comunidades más vulnerables (Natural Hazards and Earth System Sciences, 2019). La interacción entre cambio y variabilidad climáticas particularmente los fenómenos El Niño y La Niña afecta la gestión del recurso hídrico y aumenta la incertidumbre sobre los ciclos hidrológicos (ANDI, 2018). Estudios nacionales señalan que esta combinación reduce la previsibilidad climática y exige fortalecer la planificación territorial y climática, tal como lo plantea el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (MADS, 2016) y la literatura científica sobre recursos hídricos en el país (SciELO, 2012). En conjunto, la evidencia demuestra que el cambio climático se ha convertido en un factor estructural que incrementa el riesgo de desastres y demanda respuestas institucionales y técnicas más robustas.

En el municipio de El Agrado (Huila), su ubicación en la cuenca alta del río Magdalena y la presencia de múltiples microcuencas lo convierten en un territorio especialmente sensible a fenómenos hidrometeorológicos. El Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Huila señala que varios municipios de la región presentan susceptibilidad a inundaciones y crecientes debido a dinámicas hídricas locales, características geomorfológicas y presiones sobre los ecosistemas ribereños (Gobernación del Huila, 2019). En este municipio, donde predominan actividades agrícolas como café, caña y frutales, los eventos de inundación pueden afectar gravemente la economía campesina, la infraestructura vial y el acceso a servicios básicos, aumentando la vulnerabilidad socioeconómica ante lluvias extremas o desbordamientos.

Ante este escenario, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se consolidan como una herramienta fundamental para el análisis y evaluación del riesgo por inundación. El IGAC (2019) resalta que los SIG permiten integrar información climática, hidrológica, topográfica y de uso del suelo para identificar áreas críticas y orientar la planificación territorial. Investigaciones como las

de Chuvieco (2016) y Díaz-Narváez et al. (2018) demuestran la eficacia de combinar SIG con modelación hidrológica, lo que mejora la delimitación de zonas inundables y fortalece la gestión del riesgo en contextos locales.

En este contexto, el propósito final del presente ejercicio es evaluar el riesgo por inundación en El Agrado mediante el uso de SIG, con el fin de generar información técnica que contribuya a prevenir afectaciones, apoyar decisiones de planificación territorial y fortalecer las capacidades locales de gestión del riesgo.

Objetivos

General

Evaluar el riesgo de inundación en el municipio de El Agrado (Huila) mediante la aplicación de un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de identificar las zonas más susceptibles y aportar insumos técnicos para la planificación del territorio.

Específicos

Compilar y preparar la información climática, hidrológica, topográfica y de uso del suelo necesaria para la construcción del modelo espacial de riesgo en SIG.

Aplicar técnicas de análisis multicriterio mediante la reclasificación, ponderación e integración de variables geográficas, con el fin de generar el mapa de riesgo de inundación del municipio.

Interpretar los resultados del modelo espacial, identificando las áreas críticas de mayor vulnerabilidad y formulando recomendaciones preliminares para la gestión del riesgo en El Agrado.

Identificación del caso de estudio

El municipio de El Agrado (Figura 1), ubicado en la cuenca alta del río Magdalena, presenta características físicas y ambientales que lo convierten en un territorio susceptible a procesos de inundación. Su cercanía al río Magdalena, la presencia de múltiples microcuencas y la

predominancia de zonas planas en el valle han favorecido históricamente eventos de desbordamiento, anegamientos y crecientes súbitas registrados en distintas temporadas lluviosas.

Figura 1.

División político-administrativa del departamento del Huila



Fuente: Autoría propia, 2025 (Arcgis Pro)

A partir de la localización del departamento del Huila, resulta necesario precisar el contexto espacial del municipio de El Agrado dentro de esta unidad territorial. La Figura 2 presenta la división político-administrativa del municipio, permitiendo identificar sus límites, la distribución de su cabecera municipal y las áreas rurales que lo conforman. Esta delimitación es fundamental para el presente estudio, ya que establece el marco geográfico sobre el cual se desarrolla el análisis del riesgo por inundación y facilita la comprensión de las dinámicas territoriales y ambientales propias del municipio.

Figura 2. Mapa de la división político-administrativa del municipio del Agrado



Fuente: Huila Magnífica, 2019 (Gobernación del Huila)

Los antecedentes muestran que El Agrado ha experimentado episodios asociados a inundaciones:

- El Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Huila (2019) identifica zonas susceptibles a inundaciones, especialmente en áreas cercanas al río Magdalena.
- Documentos de UNGRD, Swiss Re e IDEAM reportan afectaciones recurrentes durante temporadas de La Niña.
- El PBOT de El Agrado clasifica zonas de amenaza por inundación en áreas planas y cercanas a drenajes.

Tabla 1. Área total, urbana y rural del municipio de El Agrado

Categoría	Área (Km ²)	Proporción
Área urbana	1.1	0.5%
Área rural	223	99.5%

Categoría	Área (Km²)	Proporción
Área total del municipio	225	100%

Fuente. Información del PBOT, 2020 (Alcaldía de El Agrado).

La información presentada en la Tabla 1 permite dimensionar la extensión territorial del municipio de El Agrado y evidenciar la marcada predominancia del área rural frente a la urbana. Esta distribución espacial es un factor determinante en el análisis del riesgo por inundación, ya que gran parte del territorio corresponde a zonas rurales expuestas a dinámicas naturales y actividades productivas. En este contexto, resulta necesario analizar las características físicas del municipio que influyen directamente en la ocurrencia de eventos de inundación, las cuales se describen a continuación.

Tabla 2. *Principales características físicas del municipio relacionadas con riesgo por inundación*

Variable	Descripción	Relevancia para el riesgo
Altitud	800–2.200 m s. n. m.	Mayor acumulación de escorrentía en zonas bajas.
Red hídrica	Río Magdalena y quebradas principales	Incrementa probabilidad de desbordamientos.
Influencia hídrica	Embalse El Quimbo	Cambios en niveles y remansos.
Pendiente	0–12 % planas; 12–25 % medias; >25 % montaña	Mayor riesgo en zonas planas.

Fuente. Información del PBOT, 2020 (Alcaldía de El Agrado)

Las características físicas del municipio, como la altitud, la pendiente y la red hídrica, condicionan de manera significativa el comportamiento del agua superficial y la escorrentía. No obstante, estos factores deben ser analizados de forma conjunta con las variables climáticas, especialmente la precipitación y el régimen de lluvias, ya que estas determinan la intensidad y frecuencia de los eventos hidrometeorológicos. Por esta razón, a continuación, se presentan las principales características climáticas relevantes para el análisis del riesgo por inundación en el municipio.

Tabla 3. *Características climáticas relevantes*

Variable	Valor / Patrón	Implicación para el riesgo
Precipitación anual	1.200–1.800 mm	Alta humedad favorable a inundaciones.
Régimen de lluvias	Bimodal: (abril, mayo; octubre – noviembre)	Coincide con crecientes históricas.
Mes usado en análisis SIG	Abril	Mes con máximos de precipitación.

Fuente. Datos del IDEAM (2022).

El comportamiento climático del municipio, caracterizado por un régimen de lluvias bimodal y altos volúmenes de precipitación anual, refuerza la susceptibilidad del territorio frente a inundaciones, especialmente en zonas planas y cercanas a los drenajes. Sin embargo, para comprender de manera integral la exposición al riesgo, es necesario considerar la organización político-administrativa del municipio, ya que esta define la distribución de la población, las actividades económicas y la ocupación del suelo. En este sentido, la siguiente Tabla 4 presenta la división político-administrativa del municipio de El Agrado.

Tabla 4. *División político-administrativa del municipio*

Categoría administrativa	Descripción
Cabecera municipal	1.1 km ² ; núcleo administrativo y de servicios.
Zona rural	223 km ² distribuidos en corregimientos y veredas.
Actividades predominantes	Agricultura, ganadería, piscicultura.

Fuente. Información del PBOT, 2020 (Alcaldía de El Agrado).

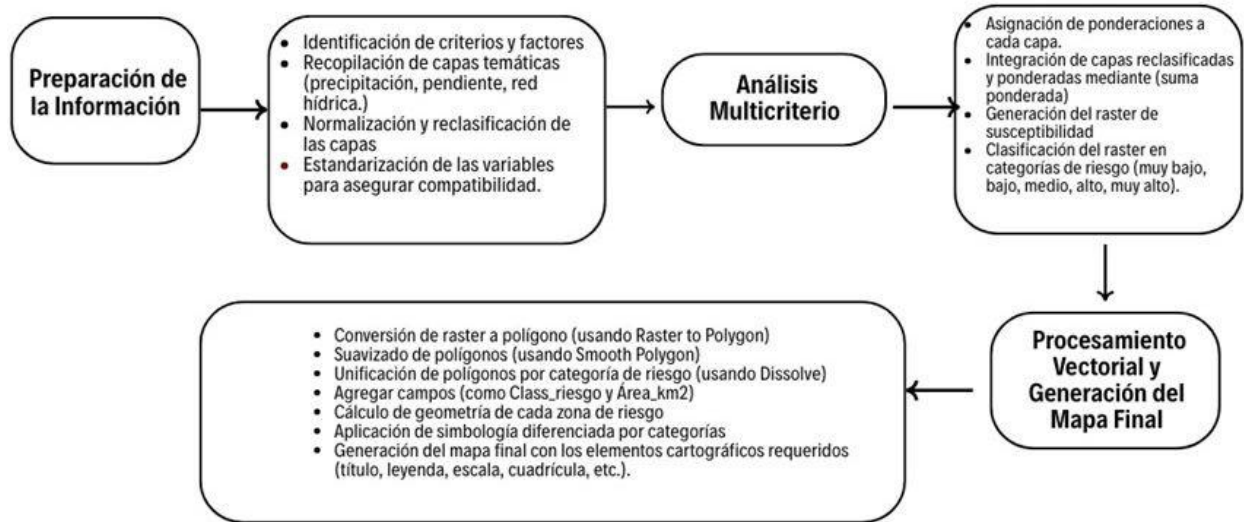
Metodología

El análisis multicriterio que se usó en este estudio sirve como marco metodológico para analizar el riesgo de inundación en el municipio de El Agrado. Este enfoque combina diferentes variables naturales y transforma la información en un modelo espacial que distingue las áreas con mayor vulnerabilidad. Este análisis multicriterio se usa mucho en estudios de territorios porque ayuda a unir diferentes criterios y darles peso según lo importantes que son, creando un resultado final que muestra cómo interactúan todos estos factores, mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Como se observa en la Figura 3, el análisis multicriterio se estructuró en un flujo metodológico que permitió integrar y procesar las variables que influyen en el riesgo de inundación. Este procedimiento facilitó la construcción de un modelo espacial que refleja la dinámica territorial del municipio de El Agrado, y sentó las bases para la obtención del mapa final de riesgo.

Figura 3.

Diagrama de flujo del análisis multicriterio



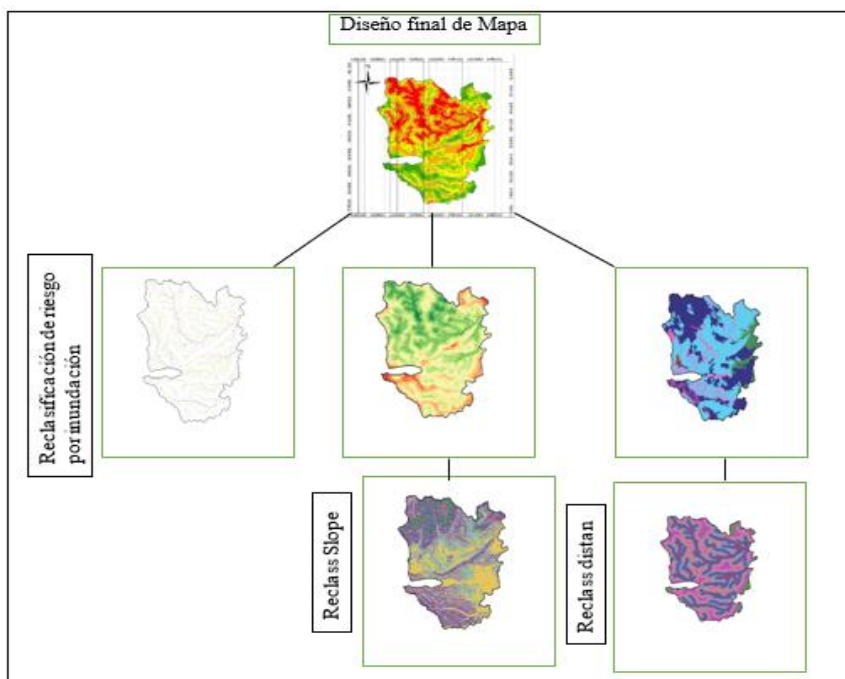
Fuente: Elaboración propia, 2025.

La implementación y ejecución de los procedimientos de modelado espacial se efectuaron mediante ArcGIS Pro, empleando capas de información temática y aplicando secuencias de procesos geoespaciales. Como se observa en la Figura 3, el flujo metodológico permitió integrar y procesar las variables que influyen en el riesgo de inundación, sentando las bases para la obtención del mapa final de riesgo.

El mapa final de riesgo de inundación del municipio de El Agrado, presentado en la Figura 4, sintetiza los resultados obtenidos a partir del análisis multicriterio. En él se identifican cinco categorías de riesgo, desde muy bajo hasta muy alto, lo que permite reconocer espacialmente las zonas más susceptibles a inundaciones y facilita la toma de decisiones para la gestión del riesgo y la planificación territorial.

Figura 4.

Esquema metodológico para la reclasificación y modelación del riesgo de inundación mediante SIG – Municipio de El Agrado – Huila.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Finalmente, se configuró la simbología de la capa vectorial resultante. Para ello, se aplicó una representación categórica asociada al campo *Class Riesgo*, utilizando una gama de colores estándar de análisis de riesgo (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación del riesgo según simbología de colores.

Color	Nivel de Riesgo
	Muy Bajo
	Bajo
	Medio

Color	Nivel de Riesgo
	Alto
	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia (2025), adaptado de ArcGIS Pro.

Posteriormente, el ráster de susceptibilidad obtenido del análisis multicriterio fue convertido a formato vectorial mediante el proceso de ráster a polígono, con el fin de facilitar el manejo geométrico de las áreas de riesgo y permitir su análisis espacial detallado (Figura 5). Este procedimiento permitió delimitar las zonas de riesgo en unidades espaciales discretas.

Figura 5. *Capa ráster a polígono*



Fuente: Autoría Propia, 2025 (ArcGIS Pro.)

A continuación, se aplicó un proceso de suavizado geométrico al polígono resultante, con el propósito de reducir la irregularidad de los bordes generados durante la conversión ráster vectorial, mejorando la representación cartográfica y la interpretación visual del mapa final de riesgo de inundación (Figura 6).

Figura 6. *Suavizado del polígono*



Fuente: Autoría Propia, 2025 (ArcGIS Pro.)

Resultados

La topografía del municipio del Agrado (Huila) se caracteriza por tener una transición entre zonas planas del valle del río Magdalena y una región montañosa de la serranía de las minas (EOT Agrado, 2001). De acuerdo con lo anterior y al modelo espacial generado permitió identificar la distribución del riesgo de inundación en el municipio, integrando las capas reclasificadas y ponderadas de precipitación, pendiente, elevación, distancia a drenajes y cobertura del suelo. El mapa final obtenido al realizar todos estos procesos presenta cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, cada una representada mediante una simbología estandarizada que facilita la interpretación visual. (Ver tabla 5)

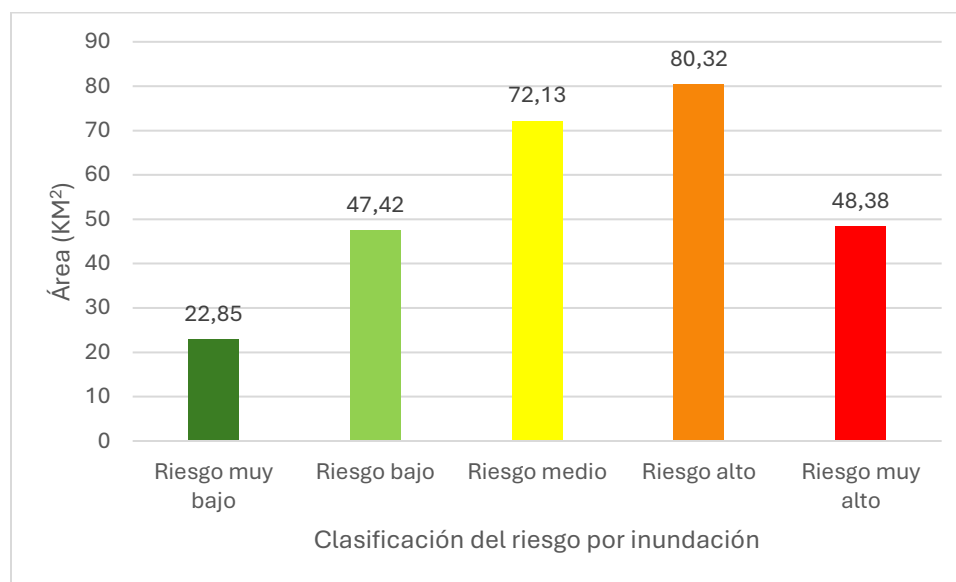
Tabla 6. *Cálculo de geometrías de la capa vectorial*

Shape	Gridcode	Shape length	Shape Área	Class Riesgo	Área en km ²
Polígono	1	350582,886786	22853327,419296	Riesgo muy bajo	22,85
Polígono	2	921624,236876	47421644,529943	Riesgo bajo	47,42
Polígono	3	1192472,563352	72128592,029399	Riesgo medio	72,13
Polígono	4	1188405,024953	80321696,073266	Riesgo alto	80,32
Polígono	5	588392,520639	48383650,376522	Riesgo muy alto	48,38

Fuente: Autoría Propia, 2025 (Adaptado de ArcGIS Pro.)

De acuerdo con la Tabla. 6 se evidencia que las zonas de riesgo alto representan la mayor parte del territorio con un 30 % que equivale a 80,32 km², siguiendo el riesgo medio con el 27 %, equivalente a 72,13 km², junto con el riesgo muy alto representando el 18%, correspondiente a 48,38 km², considerando una porción significativa del territorio, lo cual coincide con la presencia de zonas de ladera y montaña, depósitos aluviales y áreas cercanas a ríos y quebradas. Por su parte, las categorías de riesgo bajo que representan el 17% con 47,42 km² y muy bajo que corresponde al 8% del territorio que cuenta con 22,85 km² corresponden principalmente a zonas planas, donde presentan pendientes suaves reduciendo la probabilidad de acumulación de agua. La gráfica comparativa (Ver figura 8) confirma esta distribución, mostrando que el riesgo medio y alto predominan en el área municipal frente a las categorías más bajas.

Figura 7. Área por clase de riesgo de inundación



Fuente: Autoría Propia, 2025 (ArcGIS Pro.)

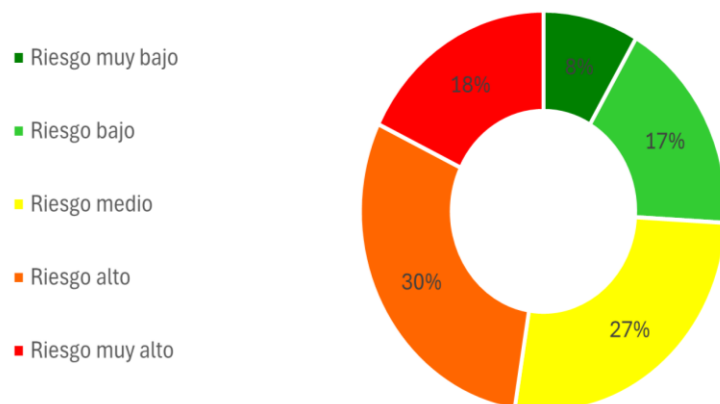
La Figura 7 muestra la distribución del área (km²) según las clases de riesgo de inundación. La categoría de riesgo alto presenta la mayor extensión territorial, seguida por el riesgo medio, lo que indica una amplia superficie con condiciones potencialmente críticas. El riesgo muy bajo ocupa la menor área, mientras que los niveles bajo y muy alto presentan valores intermedios, evidenciando una distribución heterogénea del riesgo en el área de estudio.

En base a lo anterior y al realizar la comparativa entre el mapa de la división político-administrativa (Revisar figura 2) y el mapa de clasificación de riesgo por inundación (Revisar figura 8), muestra claramente que las zonas de riesgo muy alto (Color rojo) se concentran en las veredas el Carmen, el Astillero, Alto Buenavista, el pedernal, la cañada (Norte), Chimbayaco y Montecitos (Norte) (EOT Agrado, 2001), pues son áreas con fuerte pendiente, cauces secundarios

y condiciones que favorecen remociones en masa y avenidas torrenciales, lo que incrementa el riesgo por inundación fluvial (Olaya, V. 2020) Las áreas de riesgo alto (color naranja) Involucra las veredas Chimbayaco (Zona alta), La cañada (Zona centro), Montecitos (Zona centro), Sabaneta (Zona norte) y la zona urbana, (EOT Agrado, 2001) por lo que se puede deducir que no se encuentran en un riesgo extremo de exposición, sin embargo, siguen siendo zonas vulnerables, pues se encuentran alrededor de las zonas con mayor pendiente. Por otro lado tenemos el riesgo medio (color amarillo) donde observamos que involucra veredas como Bajo Buenavista, el pedernal, sabaneta (Zona centro), Taperas, Chimbayaco (Zona baja) y alrededores de la zona urbana, estas zonas se pueden considerar como zonas de transición donde va disminuyendo la pendiente, donde el riesgo sigue presente especialmente por escorrentía concentrada, pero menos intenso(Olaya, V. 2020), Por ultimo tenemos las zonas de riesgo bajo (Verde claro) y riesgo muy bajo (Verde oscuro), donde tenemos las veredas de montecitos (Zona sur), La yaguilga, La escalereta, La Cañada y la Galda(EOT Agrado, 2001), estas zonas se pueden considerar las menos expuestas, aunque pueden verse afectadas por eventos asociados a drenajes locales.

Figura 8.

Distribución porcentual de las categorías de riesgo por inundación.



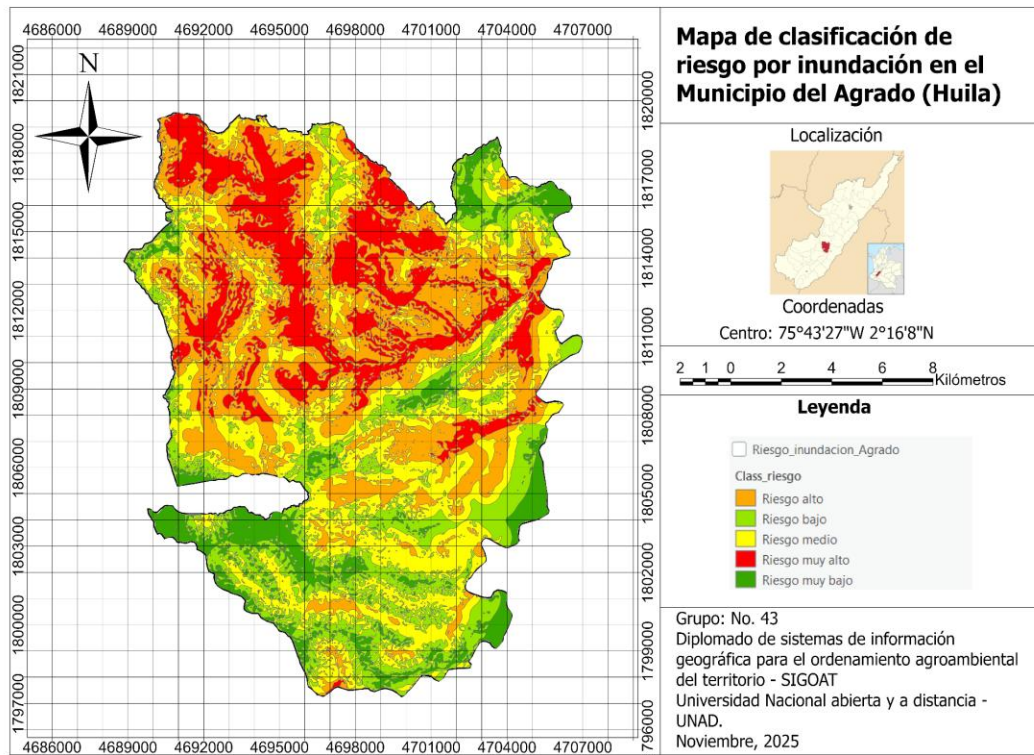
Fuente: Autoría Propia, 2025.

Estas áreas de alto y muy alto riesgo coinciden con el esquema de ordenamiento territorial del municipio donde se encuentran zonas agrícolas de cultivos transitorios y perennes (EOT Agrado, 2001), exponiendo la producción agropecuaria a pérdidas por crecientes súbitas y desbordamientos, junto con daños en infraestructura de riego y vías terciarias. Comunidades rurales enfrentan afectaciones en viviendas, centros educativos veredales y caminos de acceso, mientras que ecosistemas locales sufren por remociones en masa y avenidas torrenciales (ASPECTOS VISION URBANO REGIONAL, 2001). La zona urbana y veredas como Chimbayaco (Zona Alta), La Cañada y Sabaneta, también presentan vulnerabilidad moderada por cercanía a pendientes pronunciadas

Los resultados del modelo espacial coinciden con eventos pasados en el Agrado, donde la cabecera municipal registra susceptibilidad a inundaciones por quebradas como Yaguilga, Chimbayaco, Zanjones y escorrentía superficial (EOT Agrado, Aspectos urbanos 2001). Registros históricos durante La Niña muestran afectaciones similares en el Huila, con crecientes en el río Magdalena, desbordamientos de quebradas, daños a viviendas rurales, vías y cultivos, como reportado en temporadas lluviosas con impactos en infraestructura y comunidades (Gobernación Del Huila, 2022). Estos eventos reafirman la exposición de veredas de riesgo alto y muy alto, con emergencias recientes en el departamento incluyendo inundaciones y deslizamientos que bloquearon vías terciarias y afectaron servicios básicos, donde el municipio del Agrado estaba en alerta amarilla, junto con otros municipios del departamento. (Gobernación Del Huila, 2025)

Figura 8.

Mapa de clasificación de riesgo por inundación en el municipio del Agrado (Huila)



Nota: Representa al municipio del Agrado.

Fuente: Autoría Propia, 2025 (ArcGIS Pro.)

Conclusiones

El análisis evidencia una alta concentración del riesgo en zonas planas y cercanas a cursos de agua, donde el 30 % del territorio (80,32 km²) corresponde a riesgo alto y un 18 % (48,38 km²) a riesgo muy alto, sumando casi la mitad del área municipal (48 %) expuesta a condiciones severas de inundación, las zonas de riesgo medio representan otro 27 % (72,13 km²), consolidando un cinturón de transición alrededor de los valles y las microcuencas, en contraste, sólo el 25 % restante corresponde a riesgo bajo (17 %, 47,42 km²) y muy bajo (8 %, 22,85 km²), distribuidos principalmente en áreas montañosas del occidente y suroccidente donde la pendiente reduce la acumulación hídrica, esta distribución confirma la alta vulnerabilidad de los valles y zonas próximas al embalse El Quimbo y al afluente principal, coincidiendo con los patrones históricos de afectación durante eventos de La Niña.

El uso combinado de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multicriterio resultó altamente adecuado para este tipo de estudio, ya que permitió integrar variables físicas como pendiente, elevación, cercanía a ríos, depósitos aluviales y microcuencas, generando una clasificación espacial precisa y cuantificable del riesgo, la coherencia entre los resultados cartográficos, por ejemplo, la correspondencia entre la franja de riesgo alto y muy alto (128,7 km² en total) y las áreas de mayor escorrentía, demostrando que esta herramienta es esencial para estudios territoriales de amenaza hídrica.

Los resultados tienen implicaciones directas para la planificación territorial y la gestión del riesgo, ya que las zonas de riesgo alto y muy alto que abarcan 48 % del municipio coinciden con áreas productivas agrícolas, veredas con viviendas rurales, infraestructura de riego y vías terciarias, esto implica la necesidad de priorizar intervenciones de mitigación en estos sectores, tales como reforzamiento de obras hidráulicas, protección de orillas, mantenimiento de drenajes y estrategias de ordenamiento que limiten la expansión de actividades en áreas de inundación recurrente, además, la identificación precisa de corredores hídricos críticos permite fortalecer los sistemas de alerta temprana y la planificación ante eventos asociados a La Niña, reduciendo así pérdidas económicas, deterioro de infraestructura y afectaciones a la población rural más expuesta.

Recomendaciones

Restringir la expansión agrícola en las áreas más susceptibles a inundaciones, especialmente en valles aluviales, zonas próximas al río Magdalena y microcuencas, la expansión agrícola en zonas naturalmente inundables incrementa significativamente el riesgo de pérdidas productivas, degradación del suelo y afectaciones a la seguridad alimentaria de las familias rurales, los valles aluviales y las áreas cercanas al río Magdalena cumplen una función natural de amortiguación de crecientes, por lo que su ocupación intensiva altera la dinámica hidrológica y aumenta la

vulnerabilidad frente a eventos extremos asociados al fenómeno de La Niña, restringir la expansión agrícola en estos sectores permite reducir daños recurrentes, proteger los suelos fértiles y conservar los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación del agua.

Localizar cultivos transitorios altamente vulnerables hacia zonas de riesgo medio o bajo cuando sea viable, los cultivos transitorios, como granos básicos y hortalizas, presentan alta sensibilidad al exceso de humedad y al anegamiento prolongado, reubicarlos en zonas con menor riesgo reduce la probabilidad de pérdidas económicas y mejora la estabilidad productiva, esta medida contribuye a una mejor planificación del uso del suelo, optimiza la inversión de los productores y disminuye la dependencia de ayudas posteriores a eventos climáticos extremos.

Incentivar el uso de sistemas agroforestales en zonas de mayor a menor riesgo, los sistemas agroforestales combinan cultivos agrícolas con especies arbóreas, lo que mejora la infiltración del agua, reduce la escorrentía superficial y estabiliza los suelos, en zonas de mayor riesgo, estos sistemas actúan como barreras naturales frente a inundaciones y deslizamientos, mientras que en zonas de riesgo medio y bajo fortalecen la resiliencia productiva y diversifican los ingresos de los productores, además, aportan beneficios ambientales como la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad.

Establecer franjas de vegetación ribereña (corredores de protección) de mínimo 30 metros en quebradas principales y áreas de inundación frecuente, las franjas de vegetación ribereña funcionan como zonas de amortiguación que reducen la velocidad del agua durante crecientes, disminuyen la erosión de las orillas y filtran sedimentos y contaminantes, mantener un ancho mínimo de 30 metros permite proteger los cauces, conservar la calidad del agua y reducir el impacto directo de las inundaciones sobre los sistemas productivos y la infraestructura rural.

Fortalecer los sistemas de drenaje agrícola y comunitario en zonas planas con riesgo alto, para disminuir encharcamientos y pérdidas productivas, en zonas planas, la acumulación de agua por lluvias intensas genera encharcamientos prolongados que afectan el desarrollo de los cultivos y la salud del suelo, mejorar y mantener los sistemas de drenaje permite evacuar el exceso de agua de manera controlada, reducir enfermedades en los cultivos y ganadería al igual que evitar la pérdida de cosechas, a nivel comunitario, estos sistemas también disminuyen afectaciones en viviendas y vías rurales.

Priorizar el mejoramiento de vías terciarias en áreas vulnerables, especialmente aquellas afectadas históricamente durante eventos del fenómeno de La Niña, las vías terciarias son fundamentales para la comercialización de productos agrícolas y el acceso a servicios básicos, en eventos de alta precipitación, su deterioro limita la movilidad y agrava las pérdidas económicas, priorizar su

mejoramiento, con criterios de drenaje y adaptación climática, fortalece la conectividad rural, facilita la respuesta ante emergencias y reduce el aislamiento de las comunidades.

Revisar y adecuar la infraestructura de riego existente para reducir daños por desbordamientos o crecientes súbitas, la infraestructura de riego mal ubicada o en mal estado puede amplificar los efectos de las crecientes, generando rupturas, erosión y pérdidas de inversión, su revisión y adecuación permiten mejorar la eficiencia en el uso del agua, prevenir daños durante eventos extremos y garantizar un manejo más seguro del recurso hídrico para la producción agrícola.

Incorporar los mapas de riesgo obtenidos en los instrumentos de planificación municipal: PBOT, EOT y planes veredales, la integración de la cartografía de riesgo en los instrumentos de planificación territorial asegura que las decisiones sobre uso del suelo, infraestructura y desarrollo rural se basen en criterios técnicos, esto permite orientar el crecimiento del municipio de manera segura, reducir la exposición a amenazas naturales y promover un ordenamiento territorial más sostenible y preventivo.

Diseñar protocolos de alerta temprana para veredas cercanas a quebradas principales, integrando sensores de nivel y comunicación comunitaria, los sistemas de alerta temprana permiten anticipar eventos de inundación y activar medidas de evacuación o protección, la combinación de sensores de nivel con mecanismos de comunicación comunitaria fortalece la capacidad de respuesta local, reduce el riesgo para la vida humana y minimiza daños a los sistemas productivos y a la infraestructura rural.

Actualizar periódicamente la cartografía de riesgo con base en cambios del embalse El Quimbo y dinámicas del río Magdalena, las condiciones hidrológicas del territorio pueden variar con el tiempo debido a cambios en la operación del embalse El Quimbo y a la dinámica natural del río Magdalena, la actualización periódica de la cartografía de riesgo garantiza información confiable y actualizada para la toma de decisiones, evitando planes desfasados que incrementen la vulnerabilidad del territorio.

Fomentar cultivos y sistemas productivos más resilientes al exceso de humedad en zonas con riesgo medio, como pasturas mejoradas y frutales adaptados, la adopción de sistemas productivos adaptados a condiciones de alta humedad reduce la probabilidad de pérdidas y mejora la sostenibilidad económica, pasturas mejoradas y frutales tolerantes al exceso de agua permiten mantener la productividad incluso en temporadas lluviosas, fortaleciendo la seguridad alimentaria y los ingresos rurales.

Realizar diagnósticos de estabilidad para identificar viviendas rurales que requieran reubicación preventiva o reforzamiento estructural, los diagnósticos de estabilidad permiten identificar riesgos

asociados a inundaciones, socavación y saturación del suelo, detectar oportunamente viviendas en condición crítica facilita la toma de decisiones preventivas, como la reubicación o el reforzamiento estructural, reduciendo el riesgo para las familias rurales.

Desarrollar programas de capacitación en gestión del riesgo, manejo del agua y prácticas agroambientales para las asociaciones de productores del municipio, la capacitación fortalece las capacidades locales para prevenir, prepararse y responder ante eventos climáticos extremos con programas enfocados en gestión del riesgo, manejo eficiente del agua y prácticas agroambientales promueven una cultura de prevención, mejoran la sostenibilidad productiva y empoderan a las asociaciones de productores como actores clave en la adaptación al cambio climático.

Referencias bibliográficas

Acuerdo EOT Agrado. (2001). En *Gobernación del Huila*.
<https://share.google/yGMX8JBLnzwqoV4Yf>

Acuerdo EOT Agrado, Aspectos urbanos (2001). Repositorio Esap
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/f005eae2-dfb1-4c2d-9149-2b41edc61702/content>

ASPECTOS VISION URBANO REGIONAL. (2001). En *Repositorio ESAP*.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/5b6bbd9e-d644-4b2f-b873-e974084e2f40/content#:~:text=Relaciones%20del%20entorno%20urbano%20%2Drural,la%20agricultura%20y%20la%20ganader%C3%ADa>.

Alcaldía de El Agrado. (2020). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT 2020–2031*. Alcaldía Municipal de El Agrado.

ANDI. (2018). *Variabilidad y cambio climático en Colombia*. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.

Chuvieco, E. (2016). *Fundamentos de teledetección espacial*. Editorial Rialp.

DANE. (2023). *División político-administrativa de Colombia (DIVIPOLA)*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co>

Díaz-Narváez, C., Pulido, A., & Fonseca, C. (2018). Modelación hidrodinámica para la identificación de áreas inundables en Tunja (Boyacá). *Revista UD y la Geomática*, 12(23), 45–58.

Gobernación Del Huila, (2022, 8 marzo). *Balance preliminar por lluvias en el Huila*. Gobernación del Huila. <https://www.huila.gov.co/publicaciones/11924/balance-preliminar-por-lluvias-en-el-huila/>

Gobernación Del Huila, (2025, 3 marzo). *Emergencias en el Huila: Lluvias intensas generan deslizamientos, inundaciones y afectaciones en múltiples municipios*. Gobernación del Huila. <https://www.huila.gov.co/publicaciones/15573/emergencias-en-el-huila-lluvias-intensas-generan-deslizamientos-inundaciones-y-afectaciones-en-multiples-municipios/>

Gobernación del Huila. (2019). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres del Huila*.

Gobernación del Huila. (2021). *Perfil territorial del departamento del Huila – Diagnóstico general*. Secretaría de Planeación Departamental.

Gómez, J. (2011). Impactos socioeconómicos del fenómeno La Niña 2010–2011 en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (34), 78–85.

IGAC. (2019). *Geografía para el ordenamiento territorial*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IDEAM. (2018). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2021). *Caracterización climática del departamento del Huila*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

IDEAM. (2021a). *Proyecciones climáticas para Colombia 2021–2100*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2021b). *Escenarios de cambio climático para Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2022). *Boletín climatológico mensual. Región Alto Magdalena*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

MADS. (2016). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & IDEAM. (2020). *Estudio Nacional del Agua 2020*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Natural Hazards and Earth System Sciences. (2019). Climate change impacts on hydrometeorological extremes in Andean basins. *NHESS*, 19(11), 2635–2648.

Olaya, V. (2020). [Sistemas de Información Geográfica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica). Open Library. Pp 315- 328
https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica

Scielo. (2012). Estudios sobre recurso hídrico y vulnerabilidad en Colombia. *Revista de Ingeniería y Región*, 36, 150–165.

Swiss Re. (2011). *Global insurance review: The impact of La Niña 2010–2011 on Colombia*. Swiss Re Institute.

UNGRD. (2011). *Informe de afectaciones por la temporada de lluvias 2010–2011*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/Y33THpLnHyM?feature=shared>