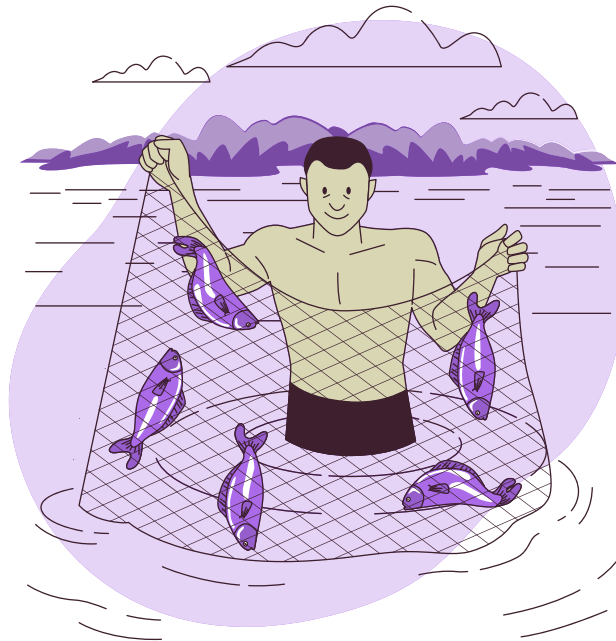


Gellen Xiomara
Castañeda
Castrillón*

NAVEGANDO LAS AGUAS DEL RÍO CAUCA: IMPLEMENTACIÓN DE UN MAPA DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN LA PINTADA, ANTIOQUIA COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN TERRITORIAL



* Universidad Santo Tomás, Especialista en Gestión Territorial y Avalúos. Correo electrónico: gxcastanedac@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6808-9377>



Introducción

En los últimos años, la creciente incidencia de fenómenos naturales ha subrayado la urgente necesidad de una gestión de riesgos eficaz y proactiva en las áreas urbanas vulnerables. La Pintada, un municipio situado en el suroeste de Antioquia, Colombia, destaca por su geografía rica, una demografía dinámica y una economía en desarrollo. Atravesado por el río Cauca, enfrenta desafíos significativos debido a las inundaciones recurrentes, especialmente durante la temporada de lluvias. Estos eventos no solo amenazan la seguridad y el bienestar de sus habitantes, sino que también han moldeado tanto su historia como su estructura socioeconómica, impactando negativamente en el desarrollo regional.

La historia de inundaciones en La Pintada es extensa y variada, lo que ha resaltado la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas de gestión del riesgo. Estos eventos

han causado pérdidas económicas significativas y desplazamientos temporales de muchas familias, afectando la cohesión social y la estabilidad regional. Ante esta realidad, se reconoce la indiscutible necesidad de gestionar proactivamente los riesgos asociados con las inundaciones para proteger vidas humanas, asegurar el progreso económico y promover la sostenibilidad ambiental del municipio.

En respuesta a las inundaciones recurrentes, investigaciones previas han propuesto la creación de un mapa detallado de amenazas por inundación, fundamental para la planificación y gestión territorial eficaz. Este mapa está diseñado para influir en la política local y las prácticas de desarrollo, integrando la adaptación al riesgo de inundaciones dentro de la planificación urbana y regional. La metodología del estudio combina análisis cuantitativos y cualitativos para identificar zonas vulnerables y sugerir medidas de manejo que se alineen con las normativas de planificación urbana.

El presente artículo subraya la importancia de la gestión de riesgos como elemento crucial para el desarrollo territorial sostenible y la resiliencia urbana. Proporciona una base científica a gestores municipales y a la comunidad para desarrollar estrategias de mitigación que protejan tanto a la población como a la infraestructura crítica, con el objetivo de transformar el municipio en un entorno más seguro y resiliente.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación, se abordó el tema crucial de la gestión del riesgo y la prevención en el contexto del ordenamiento territorial del municipio de La Pintada. Enfocado en proporcionar un marco sistemático y robusto para la planificación y manejo de cuencas hidrográficas, el estudio integró estrategias de prevención de desastres. A continuación, se detalla la metodología aplicada, basada en la adopción y adaptación de una serie de guías metodológicas y protocolos, junto con un marco normativo y procedimental claramente definido y vigente, asegurando así un enfoque coherente en la identificación y gestión de riesgos en la planificación urbana.

El desarrollo de la metodología y la identificación de sus respectivas etapas se realizaron de acuerdo a lo consignado en los documentos metodológicos utilizados durante el estudio:

- Guía metodológica: Incorporación de la prevención y la reducción de riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial, procedimiento para la incorporación del riesgo en los POT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).
- Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, gestión del riesgo en los POMCA (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014).
- Guía municipal para la gestión del riesgo, procesos de la gestión del riesgo en el municipio (Ministerio del Interior y de Justicia, Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, 2010).

Etapas 1: identificación de eventos amenazantes

La etapa de identificación de eventos amenazantes se centra en reconocer las amenazas más relevantes, localizando y describiendo aquellas que representan un mayor peligro para la población o que ocurren con mayor frecuencia. Para evaluar la frecuencia de ocurrencia y los posibles daños asociados a estos eventos, se requiere:

El estudio comenzó con una inmersión profunda en la realidad cotidiana de los habitantes del área de estudio, con el objetivo de documentar, comprender y analizar su estilo de vida en relación con los

eventos climáticos adversos. A través de trabajo de campo, se recopiló información esencial sobre las inundaciones recientes y sus impactos en diversos barrios y zonas residenciales.

Este proceso incluyó entrevistas con residentes que han vivido en la zona entre 8 y 50 años. Se documentó la duración de su residencia, la fecha de la última inundación significativa y las principales consecuencias enfrentadas, como la pérdida de bienes personales y animales domésticos, además de los impactos en actividades económicas clave como la agricultura y la porcicultura.

Durante las visitas de campo, se empleó un método sistemático para evaluar el impacto de las inundaciones, incluyendo mediciones de la profundidad del río y la distancia desde el cauce natural¹ hasta el punto máximo de inundación. También se recopiló una extensa colección de fotografías que documentaron los efectos inmediatos en las áreas afectadas, proporcionando datos cruciales para futuros análisis y estrategias de mitigación.

Además, la revisión de la “Matriz de Eventos Históricos” del Comité Local para la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres (CLOPAD) proporcionó detalles importantes sobre inundaciones históricas, incluyendo ubicación, fecha, descripción de los eventos, pérdidas y acciones tomadas durante y después de las emergencias (Congreso de la República, 2012). Se identificaron escenarios de riesgo por inundación relacionados con el aumento de las lluvias y sus efectos en el caudal del río y las quebradas cercanas, evaluando los elementos y grupos sociales en riesgo, como ancianos y niños.

Este enfoque metodológico multidimensional proporcionó un análisis exhaustivo de las inundaciones pasadas y presentes, permitiendo una evaluación detallada de los riesgos y vulnerabilidades actuales, y facilitando la planificación de medidas de prevención y mitigación futuras.

Etapas 2: evaluación y zonificación del fenómeno amenazante

En la fase correspondiente a la Etapa 2 del estudio, se trabajó en la evaluación detallada y zonificación del fenómeno amenazante, basada en datos recopilados históricamente y en una valoración detallada de las características físicas del área de estudio. Este proceso permitió determinar la probabilidad de ocurrencia y la potencial magnitud de futuros eventos, elementos esenciales para definir zonas críticas y la distribución espacial de la amenaza (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014).

¹ Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por lecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo (Presidente de la República, Alfonso Lopez Milchelsen, 1978)

Avances metodológicos en la cartografía de riesgos de inundación: un estudio de caso en La Pintada

Durante esta sesión, se abordó el desarrollo metodológico integral empleado para actualizar y mejorar la cartografía de riesgos de inundación en el municipio de La Pintada, mejorando la precisión de los mapas existentes y estableciendo bases para una efectiva planificación territorial y gestión proactiva de riesgos. El proceso metodológico incluyó una evaluación preliminar de la información existente y culminó con la creación de mapas de amenazas de inundación. Esta actualización fue necesaria debido a la falta de respaldo técnico en los mapas previos, lo que llevó a desarrollar una nueva zonificación basada en datos actualizados y validados. Ese enfoque aseguró la robustez técnica y la relevancia de los resultados para la planificación y gestión de riesgos.

De la observación a la acción, técnicas de teledetección en el estudio multitemporal de inundaciones

Dentro de la fase metodológica, la adquisición de imágenes satelitales fue crucial para el análisis espacial y temporal de la región de estudio. Se utilizó la plataforma Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), que ofrece capacidades avanzadas de búsqueda y selección de imágenes satelitales. Esta plataforma permite filtrar imágenes por ubicación geográfica, coordenadas exactas y rangos de fechas específicas, facilitando la selección precisa de datos para análisis comparativo.

En el estudio realizado, se utilizaron imágenes satelitales de noviembre de 1999, agosto de 2000, marzo de 2011 y marzo de 2016, capturando condiciones estacionales y variaciones interanuales a lo largo de 17 años para evaluar los cambios en la cobertura del suelo. Ese enfoque temporal proporcionó una base para analizar y formular hipótesis en gestión ambiental. Además, se llevó a cabo un estudio multitemporal cuyo objetivo principal fue extraer firmas espectrales de ubicaciones específicas en estos distintos intervalos temporales para identificar cambios en las respuestas espectrales, ofreciendo una comprensión detallada de la evolución del paisaje y sus implicaciones ambientales.

Según Hernández y Montaner (2009),

Una vez que la energía electromagnética llega a la superficie terrestre, interactúa con cada tipo de material ya sea por reflexión, absorción o transmisión, de acuerdo a un patrón de respuesta espectral particular. Este comportamiento distintivo de cada tipo de material es aprovechado

en procesos de clasificación de imágenes, siendo común referirse a él como firma espectral. (p. 4)

Identificar patrones específicos de respuesta sobre la cobertura terrestre en el área de interés permitió estimar la extensión de las inundaciones en regiones propensas durante la temporada de lluvias. La metodología empleada se revela como una herramienta útil para la monitorización ambiental y la gestión de recursos naturales, facilitando así la identificación de zonas con alto contenido de humedad² que sufren impactos debido a eventos estacionales o cambios a largo plazo en la cobertura del suelo.

Caudales del tiempo: estudio histórico y futuro de las inundaciones

Como parte de nuestro estudio, se realizó un análisis de los registros de caudales para comprender las dinámicas hidrológicas del área de interés. Dicha etapa fue fundamental para la identificación de patrones de variación en los niveles de agua y para evaluar el impacto de eventos extremos como las inundaciones.

La principal fuente de datos para este análisis fue el IDEAM, una entidad pública que proporciona apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental y contribuye a la generación de información sobre el estado de los recursos naturales y ambientales. Esto es importante para la formulación de políticas y decisiones en el ámbito de la sostenibilidad (IDEAM, s.f.).

Los datos analizados incluyeron registros de limnímetros, “una regla graduada dispuesta en tramos de un metro, que se utiliza para medir las fluctuaciones de los niveles del agua en un punto determinado de una corriente o de un cuerpo de agua” (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2020, p. 5).

Estos registros se obtuvieron de dos estaciones limnigráficas situadas en proximidades al área de estudio, proporcionando valores máximos mensuales de los niveles de agua expresados en centímetros. Dicho conjunto de datos cubre varios periodos temporales, lo que permite un análisis multitemporal detallado.

Los registros históricos indicaron que el nivel máximo de agua alcanzado fue de 649 centímetros en noviembre de 2010. Esa información es corroborada por diversos testimonios y registros locales, que señalan las inundaciones de 2010 y 2011 como eventos de gran magnitud.

² Respecto a las características físicas del suelo, puede afirmarse, en términos generales, que la reflectividad espectral resulta mayor cuando se trata de suelos más groseros, apelmazados, secos y sin materia orgánica. El contenido de humedad es uno de los elementos más importantes en las longitudes de onda larga (infrarrojo cercano y medio), como consecuencia de la alta absorptividad del agua en estas bandas (Chuvieco, 1990).

Específicamente, Planeación Municipal y la información comunitaria destacan tales inundaciones, y registros fotográficos del año 2007 apoyan la recurrencia y gravedad de esos eventos. Adicionalmente, la revisión de imágenes satelitales muestra que el caudal del río aumentó significativamente en 2011, lo que refuerza los datos recopilados sobre las inundaciones de los años mencionados.

Los datos integrados de diversas fuentes enfatizan la severidad y el impacto sustancial de las inundaciones en los años mencionados. La coincidencia entre diferentes tipos de registros no solo valida la precisión de la información recopilada, sino que también resalta la eficacia de utilizar una metodología de análisis multidimensional para entender fenómenos complejos como las inundaciones.

Este enfoque es fundamental para la planificación urbana y la gestión de riesgos, permitiendo a las autoridades y a la comunidad anticipar y mitigar mejor los efectos de futuros eventos similares. La evidencia lograda subraya la importancia crítica de fortalecer las infraestructuras, mejorar los sistemas de alerta temprana y fomentar una mayor colaboración interinstitucional y comunitaria en las estrategias de respuesta y recuperación.

Impactos de la morfología en la susceptibilidad a inundaciones

El área de estudio, el municipio de La Pintada, se caracteriza por una geomorfología variada, donde el cañón del río Cauca juega un papel central. El ensanchamiento del cañón del río Cauca en la zona urbana de La Pintada crea un valle más amplio con laderas de menor pendiente. Esta configuración topográfica es crucial porque las áreas planas y los valles son típicamente susceptibles a la acumulación de agua durante lluvias intensas. Además, el depósito de sedimentos en esos valles puede obstruir el flujo normal del río y exacerbar la inundación durante eventos de lluvia fuerte.

De acuerdo con los criterios de susceptibilidad de inundación, las geoformas como valles aluviales y planos de inundación presentan alta susceptibilidad a inundaciones debido a su topografía y la acumulación de sedimentos, aumentando significativamente el riesgo en áreas urbanas durante periodos de alta pluviosidad. Aunque la presencia de rocas sedimentarias con incrustaciones de pórfidos ofrece cierta resistencia a la erosión, zonas desestabilizadas por drenajes o erosión activa pueden provocar movimientos de laderas y aumentar los sedimentos en el río, reduciendo su capacidad y elevando el riesgo de inundaciones. Controlar la erosión y el manejo de aguas es crucial para prevenir el deterioro del suelo y la sedimentación excesiva, que pueden alterar el curso del río y exacerbar las inundaciones.

Para abordar la problemática presentada, es esencial implementar estrategias efectivas de gestión del suelo y la vegetación, y mejorar la infraestructura de drenaje. El enfoque metodológico ha permitido identificar áreas críticamente vulnerables y priorizar medidas de mitigación, basándose en análisis históricos y evaluaciones físicas detalladas para una mejor comprensión y gestión de los riesgos de inundación. Se espera que dicha información dirija

De acuerdo con los criterios de susceptibilidad de inundación, las geoformas como valles aluviales y planos de inundación presentan alta susceptibilidad a inundaciones debido a su topografía y la acumulación de sedimentos, aumentando significativamente el riesgo en áreas urbanas durante periodos de alta pluviosidad.

el desarrollo de políticas y estrategias futuras para fortalecer la resiliencia de La Pintada frente a futuras inundaciones (Concejo Municipal La Pintada, 2000).

Implementación de técnicas avanzadas en la operación de campo

El trabajo de campo se estructuró en dos etapas principales: la preparación de puntos de control y la ejecución de vuelos por dron. Se establecieron puntos de control utilizando un equipo de GPS/GNSS de alta precisión. Estos puntos eran elementos fijos y claramente identificables a lo largo del área de estudio, con coordenadas predefinidas en un mapa base proporcionado por la secretaría de planeación municipal. Tales elementos fueron seleccionados por su visibilidad a 70 metros de altura y ubicación en sitios abiertos, garantizando la ausencia de obstrucciones visuales en cualquier orientación.

Posteriormente, se empleó un dron multi-rotor³ para capturar una secuencia de fotografías según el área a levantar, ajustando la configuración para lograr un solapamiento del 85 % entre imágenes. La estrategia fue crucial para la recolección de datos tridimensionales del terreno.

Tras la captura de datos, el procesamiento de las imágenes aéreas resultó en la generación de ortofotos y una nube de puntos detallada. Estas ortofotos, libres de las distorsiones comunes en fotografías estándar, permitieron un mapeo preciso del terreno. Además, utilizando el software AGISsoft, se limpiaron las nubes de puntos y se generaron curvas de nivel que facilitaron la elaboración de diversos planos en ArcGIS.

Los datos procesados se utilizaron para desarrollar nuevos mapas temáticos que reflejan diversas zonas de riesgo de inundación. Los mapas son cruciales para la planificación del

uso del suelo y forman la base para la gestión del riesgo en la región. Los resultados obtenidos proporcionan una herramienta valiosa para guiar la incorporación de la gestión de riesgos en los planes de ordenación territorial y manejo de cuencas hidrográficas, permitiendo a los planificadores y autoridades locales formular estrategias de mitigación efectivas y tomar decisiones informadas para la protección y el desarrollo sostenible del municipio.

Hacia una lectura crítica: análisis de resultados

En la presente sección, se despliega un examen crítico de los resultados obtenidos en la investigación sobre la gestión de riesgos de inundación en La Pintada, adoptando un enfoque teórico que se nutre tanto de perspectivas ortodoxas como heterodoxas. Ese análisis pretende no solo decodificar los fenómenos observados, sino también, y más importante aún, proponer intervenciones efectivas que puedan impactar las prácticas de gestión territorial existentes, cuestión que será el foco del segmento final de nuestro estudio.

Desde la perspectiva de la gestión territorial en áreas críticamente afectadas por inundaciones, el estudio ha revelado que la planificación tradicional y las respuestas a emergencias en áreas afectadas por inundaciones han sido inadecuadas, principalmente debido a un enfoque centralista que excluye a las comunidades locales de decisiones críticas. La investigación ha demostrado que el método empleado, a menudo vinculado con políticas de desarrollo, es inefectivo frente a los desafíos de eventos climáticos extremos y puede entrar en conflicto con las estructuras locales. Se ha identificado la necesidad de revisar y rediseñar los sistemas de alerta temprana y las infraestructuras de mitigación, adaptándolos a las necesidades específicas de cada zona. Los hallazgos sugieren que un modelo de gestión más inclusivo y

³ Se conocen con el nombre de drones multirrotor a todos aquellos aparatos tecnológicos que comparten la característica de ser helicópteros, ya sea de tres hélices o más, y cuyo despegue y aterrizaje se puede realizar de manera vertical.

participativo no solo mejoraría la efectividad de las respuestas en crisis, sino que también fortalecería la resiliencia comunitaria a largo plazo.

Por tanto, al avanzar hacia las conclusiones y recomendaciones finales del presente artículo, se enfatizará la necesidad de integrar perspectivas alternativas en la planificación territorial que reconozcan y valoren las prácticas locales y tradicionales, así como la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y alerta que sean sensibles a las dinámicas sociales y ambientales específicas de La Pintada.

Conclusiones

En la exploración crítica de los resultados obtenidos en la investigación sobre la gestión de riesgos de inundación en La Pintada, se ha discernido una serie de hallazgos que resaltan tanto deficiencias críticas como áreas de potencial desarrollo en la planificación y ejecución de estrategias de mitigación de inundaciones. La generación de mapas detallados de amenaza de inundación, apoyada por datos actuales y precisos de planeación municipal y registros del IDEAM, ha proporcionado una base sólida para reevaluar y redireccionar las políticas de gestión territorial.

Después del estudio, los resultados obtenidos se componen de cuatro planos base fundamentales:

1. Mapa de nivel de amenaza por inundación de acuerdo a los datos suministrados por planeación municipal.
2. Mapa de ronda de conservación según la norma Decreto 2811 de 1974 (Presidente de la República Alfonso López Michelsen, 1974, p. 2).
3. Mapa de ronda de conservación según la norma Acuerdo 014 de 2000. Plan básico de ordenamiento territorial (Concejo Municipal La Pintada, 2000, p. 34).
4. Mapa de amenaza por inundación según registros suministrados por el IDEAM⁴ e información recolectada en campo.

Tales mapas no solo revelan la vulnerabilidad de áreas específicas frente a eventos extremos, sino que también exponen la necesidad de una integración más efectiva entre el conocimiento local y los enfoques modernos hacia la gestión del riesgo. Al visualizar claramente las zonas de mayor riesgo, los instrumentos cartográficos ofrecen un punto de partida crucial para la planificación estratégica, permitiendo a los responsables de la toma de decisiones orientar recursos y esfuerzos de

4 El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento y produce información confiable, consistente y oportuna sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente. Esto facilita la definición y ajustes de políticas ambientales, así como la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general (IDEAM, s.f.).

manera más eficaz y con un enfoque dirigido a las necesidades reales de las comunidades.

En esta sección final, se consolidarán los resultados clave, discutiendo tanto las implicaciones teóricas como las aplicaciones prácticas de nuestro estudio. Asimismo, se delinearán estrategias recomendadas y direcciones futuras para la investigación que apoyen un enfoque más resiliente y sostenible frente a los riesgos de inundaciones, dirigidas a mejorar la colaboración entre científicos, planificadores, autoridades locales y comunidades, con el fin de fortalecer la seguridad y la resiliencia de La Pintada frente a futuras amenazas climáticas.

Hallazgos

- Los eventos de inundación de 2010 y 2011 evidenciaron significativas brechas en la capacidad de respuesta y las estrategias de mitigación existentes, resaltando la urgente necesidad de actualizar y fortalecer los sistemas de gestión de riesgos de inundación.
- Se destaca la importancia de adoptar un enfoque que no solo se centre en la infraestructura física, sino que también incluya la educación comunitaria, la planificación urbana y la adaptación al cambio climático. Esto implica la implementación de infraestructura verde y la promoción de políticas que integren la adaptación climática en todos los niveles de planificación.
- La investigación identificó una urgencia crítica de revisar y fortalecer la infraestructura existente, incluyendo sistemas de drenaje y barreras físicas para enfrentar los niveles de agua en situaciones de inundación.
- La creación de mapas avanzados de riesgo de inundación ha proporcionado una herramienta valiosa para la planificación y gestión futuras, permitiendo una visualización detallada de las áreas más vulnerables y que requieren intervención prioritaria.

Estrategias recomendadas para prevenir inundaciones en áreas susceptibles

- Implementar una estrategia que combine tecnología avanzada con participación comunitaria para mejorar la resiliencia y la capacidad de respuesta a eventos extremos. Es crucial modernizar y ampliar los sistemas de drenaje existentes, e incorporar infraestructura verde como jardines de lluvia y pavimentos permeables, que facilitan una gestión más eficaz y sostenible de las aguas pluviales.

Es crucial que las políticas se enfoquen en mejorar la coordinación entre las agencias gubernamentales y optimizar los recursos disponibles para la gestión de emergencias y la recuperación a largo plazo.

- Desplegar tecnologías de monitoreo en tiempo real mediante sensores IoT⁵ a lo largo de ríos y áreas críticas para una detección temprana de inundaciones. Estos datos pueden alimentar sistemas de alerta avanzados y modelos de simulación basados en GIS y AI, mejorando la precisión en la predicción del comportamiento del agua y permitiendo acciones preventivas más efectivas.
- Establecer plataformas que aseguren una comunicación efectiva y continua entre las agencias de gestión de emergencias y las comunidades vulnerables.
- Reforzar barreras físicas como diques y muros de contención en lugares de alto riesgo, y revisar las políticas de construcción en zonas inundables para un desarrollo urbano que respete los límites naturales y reduzca la vulnerabilidad a inundaciones.
- Fomentar la colaboración entre gobiernos locales, agencias de emergencia, el sector privado y la comunidad para una implementación efectiva y sostenida de estas estrategias. Solo un enfoque coordinado y participativo optimizará recursos y mejorará la gestión integral del riesgo de inundaciones, mitigando impactos y fortaleciendo la seguridad de las comunidades afectadas.

- Promover un cambio cultural que fomente la topofilia⁶, el arraigo emocional a un lugar, mediante educación profunda sobre los efectos de la actividad humana en el medio ambiente. Integrar programas de colaboración y capacitación comunitaria accesibles y relevantes para comunidades en riesgo fortalecerá la resiliencia local y mejorará la capacidad de respuesta a desastres naturales.
- Diseñar e implementar programas educativos centrados en la gestión de riesgos, primeros auxilios y evacuación, adaptados a características culturales y socioeconómicas de las comunidades.

Implicaciones para la política y prácticas: nuevas direcciones de investigación

Los hallazgos del presente estudio ofrecen una base sólida para que los responsables de la formulación de políticas y los planificadores territoriales implementen estrategias más eficientes y sostenibles para mitigar los riesgos de inundación. Es crucial que las políticas se enfoquen en mejorar la coordinación entre las agencias gubernamentales y optimizar los recursos disponibles para la gestión de emergencias y la recuperación a largo plazo.

Se identifica la necesidad de realizar investigaciones futuras que profundicen en el impacto del cambio climático en los patrones de inundación, así como estudios que exploren la efectividad de diferentes tipos de infraestructura de mitigación en diversos entornos urbanos y rurales.

En conclusión, aunque La Pintada ha enfrentado desafíos significativos en términos de

5 La Internet de las Cosas (IoT) describe la red de objetos físicos ("cosas") que incorporan sensores, software y otras tecnologías para conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas. Actualmente, hay más de 7 mil millones de dispositivos IoT conectados, y se prevé que este número aumente a 10 mil millones para 2020 y a 22 mil millones para 2025 (Oracle, s.f.).

6 Los vínculos afectivos entre las personas y su entorno físico abarcan las emociones y actitudes que desarrollan hacia los lugares, que pueden variar desde profundos lazos emocionales hasta la apreciación estética y el disfrute perceptual del entorno (Tuan, 1974).

gestión de riesgos de inundaciones, los avances tecnológicos y las estrategias innovadoras presentadas en este estudio ofrecen un camino prometedor hacia una gestión más resiliente y proactiva. Se insta a todos los actores relevantes, desde gobiernos locales hasta comunidades afectadas, a adoptar esos enfoques y trabajar colaborativamente hacia un futuro más seguro y sostenible.

REFERENCIAS

- CHUVIECO, E. (1990). *Fundamentos de teledetección espacial*. Ediciones Rialp.
- CONCEJO MUNICIPAL LA PINTADA. (2000). *Acuerdo 014-Plan Básico de Ordenamiento Territorial La Pintada-Capítulo 4: De los Atributos*. La Pintada.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (2012, 24 de abril). *Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Normatividad/Nacional/Leyes/Ley-1523-abr-24-2012-Politica-Nacional-Gestion-del-Riesgo-de-Desastres-SNGRD.pdf>
- Informe de la Red Hidroclimatológica año 2008*. BUCARAMANGA.
- HERNÁNDEZ, J. Y MONTANER, D. (2009). *Patrones de respuesta espectral*. <https://gep.uchile.cl/Publicaciones/Hern%C3%A1ndez%20%20Montaner%202009%20SAF.pdf>
- IDEAM. (s.f.). *IDEAM*. <http://archivo.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. (2020, 4 de diciembre). *Manual de validación de la información hidrológica*. <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/72093416/M-GCI-H-MO28+MANUAL+DE+VALIDACION+DE+LA+INFORMACION+HIDROLOGICA+v1.pdf/b3dc6ebf-e1cd-4514-9940-c6a55b425463?version=1.0>
- MINAMBIENTE, MINHACIENDA, FONDO DE ADAPTACIÓN. (2014). *Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2005). *Guía metodológica 1: Incorporación de la prevención y la reducción de riesgos en los procesos de ordenamiento territorial*. Bogotá.
- MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA, SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES. (2010). *Guía municipal para la gestión del riesgo*. Bogotá.
- ORACLE. (s.f.). *What is IoT?* <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>
- PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA ALFONSO LÓPEZ MICHELSEN. (1974, 18 de diciembre). *Decreto 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Ministerio de Ambiente. https://archivo.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legisla%C3%B3n_del_agua/Decreto_Ley_2811_1974.pdf
- PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA ALFONSO LÓPEZ MICHELSEN. (1978). *Decreto 1541 de 1978, Artículo 11. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973 (p. 44)*. Bogotá, DC.
- TUAN, Y. -F. (1974). *Topophilia: A Study of Environmental Perception, Attitudes, and Values*. Prentice-Hall.
- VÉLEZ, P. DE. (2007, 10 de octubre). *Decreto 3888 de 2007*. Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=26964>

ANEXOS.

- Etapa 1. Identificación de eventos amenazantes: este anexo ofrece un StoryMap interactivo que muestra la primera etapa del estudio, destacando las amenazas más significativas y frecuentes, junto con datos sobre su frecuencia y el daño potencial para la población local. <https://storymaps.arcgis.com/stories/112cb22e13b14f5db325867886410074>.
- Etapa II. Evaluación y zonificación del fenómeno amenazante: este anexo incluye un StoryMap interactivo que ilustra la evaluación y zonificación de fenómenos amenazantes en La Pintada, mostrando la distribución de amenazas y áreas de alto riesgo. Es una herramienta esencial para la planificación y gestión de riesgos. <https://storymaps.arcgis.com/stories/b4f988f0989c4be8af4b5b6269cd698a>.
- Anexos del trabajo de investigación: este anexo proporciona un enlace a Google Drive que contiene todos los documentos relacionados con el trabajo de grado mencionado en el artículo, incluyendo normativa, perfiles espectrales, mapas generados, registros limnigráficos, trabajo de grado y desarrollo de la metodología. <https://drive.google.com/drive/folders/1kCf8m2oIWd3PxcfcZ1Ni53ZMXR-5T13B>.