



**Análisis geoespacial como herramienta para la gestión del riesgo en Risaralda:
aportes al desarrollo sostenible**

Daniel Rubén Vargas Higuera

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio
Ambiente

Asesor: Rogelio Pineda Murillo, Doctor (PhD) en Geografía

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Caldas, Colombia
2026

Cita	(Vargas Higuera, 2021)
Referencia	Vargas Higuera, D. R. (2026). <i>Análisis geoespacial como herramienta para la gestión del riesgo en Risaralda: aportes al desarrollo sostenible</i> [Tesis de maestría].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, XXXIII

Declaración de inteligencia artificial: el autor de este trabajo de grado declara que ha utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA) de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas fueron empleadas como apoyo en la revisión gramatical y de redacción, pero en ningún caso sustituyeron el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: biblioteca.umanizales.edu.co

Repositorio Institucional: ridum.umanizales.edu.co

Universidad de Manizales: umanizales.edu.co

Revistas: revistasum.umanizales.edu.co

Fondo Editorial: editorialum.umanizales.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi familia y a mi pareja, por su apoyo incondicional, comprensión y constante motivación a lo largo de este proceso. A Dios, por guiar mi camino y permitirme alcanzar este logro.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a la Universidad de Manizales por brindar la oportunidad de fortalecer su formación académica en el marco de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, así como a los docentes que hicieron parte de este proceso formativo por sus valiosos aportes.

De manera especial, agradece al Doctor Rogelio Pineda Murillo por su orientación, disposición y por compartir sus conocimientos y experiencia, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de la presente investigación.

Asimismo, extiende su agradecimiento a la Gobernación de Risaralda y a la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (CDGRD) por facilitar el acceso a la información requerida para la realización de este estudio.

De igual forma, reconoce a los Coordinadores Municipales de Gestión del Riesgo del departamento de Risaralda por su disposición y apoyo durante el proceso investigativo, contribuyendo al fortalecimiento de la articulación entre la academia y las instituciones.

Finalmente, agradece a su familia y pareja por su apoyo incondicional, comprensión y motivación a lo largo de este proceso.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Planteamiento del problema	16
2 Justificación.....	18
3 Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4 Hipótesis.....	21
5 Marcos de la investigación.....	22
5.1 Marco referencial	22
5.1.1 Contexto Territorial	24
5.1.2 Los SIG como Eje Motor de la Gestión del Riesgo.....	25
5.1.3 Sistematización de la Información Territorial como Memoria Institucional.....	25
5.1.4 Uso de Tablero de Control Geoespaciales para la toma de decisiones.....	26
5.2 Marco normativo y legal	26
5.3 Marco teórico	29
5.3.1 Riesgo	30
5.3.2 Amenaza	31
5.3.3 Vulnerabilidad.....	31
5.3.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	32
5.3.4 Captura de Datos en Campo y Tiempo Real.....	32
5.3.5 Dashboard (Tablero de Control Geoespacial).....	32
5.3.6 Survey123	33

6 Metodología	35
6.1 Tipo de investigación	35
6.2 Enfoque metodológico	36
6.3 Diseño de la investigación.....	36
6.4 Unidad de análisis	37
6.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	38
6.6 Procedimiento metodológico.....	39
6.6.1 Fase 1. Diagnóstico del estado de la información.....	39
6.6.2 Fase 2. Diseño de la estructura de datos y del instrumento de captura para la sistematización y actualización de la información.....	41
6.6.3 Fase 3. Diseño del tablero de control geoespacial para el análisis de la información ...	43
7 Resultados	46
7.1 Resultados de la Fase 1: Diagnóstico del estado de la información.....	46
7.1.1 Caracterización general de la información existente	46
7.1.1.1 Flujo de generación de la información	46
7.1.1.2 Estructura de los informes técnicos.....	47
7.1.1.3 Base de datos en formato Excel	48
7.1.1.4 Tipología y estado de la información disponible	49
7.1.1.5 Síntesis de la caracterización.....	49
7.1.2 Análisis de problemáticas por dimensión	49
7.1.3 Definición de requerimientos para el diseño del sistema.....	52
7.2 Resultados de la Fase 2: Diseño de la estructura de datos y del instrumento de captura para la sistematización y actualización de la información.	53
7.2.1 Diseño de la estructura de datos.....	53
7.2.2 Estructura de variables.....	54
7.2.3 Diseño del instrumento de captura en campo	55

7.3 Resultados de la Fase 3: Diseño del tablero de control geoespacial	58
7.3.1 Arquitectura del sistema de visualización.....	59
7.3.2 Componentes del tablero de control geoespacial.....	61
7.3.3 Prototipo del tablero de control geoespacial	62
8 Discusión	65
Referencias	70

Lista de tablas

Tabla 1 Cuadro comparativo de estudios de caso sobre sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del riesgo territorial.	22
Tabla 2 Relación entre problemáticas identificadas y criterios para el diseño de la estructura de datos.	40
Tabla 3 Esquema de estructura básica del instrumento de captura en campo.....	43
Tabla 4 Análisis de problemáticas por dimensión.....	50
Tabla 5 Matriz integrada problemáticas, criterios y requerimientos de diseño.....	52
Tabla 6 Extracto representativo de la estructura diseñada.	54
Tabla 7 Extracto del instrumento de captura (XLSForm).....	56

Lista de figuras

Figura 1 Esquema conceptual del tablero de control geoespacial centrado en la visualización cartográfica.....	45
Figura 2 Esquema del Flujo de generación de la información.....	46
Figura 3 Interfaz del instrumento de captura diseñado en Survey123 en entorno móvil.....	57
Figura 4 Esquema del flujo del sistema	60
Figura 5 Prototipo del tablero de control geoespacial para el análisis de visitas técnicas	62

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CARDER	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
CDGRD	Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DSS	Sistema de Soporte a la Decisión (Decision Support System)
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales
KPI	Indicador Clave de Desempeño (Key Performance Indicator)
MCE	Evaluación Multicriterio (Multi-Criteria Evaluation)
PGAR	Plan de Gestión Ambiental Regional
PIGCCT	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
UNDRR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo contribuir al desarrollo sostenible mediante la sistematización de la información y el enfoque geoespacial aplicado a los procesos de riesgo en el departamento de Risaralda, a través del diseño de un tablero de control dinámico basado en información geográfica para el periodo 2017–2025. El estudio responde a la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo de desastres mediante herramientas que permitan mejorar la organización, actualización y visualización de la información territorial.

Metodológicamente, la investigación se fundamentó en el diagnóstico de la información derivada de las visitas técnicas realizadas por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres durante el periodo 2017–2023, evaluando su calidad, consistencia y nivel de organización. Posteriormente, se estructuró una base de datos consolidada y se diseñó un instrumento digital de captura en campo, orientado a la estandarización y actualización de la información. Finalmente, se propuso un tablero de control con enfoque geoespacial que integra variables temporales, territoriales y temáticas asociadas a los procesos de gestión del riesgo.

Como resultado, se obtuvo una base de datos estructurada y estandarizada que permite consolidar la información histórica y mejorar su accesibilidad. El tablero propuesto facilita la visualización y consulta de la información geográfica, apoyando la toma de decisiones.

Se concluye que la sistematización de la información y su integración en herramientas de visualización geoespacial contribuyen significativamente al desarrollo sostenible, al fortalecer la gestión del conocimiento, la planificación territorial y la capacidad institucional para la gestión del riesgo.

Palabras clave: Gestión del riesgo de desastres, análisis geoespacial, SIG, tablero de control, desarrollo sostenible.

Abstract

This research aims to contribute to sustainable development through the systematization of information and a geospatial approach to risk processes in the department of Risaralda, by designing a dynamic dashboard based on geographic information for the period 2017–2025. The study addresses the need to strengthen disaster risk management through tools that improve the organization, updating, and visualization of territorial data.

Methodologically, the research was based on the diagnosis of information derived from technical visits conducted by the Departmental Coordination for Disaster Risk Management during 2017–2023, evaluating its quality, consistency, and level of organization. Subsequently, a consolidated database was structured, and a digital field data collection instrument was designed to support data standardization and updating. Finally, a geospatial dashboard was proposed, integrating temporal, territorial, and thematic variables associated with risk management processes.

As a result, a structured and standardized database was obtained, enabling the consolidation of historical records and improving data accessibility. The proposed dashboard facilitates the visualization and consultation of geographic information, supporting decision-making processes.

It is concluded that the systematization of information and its integration into geospatial visualization tools significantly contribute to sustainable development by enhancing knowledge management, territorial planning, and institutional capacity for disaster risk management.

Keywords: Disaster risk management, geospatial analysis, GIS, dashboard, sustainable development.

Introducción

En la actualidad, el desarrollo sostenible es concebido como el equilibrio indispensable para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la viabilidad de los sistemas ambientales y las generaciones futuras, este enfrenta un desafío estructural sin precedentes debido al incremento en la frecuencia, intensidad e imprevisibilidad de los fenómenos ambientales y climáticos extremos (Naciones Unidas, 2026). Bajo dicho panorama, la materialización del riesgo de desastres ha dejado de comprenderse como una simple fatalidad de la naturaleza para reconocerse como un síntoma directo de la insostenibilidad, derivado de procesos inadecuados de uso y ocupación del territorio, la degradación ecológica y la superación de los límites biofísicos que exacerban la vulnerabilidad de la sociedad (Naciones Unidas, 2026).

Por consiguiente, la gestión del riesgo ha transitado de un modelo reactivo, centrado casi exclusivamente en la atención de emergencias, hacia una visión proactiva que se integra de manera transversal en la planificación del desarrollo territorial, consolidándose como un eje estratégico para proteger vidas humanas, reducir las pérdidas económicas y fortalecer la resiliencia comunitaria (Montbrun & Chacón, 2014).

Para lograr esta compleja transición hacia territorios seguros, la información se posiciona como el pilar fundamental e insustituible; contar con datos precisos, oportunos y estructurados constituye la materia prima más preciada para diagnosticar vulnerabilidades, priorizar inversiones y fundamentar la toma de decisiones asertivas frente a la incertidumbre según la Organización Panamericana de la Salud (2010).

La integración de la información mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis espacial proporcionan la infraestructura tecnológica idónea para capturar, modelar y visualizar las dinámicas del riesgo a múltiples escalas y en tiempo real (Aedla et al., 2025). De este modo, la sistematización de procesos de riesgo a través de herramientas de vanguardia, como los tableros de control dinámicos, trasciende el mero ejercicio de gestión de datos para convertirse en un catalizador de la gobernanza territorial que transforma la información bruta en conocimiento preventivo, asegurando que las intervenciones administrativas operen como un motor de desarrollo sostenible a largo plazo.

En este escenario, los SIG han emergido como herramientas tecnológicas indispensables para la planificación territorial y la gestión del riesgo, dado que facilitan la recolección, el análisis

espacial y la modelación de grandes volúmenes de datos georreferenciados en tiempo real, lo que permite una toma de decisiones informada, preventiva y basada en evidencia para el desarrollo de ciudades resilientes (Sarango-Ordóñez, 2024).

La integración de la información geoespacial a través de estas plataformas y su visualización, optimizan la identificación de zonas vulnerables, la asignación eficiente de recursos y la estructuración de estrategias, operando como un soporte vital para la gobernanza del territorio y el desarrollo urbano sostenible a largo plazo (Moran-González & Mogro-Cepeda, 2024). Sin embargo, el inmenso potencial de los SIG no está exento de importantes limitaciones si no se gestionan de manera adecuada; cuando estas herramientas son alimentadas con información desactualizada o incompleta, o cuando existe una falta de estandarización e interoperabilidad entre plataformas, los datos se fragmentan y pueden derivar en análisis erróneos y decisiones imprecisas que afectan la coordinación interinstitucional.

Según Sarango-Ordóñez (2024) aún existen problemas estructurales que restringen el aprovechamiento óptimo de estas tecnologías, tales como la escasez de profesionales técnicos capacitados en análisis espacial, las fuertes barreras económicas que impiden a las administraciones locales adquirir software o infraestructura adecuada, y la arraigada resistencia institucional para abandonar métodos tradicionales. En conjunto, estas deficiencias se convierten en barreras que pueden comprometer la viabilidad y la sostenibilidad de las estrategias de mitigación del riesgo en el territorio.

En el contexto específico del departamento de Risaralda, las limitaciones de planificación y gestión de datos previamente descritas adquieren una dimensión crítica debido a su intrincada orografía andina, sus fuertes pendientes y su régimen de lluvias, factores que lo configuran como un territorio con una alta recurrencia de eventos extremos como movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones (Comunidad Andia, 2009). A esta amenaza física subyace una problemática territorial marcada por procesos históricos de urbanización acelerada, la ocupación informal de laderas y llanuras de inundación (especialmente en las márgenes de los ríos Otún, Cauca y Risaralda), y diversas condiciones de desigualdad social que exacerban la vulnerabilidad de la población expuesta y limitan el desarrollo urbano (Rodríguez & Díaz, 2024).

Frente a este complejo panorama, la gestión institucional del riesgo en el departamento enfrenta graves desafíos estructurales; de hecho, informes departamentales recientes revelan que doce de las catorce alcaldías de Risaralda presentan debilidades en la consolidación de una cultura

de riesgo, limitándose frecuentemente a poseer mapas básicos o a la respuesta ante la emergencia, en lugar de gestionar acciones concretas de conocimiento y mitigación (Zuluaga & Castillo, 2024). Esta vulnerabilidad institucional se ve directamente agravada por la escasez de personal técnico idóneo, la falta de continuidad en los procesos administrativos y, de manera fundamental, la gran brecha existente entre la generación de datos técnicos y su uso efectivo para la toma de decisiones.

En consecuencia, resulta imperativo establecer mecanismos de gobernanza tecnológica que superen estas barreras de información, justificando la urgente necesidad de sistematizar los escenarios de riesgo y centralizar los datos geoespaciales para dotar a las instituciones de herramientas que anticipen las crisis y protejan el territorio.

A pesar del potencial de las herramientas geoespaciales, la gestión del riesgo se ve frecuentemente obstaculizada por falencias estructurales en la recolección, sistematización y análisis de los datos. En muchas administraciones, la información territorial suele encontrarse incompleta, desactualizada o archivada en formatos analógicos, lo que imposibilita su integración y estandarización en plataformas digitales modernas. Esta carencia de interoperabilidad metodológica, sumada a la ausencia de protocolos rigurosos para la depuración y validación de la información, genera datos de baja calidad que distorsionan el diagnóstico real de las amenazas y las exposiciones.

Adicionalmente, la escasez de talento humano capacitado en análisis geoespacial y la marcada resistencia institucional al cambio tecnológico impiden la transición hacia modelos de monitoreo continuo. Como consecuencia directa de estas deficiencias técnicas y operativas, se abre una peligrosa brecha entre la generación de insumos técnicos y su uso efectivo en la administración pública, lo que deriva en un ciclo de toma de decisiones reactivas, ineficientes y desarticuladas (Sarango-Ordóñez, 2024).

En última instancia, la incapacidad de sistematizar y analizar la información de manera integral no solo perpetúa los errores históricos en la planificación y el ordenamiento territorial, sino que exacerba críticamente la vulnerabilidad de las poblaciones asentadas en zonas de riesgo, limitando la capacidad de anticipación institucional y comprometiendo la viabilidad del desarrollo sostenible a largo plazo.

(Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, 2022)

Como respuesta integral a estas deficiencias estructurales en la planificación, la presente investigación propone el diseño de un tablero geoespacial de los procesos de riesgo en el

departamento de Risaralda (2017–2025) soportado en la arquitectura tecnológica de ArcGIS. Esta solución metodológica integra aplicaciones paramétricas como ArcGIS Survey123 (encuesta) para la captura estandarizada, precisa y continua de datos en campo, junto con ArcGIS Dashboards (tablero de control) para la visualización interactiva y multidimensional en tiempo real, consolidando un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) que supera la fragmentación de los repositorios analógicos que contribuya al desarrollo sostenible.

La innovación principal de este instrumento radica en trascender la concepción tradicional de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como simples generadores de cartografía estática, transformándolos en un motor de inteligencia territorial que interconecta variables ambientales, de amenaza física y de vulnerabilidad. El diseño del tablero geoespacial aportará a la administración departamental un visor de datos que ayudará a los tomadores de decisiones para optimizar la inversión pública, aplicar medidas correctivas y prospectivas basadas en evidencia científica, anticiparse a las crisis, convirtiendo la gobernanza de datos espaciales en un catalizador para la resiliencia comunitaria y el desarrollo sostenible de la región.

La importancia fundamental de este estudio radica en su capacidad para operacionalizar los mandatos nacionales e internacionales de reducción de vulnerabilidades, posicionando la gestión del riesgo no como un accionar puramente reactivo ante las emergencias, sino como una política de desarrollo indispensable para asegurar la resiliencia, la seguridad territorial y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades expuestas (El Congreso de Colombia, 2012).

1 Planteamiento del problema

El desarrollo sostenible se ha consolidado como un eje fundamental en la planificación y gestión de los territorios, especialmente en contextos donde la ocurrencia de eventos asociados a amenazas naturales y antrópicas representa un desafío permanente para las instituciones públicas. En este marco, la gestión del riesgo de desastres adquiere un papel estratégico, en tanto busca no solo la atención de emergencias, sino también la prevención y reducción de vulnerabilidades. Para ello, resulta indispensable contar con información confiable, actualizada y analizada de manera integral, particularmente aquella de carácter geoespacial, que permite comprender las dinámicas territoriales y facilitar procesos de toma de decisiones informadas.

Según el Decreto 664 del 23 de julio de 2012 “Por el cual se integra el Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres del Departamento de Risaralda, se crean e integran sus comités y se dictan otras disposiciones”, la gestión del riesgo de desastres es liderada por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo (CDGRD), la cual se encuentra adscrita a la Secretaría Privada del Gobernador. Esta entidad, a través de la realización de visitas técnicas, genera un volumen significativo de información relacionada con diferentes eventos, escenarios y condiciones de riesgo. Esta información constituye un insumo fundamental para la planificación territorial y la formulación de estrategias de intervención. No obstante, a pesar de su relevancia, se han identificado limitaciones importantes en el manejo, almacenamiento y aprovechamiento de la información.

Particularmente, durante el periodo 2017–2018, la información derivada de estas visitas fue registrada y almacenada de manera análoga, lo que dificultó su acceso, consulta y análisis sistemático. Posteriormente, entre los años 2019 y 2023, se avanzó hacia la digitalización de los datos; sin embargo, este proceso no estuvo acompañado de una adecuada estructuración, estandarización ni parametrización de la información, lo que generó nuevas dificultades relacionadas con su organización, interoperabilidad y uso eficiente. En consecuencia, la información disponible, aunque abundante, no ha sido plenamente aprovechada como herramienta para el análisis y la toma de decisiones.

Esta situación evidencia problemáticas asociadas a la dispersión de los datos, la ausencia de metodologías estandarizadas para su captura y actualización, y la limitada implementación de herramientas tecnológicas que permitan su integración y análisis en tiempo real. Asimismo, se

identifica una débil incorporación del componente geoespacial en el procesamiento de la información, lo que restringe la posibilidad de identificar patrones territoriales, tendencias temporales y relaciones entre variables asociadas a los procesos de riesgo.

Como resultado, se ve afectada la capacidad institucional para desarrollar análisis oportunos y estratégicos, lo que limita la formulación de acciones preventivas, la priorización de intervenciones y el fortalecimiento de la planificación territorial. Estas limitaciones inciden directamente en la efectividad de las políticas y estrategias orientadas al desarrollo sostenible, en tanto dificultan la articulación entre la gestión del riesgo y la toma de decisiones basada en evidencia.

En este contexto, se hace necesario plantear alternativas que permitan superar las deficiencias identificadas, mediante la implementación de procesos de sistematización de la información y el uso de herramientas tecnológicas que faciliten su análisis integral. En particular, la incorporación de sistemas de información geográfica (SIG), herramientas de captura de datos en campo y tableros de control dinámicos, se presenta como una estrategia viable para mejorar la gestión de la información, optimizar su visualización e interpretación, y fortalecer la toma de decisiones en el ámbito de la gestión del riesgo.

Ante este panorama, surge la siguiente pregunta problematizadora; ¿Cómo contribuir al desarrollo sostenible del departamento de Risaralda mediante la sistematización y el análisis geoespacial de los procesos de riesgo, a través del diseño de un tablero de control dinámico con información geográfica para el periodo 2017–2025?

2 Justificación

La presente investigación surge de la necesidad de fortalecer la gestión de la información en los procesos de gestión del riesgo de desastres, mediante la implementación de enfoques sistemáticos que permitan optimizar la recolección, organización, análisis y uso de los datos. Para ello, el estudio propone una metodología estructurada basada en el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), específicamente Survey123 y tableros de control (dashboards), con el propósito de mejorar la consulta, el acceso y el análisis de la información, facilitando su aprovechamiento en la toma de decisiones.

Desde una perspectiva teórica, la investigación contribuye al fortalecimiento de conceptos como la gestión de la información y la democratización del acceso a los datos, entendiendo que la disponibilidad de información clara, organizada y accesible es fundamental para el conocimiento del territorio. En este contexto, el uso de información georreferenciada permite interpretar de manera más precisa las dinámicas espaciales asociadas a los procesos de riesgo, lo cual resulta esencial para la toma de decisiones basadas en evidencia. Asimismo, se reafirma que la gestión del riesgo posee un componente intrínsecamente espacial, dado que tanto las amenazas como las condiciones de vulnerabilidad se manifiestan en el territorio a través de ubicaciones específicas, ya sea en forma de puntos, líneas o polígonos.

En el ámbito metodológico, el estudio propone una transición desde esquemas tradicionales de manejo de información, caracterizados por el uso de registros análogos o sistemas digitales no estructurados, hacia un modelo integral basado en la digitalización, estandarización y georreferenciación de los datos. Esta propuesta metodológica incorpora un flujo de trabajo definido que articula procesos de campo y oficina, permitiendo la captura eficiente de información, la reducción de errores, la parametrización de variables y la actualización continua de los datos. Con ello, se mejora la calidad, consistencia y trazabilidad de la información, superando las limitaciones asociadas a modelos previos de almacenamiento y gestión.

Desde el punto de vista práctico, la investigación tiene un alto potencial de aplicabilidad, tomando como caso de estudio la información generada por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda. La implementación de esta metodología busca optimizar la gestión de la información, facilitar su consulta de manera centralizada y mejorar su

interpretación a través de herramientas visuales intuitivas, como los tableros de control, los cuales no requieren conocimientos especializados en bases de datos para su comprensión.

Adicionalmente, la propuesta tiene un carácter replicable, en tanto puede ser adoptada por otras entidades que hacen parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, contribuyendo a la estandarización de procesos y fortaleciendo la gestión de la información a diferentes escalas. Así, la investigación no solo resuelve problemáticas asociadas a la dispersión, dificultad de acceso y baja estructuración de los datos, sino que también promueve una cultura de uso eficiente de la información.

La implementación de la solución propuesta podría contribuir al mejoramiento del conocimiento del territorio a lo largo del tiempo, fortaleciendo procesos como la planificación territorial, la priorización de intervenciones y la formulación de políticas públicas. En consecuencia, se espera que los resultados de esta investigación ofrezcan un marco metodológico que favorezca una toma de decisiones más informada, oportuna y basada en evidencia, aportando elementos para el fortalecimiento de la gestión del riesgo y el avance hacia el desarrollo sostenible del departamento de Risaralda.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Contribuir al desarrollo sostenible del departamento de Risaralda mediante la sistematización y el análisis geoespacial de los procesos de riesgo, a través del diseño de un tablero de control dinámico basado en información geográfica correspondiente al periodo 2017–2025.

3.2 Objetivos específicos

Realizar el diagnóstico de la información derivada de las visitas técnicas realizadas por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda durante el periodo 2017–2023.

Estructurar la base de datos de las visitas técnicas y diseñar un instrumento de captura en campo que permita actualizar la información existente, garantizando su disponibilidad, consistencia y organización.

Proponer un tablero de control geoespacial que integre variables temporales, territoriales y temáticas asociadas a los procesos de gestión del riesgo.

4 Hipótesis

La sistematización de la información y su análisis geoespacial, mediante el diseño de un flujo de trabajo estructurado que incorpora herramientas de captura de datos en campo y la conceptualización de un tablero de control dinámico, contribuyen al fortalecimiento de la gestión del riesgo, al facilitar la integración, organización y visualización de información territorial.

Bajo esta premisa, la estructuración de un sistema basado en información geográfica permitiría mejorar la calidad, disponibilidad y oportunidad de los datos, favoreciendo procesos de análisis más precisos y la generación de conocimiento útil para la toma de decisiones. En consecuencia, se proyecta que el diseño de esta herramienta aporte al desarrollo de estrategias más eficientes en la planificación territorial, la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la resiliencia, en coherencia con los principios del desarrollo sostenible en el departamento de Risaralda.

5 Marcos de la investigación

5.1 Marco referencial

El Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNDRR, 2015) subraya el papel indispensable de la tecnología en la reducción del riesgo de desastres y el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria.

Dicho lo anterior, es importante conocer en un contexto global de cuál ha sido el uso de las herramientas SIG en materia de la gestión del riesgo de desastres y su impacto en el desarrollo sostenible. En la siguiente tabla se realiza una revisión académica que permite descifrar que la Gestión del Riesgo de Desastres ha experimentado un cambio de paradigma: se ha desplazado de la atención reactiva de emergencias hacia una Gobernanza del Riesgo basada en la evidencia:

Tabla 1

Cuadro comparativo de estudios de caso sobre sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del riesgo territorial.

Investigación	Año	Uso de herramientas SIG	Aporte a la Gestión del Riesgo	Contribución al Desarrollo Sostenible
Análisis de riesgo de la zona costera del departamento de Canelones, Uruguay: la información geográfica como herramienta para la gestión del territorio. (Guillermo D'Angelo)	2014	El autor analiza la integración de datos multitemporales para visualizar cambios en la morfología costera y la expansión urbana.	El autor fundamenta el ordenamiento territorial desde la normativa de uso de suelo y la mitigación o restricción de usos del suelo en zonas críticas.	Preserva los ecosistemas costeros frente a la urbanización descontrolada, garantizando servicios ecosistémicos a largo plazo.
Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: El caso de Bogotá, Colombia. (Banco Mundial / GFDRR)	2021	El autor, por medio del procesamiento masivo de datos, cuantifica las pérdidas anuales esperadas o daños en la infraestructura existente.	El autor con su estudio permite el diseño de estrategias de transferencia de riesgo y anticipa las posibles pérdidas del presupuesto	Asegura la estabilidad macroeconómica regional al evitar que los desastres generen retrocesos en el crecimiento económico.

Tecnologías de la Información Geográfica para todos los niveles educativos y socioeconómicos... alcaldía Álvaro Obregón, México. (Oscar Daniel Rivera González)	2023	El autor demuestra que el software de código abierto es tan preciso y eficaz y que puede ser utilizado en cualquier escenario de riesgo con los datos mínimos y necesarios.	público con una atención preventiva.	Promueve la equidad territorial al permitir que zonas de bajos recursos gestionen su seguridad sin costos de licenciamiento.
			El autor demuestra que la brecha digital institucional se puede mitigar con el uso de datos abiertos para la generación de mapas o imágenes que sirven de insumo para la toma de decisiones gubernamentales	
Codificación común de las edificaciones aisladas en Cataluña y su implantación territorial oficial y gestión en el SIG de emergencias y seguridad. (M. J. Iniesto Alba, et al.)	2021	El autor, por medio de base de datos espaciales, permite la identificación de viviendas rurales.	El autor demuestra que se pueden optimizar los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia en zonas de difícil acceso.	Fortalece la seguridad humana en el ámbito rural, garantizando que el desarrollo no excluya a las poblaciones aisladas.
Red de sensores de larga distancia usando Zigbee para el monitoreo y la gestión del riesgo en el departamento del Quindío-Colombia. (J. M. Marín-Cano; F. A. Prieto-Ortiz; H. E. Hernández-Figueroa)	2015	El autor demuestra que, a través de la integración de sensores con SIG, se pueden transmitir datos climáticos en tiempo real a largas distancias.	El autor demuestra que se puede realizar el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana regionales, que permitan una reacción rápida ante crecientes o deslizamientos.	Fomenta la innovación e infraestructura resiliente mediante el uso de tecnología local para proteger la vida y los bienes.
Tecnología de gestión del riesgo por sequía para la toma de decisiones. (A. M. Pérez de los Reyes; et al.)	2017	El autor pone en marcha el procesamiento automatizado de índices de vegetación y anomalías hídricas	El autor indica que esto facilita la toma de decisiones agrícolas y ambientales preventivas antes de que la escasez	Garantiza la seguridad alimentaria y la gestión eficiente del agua, pilares críticos frente al cambio climático.

para el modelado de escenarios.	de agua se materialice.
------------------------------------	----------------------------

En este contexto, la presente investigación para el departamento de Risaralda, correspondiente al ciclo 2017–2025, se fundamenta en la articulación de cuatro ejes estratégicos:

5.1.1 Contexto Territorial

El departamento de Risaralda se localiza en la zona centro-occidental de Colombia, dentro de la región Andina, y cuenta con una extensión aproximada de 3.558 km². Su territorio se caracteriza por una alta diversidad de ecosistemas, en los que predominan los sistemas productivos asociados a la caficultura y la ganadería, junto con coberturas de bosque subandino húmedo, muchas de ellas fragmentadas (CARDER 2019).

Desde el punto de vista político-administrativo, el departamento está conformado por 14 municipios, entre los cuales Pueblo Rico presenta la mayor extensión territorial, mientras que La Virginia es el de menor tamaño. A su vez, el territorio ha sido organizado en tres subregiones con características biofísicas, económicas y socioculturales diferenciadas, lo cual ha facilitado los procesos de planificación ambiental.

Un elemento relevante en la configuración territorial es su pertenencia al Paisaje Cultural Cafetero, reconocido como patrimonio (UNESCO 2012), el cual integra zonas de varios departamentos y refleja la relación histórica entre las comunidades y la producción cafetera en entornos de montaña. Esta condición no solo resalta el valor cultural del territorio, sino también su importancia ambiental, al albergar ecosistemas estratégicos, corredores biológicos y áreas de alta biodiversidad.

En cuanto a sus condiciones climáticas, Risaralda presenta un régimen de lluvias bimodal, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 1.500 mm y más de 5.000 mm, siendo predominantes los valores entre 2.000 y 2.500 mm. Estas características, sumadas a su topografía montañosa, influyen directamente en la ocurrencia de fenómenos asociados al riesgo, como movimientos en masa e inundaciones. La temperatura media se sitúa alrededor de los 22°C, aunque puede descender considerablemente en zonas de mayor altitud (CARDER 2019).

Desde la perspectiva hídrica, el departamento cuenta con una importante red de cuencas hidrográficas, entre las que se destacan los ríos Otún, Risaralda, La Vieja y San Juan, además de una significativa presencia de acuíferos que constituyen reservas estratégicas de agua subterránea. Una parte considerable del territorio se encuentra bajo instrumentos de planificación como los POMCA, lo que evidencia avances en la gestión integral del recurso hídrico.

No obstante, el territorio presenta diversas problemáticas ambientales, especialmente relacionadas con conflictos en el uso del suelo. Estos se asocian principalmente a prácticas productivas inadecuadas, como la expansión de la ganadería extensiva, la quema de cultivos y la ocupación de zonas con alta fragilidad ambiental, muchas de ellas ubicadas en laderas con pendientes pronunciadas. Asimismo, se identifican presiones adicionales derivadas de actividades como la minería, que en algunos casos coinciden con áreas de vocación agrícola (CARDER 2019).

Finalmente, se proyectan cambios en las condiciones climáticas para las próximas décadas, incluyendo un incremento en la precipitación y un aumento moderado de la temperatura, lo cual podría intensificar las condiciones de riesgo en el territorio.

5.1.2 Los SIG como Eje Motor de la Gestión del Riesgo

La implementación de Sistemas de Información Geográfica trasciende la mera elaboración de mapas estáticos para convertirse en Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial. Como se evidencia en los estudios de D'Angelo (2014) y la modelación probabilista de Bogotá (2021), el beneficio técnico radica en la capacidad de ejecutar análisis multicriterio (MCE).

Esta tecnología permite superponer variables biofísicas, como el complejo relieve andino de Risaralda, con datos socioeconómicos de vulnerabilidad. La contribución de los SIG a la gestión del riesgo es, por tanto, la capacidad de anticipación y zonificación estratégica, permitiendo que la inversión en obras de mitigación sea dirigida con una mayor precisión a los puntos de susceptibilidad, reduciendo la exposición de los activos del departamento y protegiendo la vida humana bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

5.1.3 Sistematización de la Información Territorial como Memoria Institucional

Un componente crítico de esta investigación es la sistematización de datos históricos del periodo 2017-2025. Autores como Iniesto Alba et al. (2021), en su estudio sobre Cataluña, resaltan que la gestión del riesgo falla cuando la información está dispersa o carece de una codificación común. La sistematización territorial permite crear una "base histórica" de los desastres en Risaralda, transformando reportes de emergencias aislados en una base de datos normalizada y geoespacial.

Este proceso es fundamental para la resiliencia financiera y operativa; al estandarizar la información, asegura que el histórico de eventos sirva como línea base para la planificación futura. Sin una sistematización rigurosa, el conocimiento del territorio se pierde con los cambios administrativos, mientras que una base de datos consolidada garantiza la continuidad de las políticas de prevención.

5.1.4 Uso de Tablero de Control Geospaciales para la toma de decisiones

Finalmente, la visualización de datos a través de tableros de control (dashboards) geospaciales representa el punto de partida de la inteligencia territorial. Siguiendo la premisa de Rivera González (2023) sobre la democratización de la información, estos tableros eliminan la barrera técnica entre los datos y el tomador de decisiones.

A diferencia de los informes impresos, un dashboard interactivo permite filtrar la vulnerabilidad por municipio, año o tipo de evento en tiempo real, facilitando una gestión prospectiva y correctiva. En el contexto de Risaralda, esta herramienta dota a los entes de control y a la gobernación de un geovisor del territorio en temas de gestión del riesgo, donde la analítica visual permite detectar patrones de riesgo emergentes y evaluar la eficacia de las medidas de reducción del riesgo implementadas en los últimos ocho años. El dashboard es, en esencia, el instrumento que garantiza la transparencia y la eficiencia en la gestión pública del riesgo.

5.2 Marco normativo y legal

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en un conjunto de normas e instrumentos de planificación que orientan la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial, la

gestión ambiental y el uso de la información geoespacial en Colombia, así como en disposiciones de carácter regional aplicables al departamento de Risaralda.

En el ámbito nacional, la Ley 1523 de 2012 establece la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y define el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), promoviendo un enfoque integral basado en el conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de desastres. Esta normativa resalta la importancia de la información como eje fundamental para la toma de decisiones, lo cual se articula directamente con el propósito de esta investigación orientada a la sistematización y análisis de datos territoriales.

En concordancia con lo anterior, la Ley 99 de 1993 crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y asigna a las Corporaciones Autónomas Regionales la responsabilidad de administrar los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible en sus jurisdicciones. De igual forma, la Ley 388 de 1997 regula el ordenamiento territorial en Colombia, estableciendo lineamientos para el uso y ocupación del suelo, e incorporando la gestión del riesgo como un componente fundamental en la planificación territorial. Estas disposiciones se complementan con el Decreto 1077 de 2015, el cual compila la normativa del sector ambiente y desarrollo sostenible.

En el ámbito territorial, la Gobernación de Risaralda adoptó el Decreto 664 de 2012, mediante el cual se establecen lineamientos para la organización y funcionamiento del sistema departamental de gestión del riesgo, en concordancia con la Ley 1523 de 2012. Este decreto permite articular las acciones institucionales a nivel departamental, fortaleciendo los procesos de conocimiento, reducción y manejo del riesgo, así como la coordinación entre entidades territoriales. Asimismo, resalta la importancia de contar con información confiable, actualizada y georreferenciada, lo cual evidencia la necesidad de herramientas que faciliten la sistematización y análisis de datos.

A nivel regional, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda desempeña un papel fundamental en la implementación de políticas ambientales y de desarrollo sostenible. En este contexto, el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2020–2039 constituye el principal instrumento de planificación ambiental del departamento, estableciendo directrices orientadas a la protección de los recursos naturales, el ordenamiento ambiental del territorio y la gestión del riesgo.

De manera complementaria, los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) se consolidan como herramientas clave para la gestión integral del recurso hídrico, permitiendo definir la zonificación ambiental, los usos del suelo y las áreas de protección,

incorporando criterios de sostenibilidad y prevención del riesgo. Estos instrumentos resultan especialmente relevantes en territorios con condiciones de alta variabilidad climática y vulnerabilidad ambiental.

Asimismo, el Plan de Acción Institucional 2024 – 2027 “Risaralda: Un paraíso biodiverso en el corazón de Colombia” de la CARDER establece las metas y proyectos a corto y mediano plazo, permitiendo la ejecución de las estrategias definidas en el PGAR. Por su parte, el Plan Departamental de Gestión del Cambio Climático se articula con el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT), el cual constituye un instrumento estratégico de planificación que incorpora un enfoque de largo plazo para la adaptación y mitigación frente al cambio climático. Este plan integra variables territoriales, ambientales y socioeconómicas, permitiendo la identificación de escenarios futuros y la formulación de acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la resiliencia territorial.

Finalmente, los determinantes ambientales emitidos por la CARDER constituyen un insumo técnico fundamental para los municipios, ya que orientan la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), especialmente en lo relacionado con la regulación del uso del suelo en zonas de amenaza y vulnerabilidad.

En relación con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), si bien en Colombia no existe una normativa única específica que los regule, sí se cuenta con lineamientos técnicos y políticas públicas orientadas a la gestión de la información geoespacial. En este sentido, la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), de acuerdo con la Resolución 899 De 2023 "Por medio de la cual se define la conformación y funcionamiento de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE." liderada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, establece estándares para la producción, gestión y difusión de información geográfica, promoviendo la interoperabilidad entre entidades. De igual forma, la Política de Gobierno Digital del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el documento CONPES 3920 de 2018 impulsan el uso estratégico de los datos para la toma de decisiones en el sector público.

En este contexto normativo, se evidencia la importancia de fortalecer los procesos de gestión, sistematización y análisis de información territorial, con el fin de facilitar la implementación efectiva de estos instrumentos y mejorar la toma de decisiones en materia de

gestión del riesgo y desarrollo sostenible, particularmente mediante el uso de herramientas geoespaciales y plataformas tecnológicas que permitan integrar información en tiempo real.

5.3 Marco teórico

En los últimos años, la gestión del riesgo de desastres ha evolucionado desde enfoques reactivos hacia modelos integrales basados en el análisis territorial, la prevención y el uso de tecnologías geoespaciales. A nivel internacional y latinoamericano, la investigación ha evidenciado que el riesgo no es únicamente el resultado de eventos naturales, sino una construcción social derivada de la interacción entre condiciones físicas, socioeconómicas y ambientales, lo que ha llevado a fortalecer enfoques interdisciplinarios para su análisis y gestión (Ramírez & Pinzón 2021).

Uno de los avances más relevantes en este campo ha sido la incorporación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas fundamentales para el análisis del riesgo. Diversos estudios han demostrado que los SIG permiten integrar múltiples variables espaciales (como amenazas, vulnerabilidad y exposición) facilitando la generación de modelos de análisis multicriterio y la identificación de zonas críticas. En este sentido, investigaciones recientes destacan que estas herramientas no solo permiten estimar probabilidades y consecuencias, sino también analizar la evolución temporal de los escenarios de riesgo, aportando información clave para la planificación territorial y la toma de decisiones (Luna 2023). No obstante, estos estudios se han orientado predominantemente al análisis de amenazas y modelación de escenarios, sin abordar de manera específica la sistematización operativa de datos institucionales como insumo para la construcción de tableros de control en contextos departamentales.

De manera complementaria, el uso de tecnologías geoespaciales se ha fortalecido con la integración de nuevas metodologías de análisis y ciencia de datos, lo que ha permitido el manejo de grandes volúmenes de información y el desarrollo de modelos más precisos. La incorporación de técnicas avanzadas, como el análisis espacial multivariado y el uso de datos provenientes de sensores remotos, ha ampliado las capacidades de los SIG, convirtiéndolos en plataformas integrales para la gestión del riesgo y el estudio de la resiliencia territorial (Oliveira, Fachada & Matos-Carvalho 2024).

En el contexto colombiano, los estudios sobre gestión del riesgo han estado fuertemente influenciados por el marco normativo establecido a partir de la Ley 1523 de 2012, la cual estructura el sistema nacional bajo los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. Investigaciones desarrolladas a nivel territorial evidencian que la implementación de estos procesos requiere el fortalecimiento de sistemas de información, así como la articulación entre actores institucionales, técnicos y comunitarios para mejorar la capacidad de respuesta y prevención frente a eventos adversos.

Asimismo, estudios aplicados en territorios latinoamericanos han resaltado la importancia de la cartografía temática y el análisis espacial como herramientas clave para la reestructuración urbana y la planificación en zonas de riesgo. Estos trabajos destacan que la gestión del riesgo debe estar acompañada de procesos de gobernanza y participación, en los cuales la información geográfica cumple un papel central en la toma de decisiones y en la construcción de territorios más resilientes (Rivera & Rodríguez 2025)

Finalmente, una tendencia reciente en la literatura es el uso de plataformas de visualización como dashboards y visores web geográficos, los cuales permiten integrar y comunicar información compleja de manera accesible. Estas herramientas facilitan la difusión de resultados de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, mejorando la comprensión de la información tanto para tomadores de decisiones como para la comunidad en general, y contribuyendo a procesos más eficientes de planificación, monitoreo y gestión del riesgo (Pichardo, Cruz & Escobar 2021).

A pesar de los avances descritos, la revisión de la literatura evidencia que los estudios previos se han concentrado en la modelación de amenazas, el análisis multicriterio y la visualización de escenarios, dejando insuficientemente explorada la sistematización operativa de datos de visitas técnicas como insumo para tableros de control dinámicos en contextos institucionales departamentales colombianos. Este vacío justifica el presente estudio, el cual se orienta a articular el ciclo completo del dato—desde su captura estandarizada en campo hasta su visualización geoespacial interactiva—en el ámbito específico de la gestión del riesgo de desastres.

5.3.1 Riesgo

La Ley 1523 del 2012 define el riesgo de desastres se define como la posibilidad de que ocurran daños o pérdidas en un territorio como consecuencia de la interacción entre fenómenos

peligrosos y condiciones de vulnerabilidad existentes. En el contexto colombiano, este concepto se establece como el resultado de la combinación entre amenaza y vulnerabilidad en un espacio y tiempo determinado.

Desde una perspectiva más amplia, el riesgo también puede entenderse como la probabilidad de que un evento adverso genere consecuencias negativas sobre sistemas sociales, económicos o ambientales, lo cual implica considerar tanto la ocurrencia del evento como la magnitud de sus impactos. Cardona (2010) sostiene que el riesgo es una condición latente que depende de la intensidad de un evento físico y del nivel de vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Asimismo, Bier y Gutfraind (2013) reconocen que este concepto integra múltiples dimensiones (exposición, vulnerabilidad, resiliencia), lo que permite evaluar de manera más integral la seguridad de los sistemas frente a amenazas. No obstante, el Glosario de la Comunidad Andina (2018) lo define como la posibilidad de muertes, lesiones o destrucción de bienes, determinados de forma probabilística en función de la amenaza, exposición y vulnerabilidad.

5.3.2 Amenaza

La Ley 1523 de 2012 la clasifica como el peligro latente de que un evento físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional se presente con una severidad suficiente para causar efectos adversos. Por otro lado, Sanahuja (1999) define la amenaza como un factor externo del riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso físico dañino. El Marco de Sendai (UNDRR, 2015) amplía el concepto incluyendo amenazas biológicas, ambientales y tecnológicas, enfatizando su carácter multiamenaza.

5.3.3 Vulnerabilidad

Es la característica de una persona o grupo, y su situación, que influye en su capacidad de anticipar, lidiar, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza. Sin embargo, La Ley 1523 de 2012 la define como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social o ambiental de una comunidad a ser afectada o sufrir daños en caso de un evento peligroso. En línea con lo anterior, la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (1993) plantea que la

vulnerabilidad es multidimensional (física, económica, social, educativa, política, institucional), siendo la incapacidad de una comunidad para adaptarse al entorno. Por otro lado, la Comunidad Andina (2018) la describe como las condiciones determinadas por factores físicos o sociales que aumentan la susceptibilidad de un sistema al impacto de las amenazas.

5.3.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica son marcos para capturar y analizar datos espaciales y geográficos. Goodchild y Haining (2004) los definen como sistemas que utilizan explícitamente la referencia geográfica de los objetos para generar información.

Estos permiten la lectura, edición y gestión de datos espaciales para la toma de decisiones. Sastre (2010) destaca sus tres subsistemas: datos, análisis y visualización cartográfica. Desde el ámbito de la gestión del riesgo, son herramientas para el estudio de la realidad desde enfoques multidimensionales. D'Angelo (2017) señala que permiten integrar bases de datos históricas heterogéneas para establecer modelos de análisis de riesgo y vulnerabilidad.

5.3.4 Captura de Datos en Campo y Tiempo Real

Según el autor Camacho (2021), argumenta que los datos en tiempo real permiten a las organizaciones ser proactivas y reducir errores operativos al minimizar la latencia entre el evento y la decisión. En línea con lo anterior, Salvador y Cordobilla (2025) validan el uso de aplicaciones de captura móvil para estandarizar la recolección de activos territoriales, asegurando que la información sea localizable, accesible e interoperable (Principios FAIR). Por último, Minciencias (2021) establece que una adecuada gestión de datos de investigación asegura la transparencia y minimiza el riesgo de pérdida de información crítica.

5.3.5 Dashboard (Tablero de Control Geoespacial)

Un dashboard o tablero de control es una herramienta de visualización de información que permite integrar, organizar y presentar datos provenientes de múltiples fuentes en una interfaz

gráfica interactiva, facilitando el monitoreo, análisis y seguimiento de indicadores clave en tiempo real o en periodos determinados.

Un Dashboard se define científicamente como un Sistema de Soporte a la Decisión Espacial (SDSS). Es una interfaz cognitiva que transforma datos masivos y complejos en indicadores visuales sintéticos (KPIs) para facilitar la comprensión de fenómenos críticos en tiempo real. Según los autores Vázquez Paulino y Morales Bautista (2019) sostienen que el dashboard es el componente esencial para la identificación de patrones de riesgo en redes nacionales, ya que permite la segmentación dinámica de datos y la visualización de la evolución temporal de las amenazas.

Desde un enfoque técnico, los dashboards forman parte de los sistemas de inteligencia de negocios (Business Intelligence), en los cuales se transforman grandes volúmenes de datos en información útil mediante gráficos, mapas, tablas y otros elementos visuales. Su principal función es apoyar la toma de decisiones al sintetizar información compleja en representaciones comprensibles y dinámicas (Few, 2006).

Por su parte, estudios más recientes señalan que los dashboards permiten la integración de datos en tiempo real, facilitando el análisis interactivo mediante filtros, segmentaciones y visualizaciones dinámicas, lo cual mejora significativamente la capacidad de los usuarios para identificar tendencias, anomalías y relaciones entre variables (Yigitbasioglu & Velcu, 2012).

En el contexto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los dashboards adquieren una dimensión adicional al incorporar componentes espaciales, permitiendo visualizar información georreferenciada mediante mapas interactivos. Esto los convierte en herramientas clave para la gestión del riesgo, ya que facilitan el monitoreo de variables territoriales, la identificación de zonas críticas y la toma de decisiones basada en evidencia espacial.

5.3.6 Survey123

Survey123 es una herramienta para la captura de datos en campo que permite diseñar, recolectar y gestionar información georreferenciada mediante formularios digitales estructurados. Esta aplicación forma parte del ecosistema de Esri y está orientada a la recolección de datos tanto en línea como fuera de línea, integrando automáticamente información espacial como coordenadas geográficas, fechas, imágenes y atributos asociados.

Desde una perspectiva técnica, Survey123 se basa en el estándar XLSForm, el cual permite la creación de formularios inteligentes con lógica condicional, validación de datos y control de calidad en el proceso de captura. Esto facilita la estandarización de la información recolectada y reduce errores asociados a métodos tradicionales de levantamiento de datos (Esri, 2023).

En el ámbito académico, las herramientas de captura móvil como Survey123 se reconocen como componentes fundamentales dentro de los sistemas de información geográfica, ya que permiten la obtención de datos primarios directamente en campo, mejorando la precisión, actualidad y confiabilidad de la información espacial (See et al., 2016; Goodchild, 2007). Estas tecnologías hacen parte del enfoque de información geográfica voluntaria (VGI) y de la integración entre sensores humanos y plataformas digitales para la generación de datos geoespaciales.

Adicionalmente, el uso de aplicaciones móviles para la recolección de datos en tiempo real ha demostrado ser clave en contextos como la gestión del riesgo de desastres, donde la rapidez en la captura y transmisión de información puede influir directamente en la toma de decisiones y en la respuesta ante eventos adversos (UNDRR, 2015). En este sentido, Survey123 permite registrar información en campo sobre amenazas, daños, infraestructura o condiciones ambientales, facilitando su integración inmediata con plataformas SIG para su análisis y visualización.

6 Metodología

6.1 Tipo de investigación

El presente estudio se clasifica como una investigación de tipo aplicada, dado que se orienta a la solución de una problemática específica relacionada con la gestión de la información en los procesos de gestión del riesgo de desastres en el departamento de Risaralda. La investigación aplicada se caracteriza por el uso del conocimiento para resolver problemas concretos en contextos reales, mediante el desarrollo de herramientas, metodologías o estrategias que permitan mejorar prácticas existentes (Hernández Sampieri et al., 2014)

En cuanto a su alcance, la investigación es de carácter descriptivo, en la medida en que contempla la recolección, organización y análisis de información derivada de visitas técnicas realizadas por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres. Este tipo de estudios busca especificar las propiedades, características y comportamientos de los fenómenos analizados, permitiendo comprender su estado actual y las condiciones en las que se desarrollan (Arias, 2012)

El estudio incorpora un componente propositivo, dado que no se limita a la descripción de la información, sino que plantea el diseño de una solución metodológica para su sistematización, apoyada en herramientas tecnológicas de ArcGIS como Survey123, así la propuesta de un tablero de control geoespacial. Este componente permitió articular el análisis de la información con el desarrollo de una solución orientada a mejorar su gestión.

Por tanto, la investigación se enmarca como un estudio aplicado con alcance descriptivo y componente propositivo, orientado al diseño de una herramienta funcional para el fortalecimiento de la gestión de la información en el ámbito de la gestión del riesgo.

6.2 Enfoque metodológico

La investigación se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, el cual integra elementos cuantitativos y cualitativos con el fin de obtener una comprensión más completa del fenómeno de estudio. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque mixto permite combinar la recolección y el análisis de datos numéricos con la interpretación de información contextual, favoreciendo una visión integral de la realidad investigada.

En el componente cuantitativo, el estudio se apoya en la recolección y análisis de datos derivados de visitas técnicas, los cuales son estructurados, georreferenciados y procesados mediante herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Esto permite identificar patrones espaciales, temporales y temáticos asociados a los procesos de riesgo, facilitando la organización, sistematización y análisis objetivo de la información.

Por otra parte, el componente cualitativo se evidencia en la interpretación de los procesos de riesgo desde una perspectiva territorial, así como en el análisis de las necesidades institucionales relacionadas con la gestión de la información. Este enfoque permite comprender las limitaciones del manejo actual de los datos y fundamentar el diseño de una propuesta metodológica orientada a su sistematización y mejor aprovechamiento.

La integración de ambos enfoques se materializa en el diseño de un sistema de gestión de información geoespacial, que articula la captura, procesamiento, análisis y visualización de datos mediante herramientas como Survey123 y plataformas SIG basadas en ArcGIS. Con ello, el enfoque mixto permite no solo analizar la información de manera técnica, sino también estructurar una propuesta que facilite su organización, consulta e interpretación en el marco de la planificación territorial y la toma de decisiones orientadas al desarrollo sostenible.

6.3 Diseño de la investigación

El estudio se enmarca en un diseño no experimental, dado que no se manipulan deliberadamente las variables de estudio, sino que se observan y analizan en su contexto natural. Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios no experimentales se caracterizan por analizar los fenómenos tal como ocurren en la realidad, sin intervenir en su desarrollo.

Asimismo, la investigación corresponde a un diseño de campo, en la medida en que se fundamenta en información obtenida directamente en el entorno donde se desarrollan los procesos de riesgo, a partir de registros de visitas técnicas y del análisis de los procedimientos utilizados para la captura de datos. Este enfoque permite comprender las condiciones reales de generación de la información y sustentar el diseño de una propuesta metodológica ajustada al contexto institucional. Adicionalmente, se consideran herramientas de captura de datos como Survey123 como referencia para el diseño de instrumentos estructurados, orientados a la estandarización de la información y la reducción de errores en su registro.

En cuanto a la dimensión temporal, la investigación es de tipo transversal, ya que analiza la información correspondiente al periodo 2017–2025, durante el cual se dispone de registros asociados a visitas técnicas, inicialmente en formatos análogos y posteriormente en formatos digitales. Este análisis tiene como propósito identificar patrones, características y relaciones en los procesos de riesgo. Aunque se emplean datos históricos, el estudio se realiza en un único momento de análisis, sin seguimiento longitudinal de las variables.

6.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis de la investigación está constituida por los registros de visitas técnicas asociadas a los procesos de gestión del riesgo de desastres en el departamento de Risaralda. Estos registros se componen de dos elementos principales. El primero corresponde a una base de datos estructurada que contiene campos básicos relacionados con la ubicación, el tipo de proceso analizado y un resumen de la visita técnica desde el enfoque de la gestión del riesgo. El segundo elemento corresponde a los conceptos técnicos elaborados en oficina, los cuales presentan un mayor nivel de detalle e incluyen información como localización, antecedentes, diagnóstico, conclusiones y recomendaciones, así como un componente gráfico conformado por mapas y registros fotográficos que evidencian las condiciones del proceso analizado.

Estos registros contienen información relacionada con la identificación, caracterización y localización de diferentes escenarios de riesgo, constituyéndose como el insumo principal para el desarrollo del estudio y la base para el diseño de la propuesta metodológica planteada.

Dicha información es generada por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (CDGRD) de Risaralda, en el marco de sus funciones institucionales. Los datos

corresponden al periodo comprendido entre 2017 y 2025, durante el cual se han recopilado registros en distintos formatos, inicialmente de carácter análogo y posteriormente en formato digital.

6.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La recolección de la información en el presente estudio se aborda mediante la aplicación de técnicas e instrumentos orientados a obtener, organizar y sistematizar datos relacionados con los procesos de gestión del riesgo de desastres en el departamento de Risaralda, integrando tanto fuentes históricas como elementos considerados para el diseño de mecanismos de captura de información en campo.

En cuanto a las técnicas de recolección de información, se emplea la observación técnica en campo, desarrollada a través de visitas técnicas en las cuales se identifican, analizan y registran las condiciones asociadas a diferentes escenarios de riesgo. Asimismo, se utiliza la recolección de datos estructurados, mediante el registro sistemático de información en formatos definidos que permiten garantizar la consistencia y comparabilidad de los datos. De igual manera, se incorpora la revisión documental de registros históricos, tales como bases de datos en formato Excel y conceptos técnicos, con el fin de complementar, validar y dar continuidad a la información recopilada.

Respecto a los instrumentos, se consideran, en una primera fase, bases de datos en formato Excel utilizadas históricamente por la entidad para el registro de visitas técnicas, las cuales presentan limitaciones en cuanto a estandarización y control de calidad de la información. En una segunda fase, se plantea el diseño de formularios digitales en la plataforma Survey123, orientados a la captura de datos en campo de manera estructurada y georreferenciada. Estos formularios incluyen campos parametrizados que funcionan como bitácora técnica, facilitando la recolección de información relevante para la elaboración de los informes técnicos y reduciendo errores en el registro de datos.

Adicionalmente, se contempla el uso de sistemas de información geográfica (SIG) para el almacenamiento, gestión y visualización de la información, mediante el diseño de un tablero de control dinámico que permita la consulta, análisis e integración de los datos. Este instrumento incorpora funcionalidades orientadas a la asociación de los registros de campo con los informes

técnicos correspondientes, facilitando el acceso a información detallada y contribuyendo al cierre del ciclo de gestión de la información.

6.6 Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico se estructuró mediante una secuencia de fases orientadas al diagnóstico del estado inicial de la información, el diseño de una estructura de datos adecuada, la formulación de mecanismos para la captura de información en campo y el planteamiento de herramientas para su análisis y visualización. Este proceso se fundamenta en la necesidad de organizar y sistematizar la información existente, caracterizada por su dispersión y falta de estandarización, a través de una propuesta basada en tecnologías geoespaciales.

Las fases planteadas responden a una lógica secuencial que inicia con la identificación de problemáticas en el manejo de la información, continúa con el diseño de soluciones metodológicas y tecnológicas, y finaliza con la estructuración de un modelo integrado para la gestión de datos. Así, se garantiza la coherencia del proceso metodológico y la articulación entre las diferentes etapas desarrolladas en la investigación.

6.6.1 Fase 1. Diagnóstico del estado de la información

En la fase inicial del procedimiento metodológico se realizó un diagnóstico del estado de la información asociada a las visitas técnicas de gestión del riesgo, con el propósito de identificar limitaciones en su almacenamiento, organización y uso para el análisis y la toma de decisiones.

Para el desarrollo de esta fase se emplearán técnicas como la revisión documental y el análisis de registros, orientadas a caracterizar la forma en que la información es generada, registrada y gestionada dentro del proceso de visitas técnicas.

El diagnóstico se abordó a partir de diferentes dimensiones de análisis, con el fin de obtener una comprensión integral del estado de la información. En este sentido, se consideraron:

la dimensión técnica, relacionada con la estructura, organización y parametrización de los datos; la dimensión operativa, asociada a los procesos de captura y registro de la información en campo; la dimensión de gestión, enfocada en el uso, acceso e integración de la información para fines de análisis y toma de decisiones.

Asimismo, el análisis se realizó con base en criterios de calidad de la información, incluyendo la consistencia, completitud, integridad, trazabilidad e interoperabilidad de los datos, con el fin de identificar de manera sistemática las principales limitaciones en su gestión.

Durante esta fase se examinarán aspectos relacionados con la calidad y estructura de la información, tales como la existencia de criterios estandarizados para el registro de los datos, la presencia de campos incompletos, la coherencia en el diligenciamiento de la información y las condiciones de almacenamiento de los registros.

De igual manera, se analizará el nivel de integración de la información, evaluando la relación entre los diferentes tipos de registros y la existencia de mecanismos que permitan su articulación dentro de un sistema unificado de información.

Por otra parte, se evaluará la capacidad de la estructura de datos para incorporar variables relevantes, especialmente aquellas de carácter geoespacial, con el fin de determinar su potencial para el análisis territorial de los eventos y procesos de riesgo.

Adicionalmente, se identificarán las implicaciones de las condiciones encontradas en términos de accesibilidad, confiabilidad y oportunidad de la información, particularmente en su uso para procesos de análisis y apoyo a la toma de decisiones.

Tabla 2

Relación entre problemáticas identificadas y criterios para el diseño de la estructura de datos.

Problemática identificada	Criterio de análisis	Implicación metodológica	Corrección para el diseño
Ausencia de estandarización en el registro de datos	Consistencia	Genera heterogeneidad en la información	Definición de variables estandarizadas y uso de listas de valores
Presencia de campos incompletos o vacíos	Completitud	Limita el análisis y la confiabilidad de la información	Definición de campos obligatorios en el instrumento de captura
Errores en el diligenciamiento de la información	Integridad	Afecta la calidad y precisión de los datos	Incorporación de validaciones y restricciones en los campos
Fragmentación de la información en diferentes formatos	Trazabilidad	Dificulta la integración y seguimiento de los registros	Diseño de un sistema unificado con identificador único

Falta de articulación entre registros y documentación técnica	Trazabilidad / Integración	Impide relacionar información complementaria	Vinculación de registros con soportes documentales
Limitaciones en la estructura de los datos	Interoperabilidad	Restringe el uso en sistemas de información	Diseño de una estructura compatible con SIG
Ausencia de variables geoespaciales	Análisis espacial	Limita el análisis territorial del riesgo	Inclusión de campos de localización geográfica
Dificultades en la actualización de la información	Disponibilidad	Genera obsolescencia de los datos	Diseño de instrumento de captura orientado a actualización
Procesos manuales en la gestión de información	Eficiencia operativa	Incrementa tiempos y riesgo de error	Automatización conceptual mediante captura estructurada

Nota: La estructuración de la matriz se fundamenta en enfoques de calidad de datos y en la lógica de diseño orientado a la solución de problemáticas identificadas, articulando criterios como consistencia, integridad, completitud y trazabilidad.

6.6.2 Fase 2. Diseño de la estructura de datos y del instrumento de captura para la sistematización y actualización de la información.

En esta fase se diseñará una estructura de datos estandarizada y un instrumento de captura en campo, con el propósito de garantizar la organización, calidad, integración y actualización de la información asociada a las visitas técnicas de gestión del riesgo.

El diseño se fundamentará en los hallazgos del diagnóstico previo, así como en criterios de calidad de la información, tales como consistencia, completitud, integridad, trazabilidad e interoperabilidad, con el fin de asegurar que los datos sean confiables, comparables y aptos para su análisis, especialmente en entornos geoespaciales.

En primer lugar, se definió la estructura de datos, la cual estuvo orientada a organizar la información de manera lógica y coherente, mediante la identificación y clasificación de variables según su función dentro del proceso de visitas técnicas. Esta estructura se diseñó bajo un enfoque de estandarización, estableciendo nombres de campos unificados, tipos de datos definidos y categorías de respuesta controladas, con el fin de reducir la ambigüedad y los errores en el registro de la información.

Asimismo, la estructura de datos se organizó en componentes temáticos, tales como identificación del registro, información temporal, localización geográfica, caracterización del evento o proceso, evaluación técnica, recomendaciones de intervención, información administrativa y vinculación documental. Esta organización permitió una mejor comprensión de los datos, facilitó su gestión y permitió su integración dentro de sistemas de información.

De manera complementaria, se incorporarán variables de carácter geoespacial, incluyendo elementos de localización que permitan la representación y análisis territorial de la información, contribuyendo a la identificación de patrones espaciales y al fortalecimiento del proceso de toma de decisiones.

Igualmente, se definió un identificador único para cada registro, con el fin de garantizar la trazabilidad de la información y permitir la articulación entre los diferentes componentes del sistema, incluyendo los registros de campo y la documentación asociada.

En segundo lugar, se diseñó el instrumento de captura en campo, el cual estuvo estructurado en correspondencia directa con la estructura de datos definida, asegurando que la información recolectada responda a los criterios de organización y calidad previamente establecidos. Este instrumento se concibió como un formulario estructurado que permitió la captura estandarizada de la información desde su origen.

El diseño del instrumento contempló el uso de campos estructurados, listas desplegables, validaciones y restricciones, con el fin de minimizar errores en el diligenciamiento, evitar inconsistencias y garantizar la completitud de los datos. Asimismo, se establecieron campos obligatorios para las variables críticas y se incorporaron mecanismos para la captura de información geográfica y registro fotográfico, cuando sea pertinente.

Adicionalmente, el instrumento se planteó como un mecanismo no solo de registro, sino también de actualización de la información, permitiendo la incorporación de nuevos datos y la modificación de registros existentes. Para ello, se consideró el uso del identificador único como elemento central para la vinculación y actualización de la información, garantizando la continuidad y trazabilidad de los datos en el tiempo.

Con ello, el diseño del instrumento permitió que la información fuera capturada de forma estructurada, integrada y coherente con la base de datos, evitando procesos posteriores de depuración y facilitando su almacenamiento y análisis.

Finalmente, la integración entre la estructura de datos y el instrumento de captura permitió establecer un sistema de información orientado a la sistematización y actualización continua de los datos, garantizando su disponibilidad, calidad y utilidad para procesos de análisis, especialmente en el contexto de herramientas geoespaciales. Es pertinente señalar que el diseño de la estructura de datos y del instrumento de captura fue revisado en función de su coherencia con las necesidades operativas de la CDGRD y los criterios de calidad previamente definidos. No obstante, la validación mediante prueba piloto en un entorno operativo real constituye una etapa posterior que se plantea como línea de trabajo futuro.

Tabla 3

Esquema de estructura básica del instrumento de captura en campo.

Nombre del campo	Tipo de campo	Obligatorio	Descripción	Ejemplo
id_registro	Texto (ID único)	Sí	Identificador único del registro que permite su trazabilidad y actualización	VR-001
ubicacion	Geopunto	Sí	Coordenadas geográficas del sitio de la visita técnica	4.8143, -75.6946
fecha_visita	Fecha	Sí	Fecha en la que se realiza la visita técnica	2025-03-15
tipo_evento	Lista desplegable	Sí	Clasificación del evento o proceso de riesgo	Deslizamiento
diagnostico	Texto largo	Sí	Descripción técnica de la situación observada	Inestabilidad de talud con riesgo para vivienda
fotografias	Imagen (adjunto)	No	Registro fotográfico asociado a la visita técnica	Foto del sitio afectado
nivel_riesgo	Lista desplegable	Sí	Clasificación del nivel de riesgo identificado	Alto

Nota: Ejemplo simplificado de un formulario tipo XLSForm; su estructura puede ajustarse según los requerimientos, manteniendo criterios de estandarización y calidad de datos.

6.6.3 Fase 3. Diseño del tablero de control geoespacial para el análisis de la información

En esta fase se propondrá el diseño de un tablero de control geoespacial, orientado a la visualización, integración y análisis de la información derivada de las visitas técnicas de gestión del riesgo, a partir de las variables definidas en la fase anterior.

El tablero de control se concibió como una herramienta que permitió articular variables de tipo temporal, territorial y temático, facilitando la interpretación de la información y el análisis de los procesos de riesgo desde una perspectiva integral. Su diseño estuvo orientado a transformar los datos estructurados en información útil para la toma de decisiones, mediante representaciones gráficas e interactivas.

Para ello, se definió una estructura de visualización basada en los componentes de la base de datos, garantizando la coherencia entre la captura de la información y su posterior análisis. Las variables temporales permitieron analizar la evolución de los eventos y procesos en el tiempo; las variables territoriales facilitaron su localización y análisis espacial; y las variables temáticas permitieron caracterizar los tipos de eventos, niveles de riesgo, afectaciones e intervenciones asociadas.

El diseño del tablero contempló la integración de diferentes elementos de visualización, tales como mapas, gráficos estadísticos e indicadores, los cuales estuvieron organizados de manera que permitieran una lectura clara y jerarquizada de la información. En particular, se priorizó la inclusión de: representaciones cartográficas para la visualización espacial de los eventos, gráficos temporales para el análisis de tendencias, indicadores temáticos para la caracterización de los procesos de riesgo.

Asimismo, se definieron mecanismos de interacción, tales como filtros y selecciones dinámicas, que permitieron al usuario explorar la información de acuerdo con criterios específicos, como ubicación geográfica, periodo de tiempo o tipo de evento. Esto facilitó el análisis multivariable y la identificación de patrones relevantes.

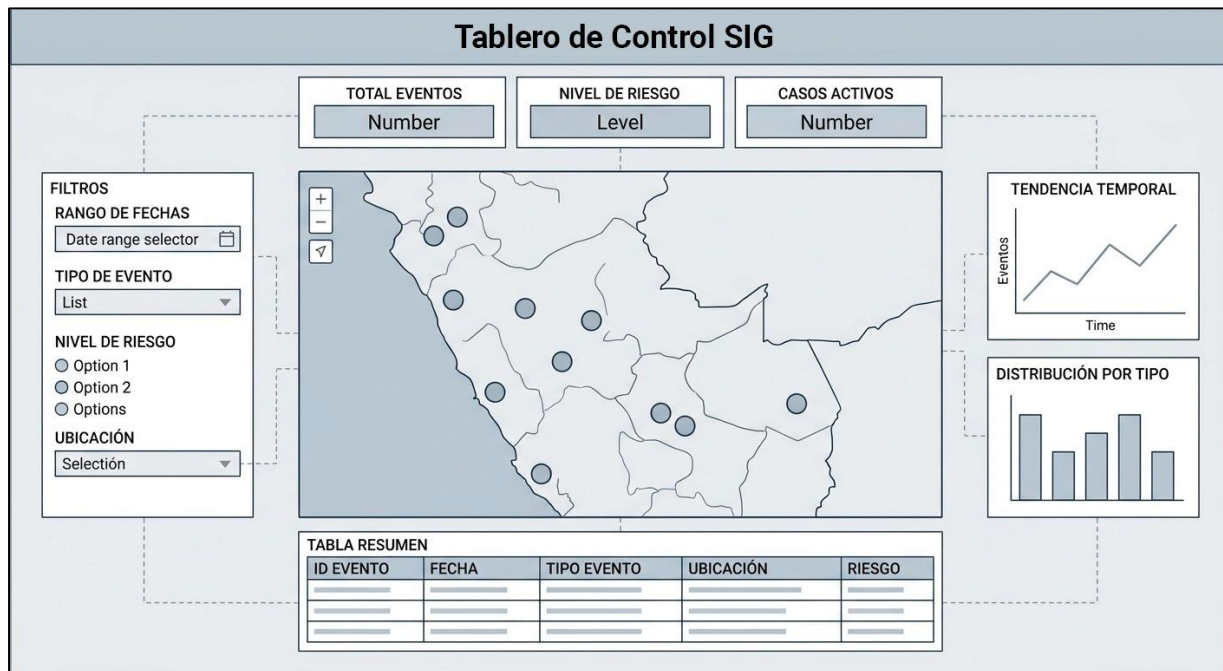
De igual manera, el tablero se estructuró bajo principios de claridad, usabilidad y organización de la información, evitando la sobrecarga visual y garantizando que los elementos presentados respondan a los objetivos de análisis definidos.

Es importante señalar que el diseño del tablero no se plantea como una herramienta aislada, sino como un componente integrado dentro del sistema de información propuesto. En este sentido, se consideró su articulación con la base de datos estructurada y el instrumento de captura en campo, de manera que la información visualizada corresponda directamente a los datos recolectados y

organizados previamente. Cabe precisar que los procedimientos descritos en las tres fases metodológicas pueden ser replicados en contextos institucionales con condiciones similares, ajustando las variables y categorías al tipo de información y a las necesidades operativas de cada entidad.

Figura 1

Esquema conceptual del tablero de control geoespacial centrado en la visualización cartográfica.



7 Resultados

Este capítulo presenta los resultados derivados del desarrollo metodológico de la investigación, estructurados en función de las tres fases definidas: diagnóstico del estado de la información, diseño de la estructura de datos e instrumento de captura, y diseño del tablero de control geoespacial.

Dado el carácter no experimental del estudio, los resultados corresponden a propuestas estructuradas y modelos conceptuales que responden a las problemáticas identificadas.

7.1 Resultados de la Fase 1: Diagnóstico del estado de la información

7.1.1 Caracterización general de la información existente

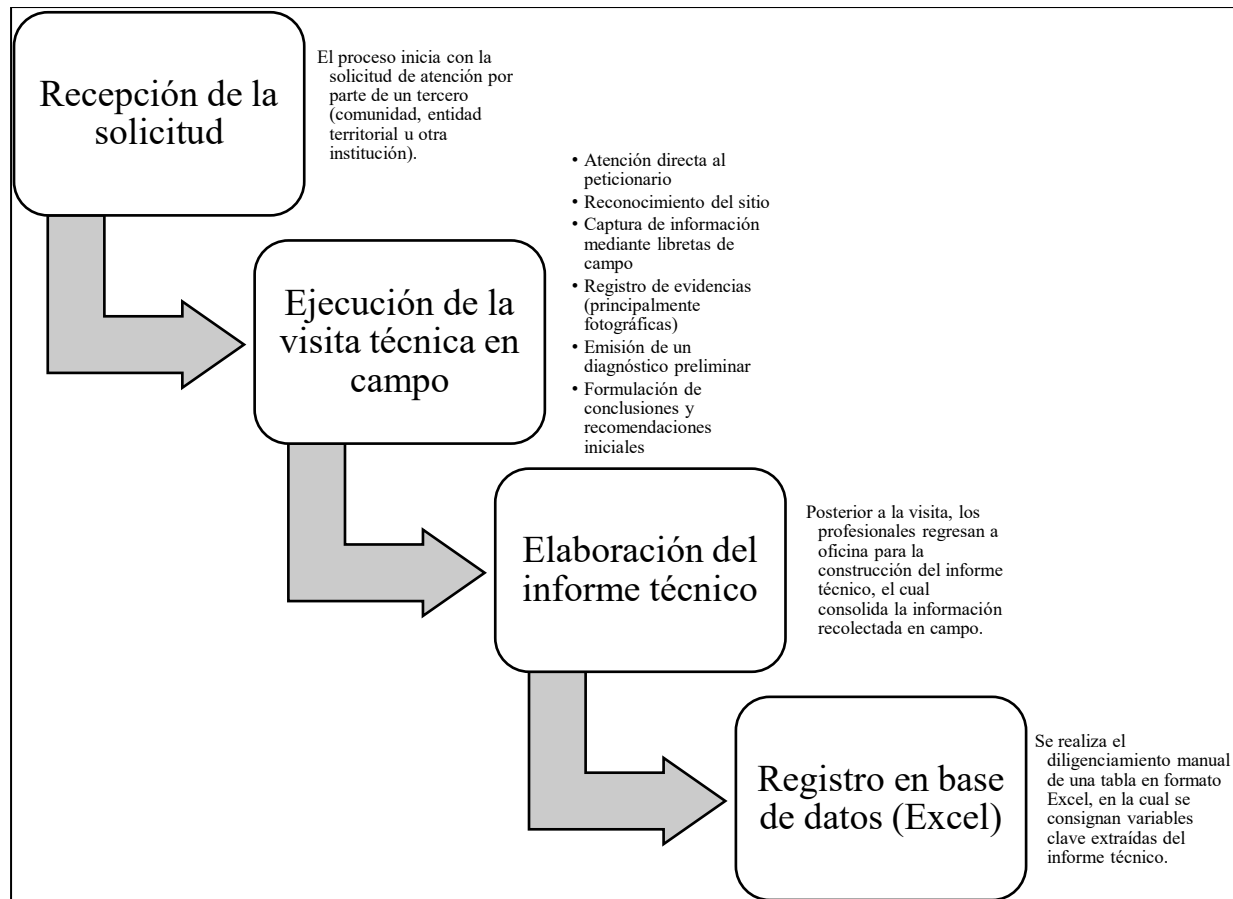
El diseño del tablero de control geoespacial se fundamenta en la información derivada de las visitas técnicas realizadas por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda (CDGRD). En este sentido, se llevó a cabo un proceso de revisión y reconocimiento de las fuentes de información disponibles, así como del flujo operativo asociado a la generación de dichos datos.

7.1.1.1 Flujo de generación de la información

A partir de la revisión documental y del análisis de los procesos institucionales, se identificó que la información se genera a través de un flujo de trabajo secuencial asociado al desarrollo de las visitas técnicas, el cual se describe a continuación:

Figura 2

Esquema del Flujo de generación de la información



7.1.1.2 Estructura de los informes técnicos

Se identificó que los informes técnicos constituyen la principal fuente de información cualitativa y descriptiva del proceso, presentando una estructura relativamente homogénea compuesta por los siguientes elementos:

- Información del solicitante
- Ubicación del punto evaluado
- Antecedentes
- Descripción de la problemática
- Diagnóstico técnico
- Registro fotográfico (incluye fotografías y, en algunos casos, mapas)

- Conclusiones
- Recomendaciones

Estos informes representan un insumo fundamental para el análisis técnico de las condiciones de riesgo, aunque su formato no está estructurado para el procesamiento automatizado de la información.

7.1.1.3 Base de datos en formato Excel

Como mecanismo de sistematización, la CDGRD dispone de una tabla consolidada en formato Excel, en la cual se registran manualmente variables derivadas de las visitas técnicas. Entre los principales campos identificados se encuentran:

- Coordenadas geográficas (latitud y longitud)
- Fecha y hora de la visita
- Municipio
- Clasificación del área (rural o urbana)
- Vereda o barrio
- Dirección o lugar específico
- Tipo de proceso analizado
- Entidad asociada
- Resumen del caso
- Información del solicitante (nombre, cédula, número telefónico)
- Profesionales que realizaron la visita
- Código interno (CDGRD)
- Radicados de salida (SAIA)
- Enlace al informe técnico

Si bien esta base de datos constituye un avance en la organización de la información, su diligenciamiento manual y la falta de estandarización limitan su potencial para análisis sistemáticos y geoespaciales.

7.1.1.4 Tipología y estado de la información disponible

En términos de disponibilidad y formato, la información base se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Informes técnicos (2017–2023): Periodo 2017–2018 documentos en formato PDF escaneado y periodo 2019–2023 documentos en formato PDF digital
- Base de datos consolidada: Archivo en formato Excel con variables estructuradas de las visitas técnicas

Esta heterogeneidad en los formatos evidencia diferencias en la calidad y accesibilidad de la información a lo largo del tiempo, lo cual incide directamente en su capacidad de análisis y aprovechamiento.

7.1.1.5 Síntesis de la caracterización

En conjunto, la información asociada a las visitas técnicas de la CDGRD se caracteriza por tener un flujo de generación de datos predominantemente manual, la coexistencia de información estructurada (Excel) y no estructurada (informes en PDF), dependencia de procesos posteriores de transcripción, variabilidad en formatos y niveles de digitalización. Esta caracterización permite establecer una base clara para la identificación de limitaciones en la gestión de la información.

7.1.2 Análisis de problemáticas por dimensión

A partir del análisis de la información disponible, se identificaron diversas problemáticas asociadas a la gestión de los datos derivados de las visitas técnicas. Estas problemáticas fueron

clasificadas en tres dimensiones: técnica, operativa y de gestión, y evaluadas con base en criterios de calidad de datos como consistencia, completitud, integridad, trazabilidad e interoperabilidad.

En la siguiente tabla se presenta la matriz de síntesis de las principales problemáticas identificadas, junto con su evidencia y los criterios de calidad afectados.

Tabla 4

Análisis de problemáticas por dimensión

Dimensión	Problemática identificada	Evidencia observada	Criterio de calidad afectado
Técnica	Falta de estandarización en el registro de variables	Campos abiertos permiten múltiples formas de escritura (ej. municipios, veredas)	Consistencia
Técnica	Ausencia de validación en el ingreso de datos	No existen listas desplegables ni restricciones en los campos	Consistencia / Integridad
Técnica	Presencia de datos nulos en variables críticas	Registros sin información en coordenadas u otros campos relevantes	Compleitud
Técnica	Información geográfica incompleta o ausente	Coordenadas vacías o mal registradas	Integridad / Interoperabilidad
Técnica	Duplicidad de variables	Existencia de múltiples campos para coordenadas o información similar	Consistencia
Técnica	Variables mal definidas o combinadas	Campos que contienen múltiples datos en una sola celda	Integridad
Técnica	Falta de codificación de variables	No existen códigos estandarizados para municipios, procesos o tipologías	Interoperabilidad
Técnica	Ausencia de identificador único	No es posible identificar de manera inequívoca cada registro	Trazabilidad
Técnica	Baja calidad en campos de texto	Errores ortográficos y redacción inconsistente en el campo “resumen”	Consistencia
Técnica	Registro incorrecto de información en campos no correspondientes	Datos consignados en columnas equivocadas	Integridad
Técnica	Desvinculación entre datos espaciales y unidades territoriales	Veredas registradas según percepción del usuario y no por validación geográfica	Interoperabilidad
Operativa	Captura de información no estandarizada en campo	Uso de libretas sin formato definido	Consistencia / Integridad
Operativa	Alta dependencia del criterio del profesional	Cada técnico registra información según su experiencia	Consistencia
Operativa	Pérdida de información en campo	Ausencia de guía metodológica genera omisión de datos relevantes	Compleitud

Operativa	Inconsistencias en la captura de coordenadas	Coordenadas tomadas en puntos que no corresponden exactamente al evento	Integridad
Operativa	Falta de lineamientos para registro fotográfico	Fotografías poco claras o sin criterios técnicos definidos	Integridad
Operativa	Procesos de transcripción manual	Información trasladada manualmente de libreta a Excel	Consistencia
Operativa	Omisión en el registro en Excel	En algunos casos no se diligencia la base de datos	Compleitud
Gestión	Limitaciones para el filtrado y análisis de la información	Base de datos con errores que afectan la confiabilidad de los filtros	Consistencia
Gestión	Uso restringido a herramientas básicas (Excel)	No permite análisis avanzados ni automatización	Interoperabilidad
Gestión	Ausencia de análisis geoespacial	La información no se representa en mapas ni sistemas SIG	Interoperabilidad
Gestión	Imposibilidad de cruce de variables	Estructura de datos no permite análisis multivariable	Integridad
Gestión	Falta de trazabilidad de los registros	No es posible hacer seguimiento a casos específicos	Trazabilidad
Gestión	Problemas en la vinculación documental	Enlaces a informes (PDF) erróneos o inexistentes	Integridad
Gestión	Dificultad en la búsqueda de información	No existen mecanismos eficientes de consulta o indexación	Accesibilidad / Trazabilidad
Gestión	Alta dependencia de búsqueda manual	Necesidad de revisar documentos uno a uno	Eficiencia / Trazabilidad

En la dimensión técnica, se observa una ausencia de criterios estandarizados para la estructuración de los datos, lo cual se refleja en la existencia de campos abiertos, variables mal definidas, duplicidad de información y falta de mecanismos de validación. Estas condiciones afectan directamente la consistencia, integridad y completitud de los datos, generando una base de información heterogénea y poco confiable. De manera particular, la ausencia de identificadores únicos y la falta de codificación de variables limitan la trazabilidad de los registros y su potencial integración con otros sistemas, especialmente aquellos de tipo geoespacial.

En la dimensión operativa, las problemáticas se concentran en el proceso de captura de la información en campo, el cual se realiza sin un instrumento estandarizado, dependiendo en gran medida del criterio individual de los profesionales. Esta situación genera variabilidad en los datos recolectados, omisión de información relevante y dificultades en la posterior sistematización. Asimismo, el uso de libretas de campo y la posterior transcripción manual a formatos digitales

incrementan el riesgo de error, pérdida de información y falta de correspondencia entre los datos observados y los registrados.

Por su parte, en la dimensión de gestión, se evidencia que, aun cuando existe un esfuerzo por consolidar la información en una base de datos en Excel, esta no permite un aprovechamiento efectivo de los datos. Las limitaciones en la calidad de la información restringen su uso para procesos de filtrado, análisis y toma de decisiones. Adicionalmente, la ausencia de herramientas de visualización, particularmente de carácter geoespacial, impide identificar patrones territoriales y dinámicas del riesgo. A esto se suma la falta de mecanismos eficientes de búsqueda y consulta, así como problemas en la vinculación con los informes técnicos, lo que dificulta el acceso oportuno a la información y la trazabilidad de los casos.

7.1.3 Definición de requerimientos para el diseño del sistema

Los requerimientos identificados constituyen la base para el diseño de la propuesta metodológica, orientada a la estructuración de una base de datos estandarizada, el desarrollo de un instrumento de captura en campo y la implementación de un sistema de visualización geoespacial.

Tabla 5

Matriz integrada problemáticas, criterios y requerimientos de diseño

Problemática clave	Criterio afectado	Requerimiento de diseño
Campos abiertos y no estandarizados	Consistencia	Estandarización de variables mediante listas controladas
Datos nulos en variables críticas	Compleitud	Definición de campos obligatorios
Coordenadas inconsistentes o ausentes	Integridad / Interoperabilidad	Captura geográfica obligatoria y validada
Falta de identificador único	Trazabilidad	Implementación de ID único por registro
Captura no estructurada en campo	Consistencia	Diseño de instrumento digital estandarizado
Transcripción manual de datos	Integridad	Eliminación de reprocesos mediante captura directa digital
Falta de análisis geoespacial	Interoperabilidad	Integración con herramientas SIG
Dificultad de búsqueda de información	Trazabilidad	Sistema estructurado con capacidad de consulta
Variables mal definidas	Integridad	Normalización de la base de datos

Falta de control en ingreso de datos	Consistencia	Validaciones automáticas en formularios
--------------------------------------	--------------	---

A partir de lo anterior, la siguiente fase aborda el diseño de estos componentes, garantizando la coherencia con las necesidades identificadas y los criterios de calidad de la información establecidos.

7.2 Resultados de la Fase 2: Diseño de la estructura de datos y del instrumento de captura para la sistematización y actualización de la información.

En respuesta a las problemáticas identificadas en la fase de diagnóstico, se diseñó un sistema integral orientado a la estructuración y captura de la información derivada de las visitas técnicas, con el propósito de garantizar la calidad, trazabilidad y disponibilidad de los datos desde su origen.

El sistema propuesto se fundamenta en la integración de dos componentes principales: una estructura de datos estandarizada y un instrumento digital de captura en campo, articulados de manera que permitan eliminar reprocesos, reducir errores y asegurar la consistencia de la información.

A diferencia del esquema tradicional basado en captura manual y transcripción posterior, el sistema plantea un flujo unificado en el cual la información es registrada directamente en campo mediante herramientas digitales, permitiendo su almacenamiento estructurado y su posterior uso en procesos de análisis, particularmente en entornos geoespaciales.

Este enfoque responde directamente a los requerimientos identificados en la fase anterior, especialmente en lo relacionado con la estandarización de variables, la obligatoriedad de campos críticos, la incorporación de información geográfica y la implementación de mecanismos de control de calidad.

7.2.1 Diseño de la estructura de datos

La estructura de datos fue diseñada bajo principios de estandarización, normalización y trazabilidad, con el fin de garantizar su coherencia interna y su capacidad de integración con sistemas de información geográfica.

Para su organización, la información se estructuró en componentes funcionales que responden a la lógica del proceso de visita técnica:

- Identificación del registro
- Localización geográfica
- Información temporal
- Caracterización del evento
- Evaluación técnica
- Intervención y recomendaciones
- Información del solicitante
- Información administrativa
- Vinculación documental

Esta organización permite una lectura estructurada de la información, facilitando tanto su almacenamiento como su posterior análisis.

7.2.2 Estructura de variables

A partir del análisis de la base de datos histórica (2017–2023) y de las necesidades de información en campo, se definió un conjunto de variables que combinan datos alfanuméricos, espaciales y multimedia.

Tabla 6

Extracto representativo de la estructura diseñada.

Variable	Tipo de dato	Descripción
id visita	Texto	Identificador único del registro

visitas_de_Riesgo_point	Geopoint	Coordenadas geográficas de la visita
fecha_y_hora	DateTime	Fecha y hora de la visita
municipio	Lista	Municipio (catálogo)
rural_o_urbano	Lista	Clasificación territorial
vereda_casco_urbano	Texto	Unidad territorial (autocompletada por intersección)
proceso_analizado	Lista	Tipo de elemento evaluado
temporalidad_del_proceso	DateTime	Fecha y hora del evento
resumen	Texto	Descripción técnica del caso
recomendaciones	Texto	Medidas propuestas
visitas_de_Riesgo_image	Imagen	Registro fotográfico
nombre	Texto	Nombre del solicitante
cedula	Numérico	Identificación
numero_telefonico	Numérico	Contacto
tipo_de_solicitud	Lista	Tipo de solicitud
num_radicado	Numérico	Número de radicado
informe_tecnico	Archivo	Documento técnico asociado

7.2.3 Diseño del instrumento de captura en campo

El instrumento de captura fue diseñado en formato XLSForm, implementado mediante la herramienta Survey123 por ArcGIS, con el objetivo de garantizar la recolección de información de manera estructurada, estandarizada y georreferenciada directamente en campo.

Este instrumento replica la estructura de la base de datos, asegurando coherencia entre la captura y el almacenamiento de la información, el diseño del formulario incorpora las siguientes funcionalidades:

- Captura automática de coordenadas mediante GPS del dispositivo móvil
- Funcionamiento en modo offline, permitiendo el almacenamiento local y envío posterior
- Uso de listas desplegables (selección única y múltiple) para estandarizar datos
- Implementación de lógica condicional (preguntas dependientes)
- Uso de listas en cascada para mejorar la precisión territorial
- Inclusión de campos obligatorios para evitar omisiones
- Captura de evidencia fotográfica directamente en campo

- Posibilidad de adjuntar documentos (informe técnico)
- Interfaz amigable para el usuario, optimizada para dispositivos móviles

Adicionalmente, se integró un proceso de validación geográfica mediante la intersección de coordenadas con capas territoriales (municipios y veredas), permitiendo la asignación automática de estas variables y reduciendo errores en su registro.

Tabla 7

Extracto del instrumento de captura (XLSForm)

Tipo	Nombre	Etiqueta	Requerido	Cálculo / Validación	Relevancia
geopoint	visitas_de_Riesgo_point	Ubicación	Sí	Captura automática GPS	-
select_one	emergencia	¿Es emergencia?	Sí	Lista controlada	-
dateTime	fecha_y_hora	Fecha y Hora	Sí	now()	-
text	municipio	Municipio	Sí	Autocompleta	-
select_one	rural_o_urbano	Rural o Urbano	Sí	Lista desplegable	-
text	vereda_CascoUrbano	Vereda/Casco Urbano	Sí	Intersección geográfica	-
text	lugar_direccion	Lugar/Dirección	Sí	Texto guiado	-
select_one	proceso_analizado	Proceso Analizado	Sí	Lista controlada	-
select_one	temporalidad_del_proceso	Temporalidad del Proceso	Sí	Lista controlada	-
dateTime	fecha_y_hora_proceso	Fecha del evento	Sí	-	Solo si evento ocurrió
decimal	vivienda	Vivienda	No	≥ 0	-
decimal	via	Vía	No	≥ 0	-
decimal	institucion_educativa	Institución Educativa	No	≥ 0	-
text	resumen	Resumen	Sí	Texto estructurado	-
select_one	dara_recomendaciones	¿Da recomendaciones?	Sí	Lista	-
text	recomendaciones	Recomendaciones	Sí	Texto	Condicional
image	visitas_de_Riesgo_imagen	Fotografías	Sí	Mín. 4 imágenes	-

select_one	reubicacion_relocalizaci on	¿Reubicación?	Sí	Lista	-
text	observaciones_reubi_rel oca	Observaciones	Sí	Texto	Condicion al
select_one	entrego_evacuacion	¿Evacuación?	Sí	Lista	-
image	evacuacion	Evidencia evacuación	Sí	Imagen	Condicion al
text	nombre	Nombre	Sí	-	-
decimal	cedula	Cédula	No	Númérico	-
select_multip le	profesionales	Profesionales	Sí	Lista múltiple	-
date	fecha_de_la_solicitud	Fecha solicitud	No	-	-
select_one	tipo_de_solicitud	Tipo solicitud	No	Lista	-
file	informe_tecnico	Informe Técnico	Sí	Tamaño ≤ 5MB	Condicion al

Nota. Se presenta un fragmento representativo del instrumento de captura diseñado en formato XLSForm, implementado en Survey123, en el cual se evidencian las principales características de estructuración, validación y control de la información.

El instrumento de captura fue diseñado bajo el estándar XLSForm, permitiendo su implementación en la plataforma Survey123. El formulario integra diferentes tipos de variables (geográficas, alfanuméricas, numéricas y multimedia), organizadas de acuerdo con la lógica del proceso de visita técnica.

Como se observa en la tabla anterior, el diseño incorpora múltiples mecanismos de control de calidad, tales como campos obligatorios, validaciones de rango, listas desplegadas, lógica condicional y cálculos automáticos. De manera particular, se destaca la captura automática de coordenadas geográficas y el uso de procesos de geocodificación inversa para la asignación de variables territoriales como municipio y vereda, lo cual reduce errores asociados al diligenciamiento manual.

Asimismo, el formulario incluye la captura de evidencia fotográfica y la posibilidad de adjuntar documentos técnicos, permitiendo una integración completa de la información en un único registro digital. Esta estructura garantiza la estandarización de los datos desde su origen y elimina la necesidad de procesos posteriores de transcripción.

Figura 3

Interfaz del instrumento de captura diseñado en Survey123 en entorno móvil.

The image displays three sequential screenshots of a mobile application interface for field data collection, titled "Información Visita Técnica CDGRD".

- First Screenshot (ENCUESTA DE CAMPO):** Contains fields for "Ubicación" (location) with coordinates and a map view, "¿Es emergencia?" (Is it an emergency?) with radio buttons for "Si" and "No", "Fecha y Hora" (Date and Time) with date and time pickers, "Municipio Risaralda Pereira", "Rural o Urbano" (Rural or Urban) with radio buttons, "Vereda/Casco Urbano Urbano Pereira", and "Lugar/Dirección" (Place/Direction) with a text input field.
- Second Screenshot (SE VISITO...):** Contains dropdown menus for "Vivienda" (Housing), "Vía" (Road), "Institución Educativa" (Educational Institution), "Acueducto" (Aqueduct), "Predio/Lote" (Plot/Parcel), and "Estructura" (Structure), each with a numeric input field and a dropdown menu. It also includes a "Resumen" (Summary) field with a text input area.
- Third Screenshot (Fotografías):** Contains a "Fotografías" (Photos) section with a camera icon and a text input field, a question "¿Es necesario reubicar o relocalizar a las personas o a la familia?" (Is it necessary to relocate or resettle people or the family?) with radio buttons for "Ninguna" (None) and "Reubicación" (Relocation), and fields for "Nombre" (Name), "Cedula" (ID Card), and "Numero Telefónico" (Phone Number).

Nota. Se presenta la interfaz del instrumento de captura implementado en Survey123, visualizado desde un dispositivo móvil, donde se evidencia la organización estructurada de los campos, la utilización de listas desplegables y la integración de componentes geográficos y multimedia para el registro de la información en campo.

7.3 Resultados de la Fase 3: Diseño del tablero de control geoespacial

El tablero de control geoespacial tiene como propósito principal la visualización, integración y análisis de la información recopilada en campo durante las visitas técnicas realizadas por la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda (CDGRD).

Este tablero se alimenta directamente de la información capturada mediante el instrumento digital diseñado en Survey123, lo cual garantiza que los datos visualizados se encuentran previamente estructurados, estandarizados y validados desde su origen. Esta condición permite transformar la información en un insumo confiable para la generación de análisis estadísticos y geoespaciales, superando las limitaciones identificadas en el manejo tradicional de los datos.

En este sentido, el tablero no solo cumple una función de visualización, sino que se configura como una herramienta para el análisis dinámico de la información, permitiendo explorar

los datos a través de filtros temáticos, espaciales y temporales, así como mediante la combinación de estos (filtros anidados). Esta capacidad facilita la identificación de patrones de comportamiento, la detección de concentraciones espaciales de eventos y el reconocimiento de antecedentes en zonas específicas y sus áreas de influencia.

Adicionalmente, el sistema permite analizar la información en función de diferentes variables, tales como la distribución temporal de los eventos, la frecuencia de visitas por tipo de infraestructura evaluada, y la relación entre intervenciones en zonas rurales y urbanas. Esto contribuye a una mejor comprensión de las dinámicas territoriales asociadas a la gestión del riesgo.

El carácter escalable del sistema, derivado de la captura digital y estructurada de la información, garantiza un flujo continuo y eficiente de los datos, permitiendo que el tablero se actualice de manera progresiva conforme se incorporan nuevos registros.

El tablero ofrece la posibilidad de exportar la información en formatos como CSV, facilitando su uso en análisis más avanzados o en herramientas externas, lo cual amplía las capacidades de explotación de los datos y fortalece su utilidad para la toma de decisiones.

7.3.1 Arquitectura del sistema de visualización

El tablero de control geoespacial se desarrolla utilizando la herramienta ArcGIS Dashboards, la cual permite la integración, visualización y análisis de información geográfica en tiempo real a partir de servicios de datos estructurados.

La arquitectura del sistema se fundamenta en un flujo continuo de información que inicia con la captura de datos en campo mediante el instrumento digital implementado en Survey123, y culmina en su visualización en el tablero de control. Este proceso se estructura en tres componentes principales:

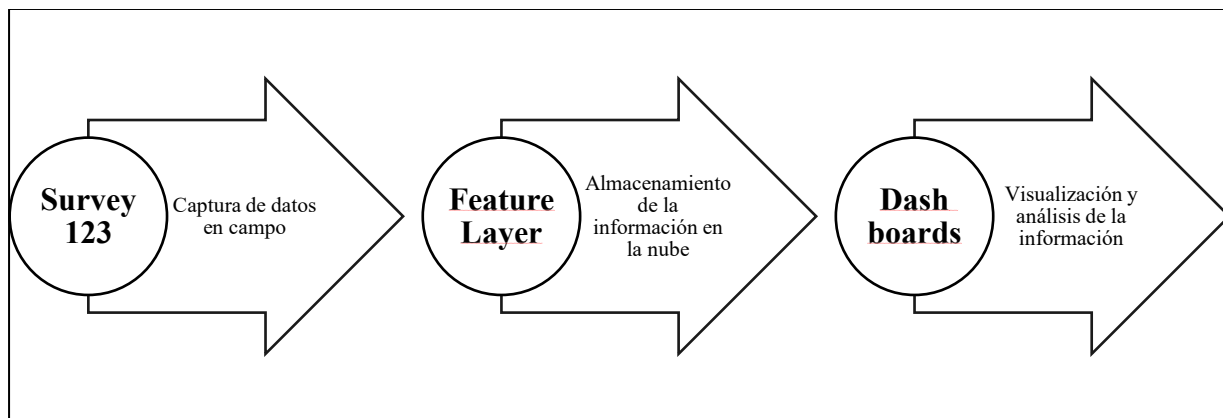
- Captura de datos en campo (Survey123): La información es recolectada directamente por los profesionales mediante dispositivos móviles, utilizando el formulario digital previamente diseñado. Esta herramienta permite la captura de datos alfanuméricos, espaciales (coordenadas geográficas) y multimedia (imágenes y documentos), incluso en condiciones sin conectividad.

- Almacenamiento y gestión de datos (Feature Layer): Una vez enviada la información, los registros son almacenados automáticamente en una capa de entidades (Feature Layer) alojada en ArcGIS Online. Esta capa constituye la base de datos central del sistema, estructurada y georreferenciada, permitiendo la gestión, consulta y actualización de los datos en tiempo real.
- Visualización y análisis (ArcGIS Dashboards): El tablero de control se conecta directamente a la Feature Layer, consumiendo la información de manera dinámica. Esto permite que cualquier actualización realizada desde Survey123 se refleje automáticamente en el tablero, garantizando un flujo de información continuo, actualizado y sin necesidad de procesos manuales intermedios.

En conjunto, esta arquitectura establece un sistema integrado en el cual la captura, almacenamiento y visualización de la información se encuentran completamente articulados, eliminando reprocesos y reduciendo errores asociados a la manipulación manual de los datos.

Figura 4

Esquema del flujo del sistema



Esta integración permite consolidar un modelo de gestión de información eficiente, escalable y orientado al análisis geoespacial, en el cual los datos fluyen de manera automática desde su origen hasta su uso final en la toma de decisiones.

7.3.2 Componentes del tablero de control geoespacial

El tablero de control geoespacial fue diseñado con el propósito de facilitar la visualización, exploración y análisis integral de la información derivada de las visitas técnicas, estructurando sus componentes de manera que el usuario pueda comprender tanto la distribución espacial de los eventos como sus características asociadas.

En este sentido, el elemento central del tablero es el mapa, dada la relevancia de la dimensión geográfica en los procesos de gestión del riesgo. En este componente se representan los puntos correspondientes a las visitas técnicas realizadas, los cuales se encuentran georreferenciados a partir de la información capturada en campo. Cada uno de estos puntos cuenta con ventanas emergentes (pop-ups) que permiten visualizar de manera organizada y estructurada la totalidad de la información asociada al registro, incluyendo datos descriptivos, registro fotográfico y el informe técnico correspondiente. Esta funcionalidad posibilita profundizar en casos específicos, facilitando el análisis detallado de cada visita.

En la parte superior del tablero se disponen herramientas de filtrado que permiten segmentar la información de acuerdo con criterios temporales y temáticos. Entre estas se incluye un filtro por año, un selector de rangos de fecha y un buscador de palabras clave, el cual permite identificar registros a partir de coincidencias con cualquier campo de la base de datos. Este último constituye un elemento fundamental para la consulta específica de casos, optimizando la exploración de la información.

Complementando el análisis territorial, el tablero incorpora una tabla resumen por municipio, en la cual se presenta el número total de visitas técnicas realizadas en cada uno de los municipios del departamento de Risaralda. Este componente permite identificar de manera rápida la distribución espacial de las intervenciones a nivel administrativo.

Adicionalmente, se incluye un indicador general que muestra el total de visitas técnicas registradas, proporcionando una visión global del volumen de información gestionada en el sistema.

En cuanto a la representación gráfica de la información, el tablero integra diversos elementos que permiten analizar las características de las visitas desde diferentes perspectivas:

Un gráfico de tipo torta que muestra la distribución de las visitas según su localización en zona rural o urbana, permitiendo identificar patrones de intervención territorial.

Un histograma temporal que representa la recurrencia de las visitas a lo largo del tiempo, facilitando la identificación de periodos con mayor actividad.

Un gráfico de barras que presenta la cantidad de infraestructura evaluada (viviendas, vías, instituciones educativas, entre otros), de acuerdo con la estructura definida en el instrumento de captura.

Un diagrama de torta que refleja la distribución de los procesos analizados, permitiendo reconocer las tipologías de intervención más frecuentes.

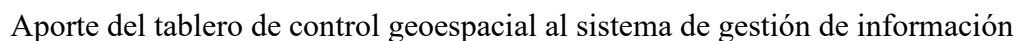
Todos los componentes del tablero; mapa, gráficos, indicadores y tablas, se encuentran interconectados mediante un sistema de filtros anidados, lo que permite al usuario realizar análisis dinámicos a partir de múltiples criterios simultáneamente. De este modo, la selección de un elemento en cualquiera de los componentes impacta el resto del tablero, facilitando la exploración interactiva de la información y la identificación de patrones complejos.

7.3.3 Prototipo del tablero de control geoespacial

Como resultado del proceso de diseño, se desarrolló un prototipo del tablero de control geoespacial, el cual integra los diferentes componentes definidos previamente y permite la visualización y análisis de la información derivada de las visitas técnicas.

Figura 5

Prototipo del tablero de control geoespacial para el análisis de visitas técnicas



El diseño del tablero de control geoespacial representa un aporte significativo al sistema de gestión de la información de la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda (CDGRD), al transformar un conjunto de datos dispersos y de difícil aprovechamiento en una herramienta integrada para el análisis, la visualización y la toma de decisiones.

En primer lugar, el tablero permite superar las limitaciones identificadas en la fase de diagnóstico, particularmente en lo relacionado con la fragmentación de la información, la dificultad en su consulta y la ausencia de mecanismos de análisis. A través de la integración directa con la base de datos estructurada, el sistema posibilita el acceso inmediato a la información, eliminando la necesidad de búsquedas manuales en documentos o archivos independientes.

En segundo lugar, el tablero aporta un valor fundamental al incorporar la dimensión geoespacial como eje central del análisis. La representación de las visitas técnicas en un entorno cartográfico permite comprender la distribución territorial de los eventos, identificar zonas críticas, reconocer patrones espaciales y analizar la relación entre diferentes variables en el territorio. Esto constituye un avance sustancial frente al manejo tradicional de la información en formatos tabulares.

De igual manera, la integración de componentes gráficos y estadísticos permite analizar la información desde múltiples perspectivas (temporal, temática y territorial), facilitando la identificación de tendencias, recurrencias y comportamientos asociados a los procesos de gestión del riesgo. Esta capacidad analítica fortalece el uso de la información como soporte para la planificación y la toma de decisiones.

Otro aporte relevante del tablero es su carácter interactivo, el cual permite al usuario explorar la información mediante filtros dinámicos y consultas específicas, adaptando el análisis a diferentes necesidades. Esta flexibilidad convierte al sistema en una herramienta versátil, útil tanto para análisis generales como para la revisión detallada de casos particulares.

Asimismo, el diseño del tablero bajo principios de usabilidad y accesibilidad amplía su alcance, permitiendo que pueda ser utilizado por diferentes tipos de usuarios, independientemente de su nivel técnico. Esto facilita la apropiación de la herramienta dentro de la entidad y promueve una cultura de uso de la información basada en evidencia.

Desde una perspectiva operativa, el tablero se integra en un flujo de información continuo que inicia en la captura en campo y culmina en la visualización, lo cual permite contar con información actualizada en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta institucional.

8 Discusión

La presente discusión se enmarca en una investigación de enfoque aplicado y de diseño, orientada a estructurar un sistema para la gestión de información en visitas técnicas de riesgo. El análisis se centra en evaluar la coherencia, pertinencia y aplicabilidad de la propuesta tecnológica a partir de la relación entre el diagnóstico inicial, la arquitectura del sistema y la incorporación transversal del componente geoespacial.

El diagnóstico situacional evidenció que la gestión de la información de riesgo se realizaba de manera predominantemente fragmentada, manual y carente de estandarización. La dispersión de datos en formatos no estructurados y semiestructurados limitaba severamente su aprovechamiento oportuno para la toma de decisiones. Estos hallazgos son consistentes con la literatura actual en gestión de emergencias, la cual señala que la principal debilidad en los sistemas de desastres radica en la ausencia de metodologías estandarizadas y en la baja interoperabilidad de los datos como lo menciona Khan et al. (2023).

Esta fragmentación refleja la carencia de un enfoque integral que articule el ciclo completo del dato: captura, almacenamiento, procesamiento y disseminación. Frente a este desafío, la presente propuesta plantea una transición fundamental hacia un modelo estructurado (Hong et al., 2024), donde los datos se gestionen bajo rigurosos criterios de calidad, estandarización y trazabilidad desde su origen, permitiendo su consolidación no solo como un insumo técnico, sino como un recurso estratégico para la toma de decisiones.

En este sentido, el diseño del sistema introduce mecanismos de control de calidad desde la etapa de captura en campo. Al eliminar reprocesos y reducir el margen de error humano mediante el uso de validaciones lógicas y estructuras de datos normalizadas, el sistema redefine la gestión de la información. Esto concuerda con investigaciones recientes que destacan que la brecha entre la recolección de datos y el análisis es uno de los mayores obstáculos operativos; por lo tanto, la integración de herramientas interactivas permite validar las condiciones del terreno y alimentar el sistema en tiempo real, creando un ciclo de retroalimentación continuo (AlAbdulaali et al., 2022).

Al garantizar la calidad de la información desde el momento de la recolección, se construye las bases para un análisis confiable. Asimismo, la incorporación del enfoque geoespacial amplía de manera sustancial la capacidad analítica del sistema al integrar la dimensión territorial. A diferencia de los análisis tabulares tradicionales, la inteligencia de ubicación facilita la

identificación espacial de patrones, concentraciones de vulnerabilidad y dinámicas de riesgo que de otro modo permanecerían ocultas. Este componente transforma la interpretación de los datos, dotando a los tomadores de decisiones de un "cuadro de operación común" (common operating picture) esencial para la coordinación y priorización de intervenciones con base en índices granulares (Azizah & Wijayanto, 2023).

La integración sinérgica de herramientas como Survey123 y ArcGIS Dashboards permite operacionalizar este modelo conceptual en un entorno tecnológico funcional y dinámico. El desarrollo del sistema evidencia que es posible asegurar la continuidad del flujo de información desde la captura en campo hasta su visualización interactiva. Como respaldan diversos autores, los cuadros de mando interactivos Web-GIS superan las limitaciones de los reportes estáticos, permitiendo a los usuarios monitorear, filtrar y cruzar capas de información compleja en tiempo real para una mejor consciencia situacional (Azizah & Wijayanto, 2023; Hong et al., 2024).

Esto sugiere la viabilidad técnica de la propuesta, así como escalabilidad frente a escenarios de riesgo cambiantes.

Si bien la investigación no contempló la implementación operativa y evaluación del sistema en campo durante esta fase, su nivel de desarrollo tecnológico permite una aplicación directa. No obstante, es imperativo reconocer que el éxito y la sostenibilidad de este sistema están condicionados a factores organizacionales. La literatura advierte que la eficacia de las plataformas de gestión de información no depende exclusivamente de la tecnología, sino de la sólida gobernanza de los datos, la usabilidad de las interfaces, la asignación de recursos y la capacitación del personal (Almasi et al., 2023; Khan et al., 2023). A pesar de estos retos institucionales, el diseño del sistema, centrado en la usabilidad y en las necesidades del usuario final, reduce la curva de aprendizaje y facilita su adopción metodológica.

La propuesta pone de manifiesto la transición significativa desde un esquema convencional y desarticulado hacia un sistema de gestión de información organizado, con referencia espacial explícita y de carácter integral. Dentro de este nuevo enfoque, los datos derivados de las visitas técnicas de riesgo dejan de constituir un repositorio inactivo y pasan a convertirse en el pilar fundamental de la resiliencia comunitaria: un insumo que incrementa la exactitud del análisis, robustece el criterio técnico y aporta de manera significativa a una gestión del riesgo de desastres más eficaz, anticipatoria y fundamentada en evidencia.

9 Conclusiones

La investigación permitió dar respuesta a la problemática asociada a la gestión de la información derivada de las visitas técnicas de la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda (CDGRD), evidenciando que las limitaciones existentes no estaban relacionadas con la ausencia de datos, sino con su falta de estructuración, estandarización y capacidad de análisis. En este contexto, el estudio aporta una propuesta metodológica orientada a contribuir al desarrollo sostenible del departamento, mediante el diseño de un sistema orientado a la sistematización y análisis geoespacial de los procesos de riesgo, materializado en un tablero de control dinámico basado en información geográfica.

En relación con el proceso desarrollado, el diagnóstico inicial permitió identificar de manera estructurada las principales debilidades en la gestión de la información correspondiente al periodo 2017–2023, tales como la fragmentación de los datos, la inconsistencia en su registro y la limitada posibilidad de análisis. Este ejercicio no solo evidenció las problemáticas existentes, sino que también permitió establecer los requerimientos necesarios para la construcción de una solución metodológica coherente y pertinente.

A partir de este diagnóstico, se logró estructurar una base de datos estandarizada y diseñar un instrumento de captura en campo que garantiza la calidad de la información desde su origen. La incorporación de variables geoespaciales, mecanismos de validación y estructuras organizadas permitió asegurar la disponibilidad, consistencia y trazabilidad de los datos, superando las limitaciones del modelo tradicional basado en registros manuales y procesos de transcripción.

De manera complementaria, el diseño del tablero de control geoespacial permitió integrar variables temporales, territoriales y temáticas en un entorno de visualización dinámico, facilitando el análisis de la información y su interpretación. Este componente posibilita la identificación de patrones espaciales, tendencias temporales y relaciones entre variables, fortaleciendo el uso de la información como soporte para la toma de decisiones en la gestión del riesgo.

En conjunto, los resultados evidencian que la articulación entre captura de datos, estructuración de la información y visualización geoespacial permite transformar registros operativos en conocimiento útil, lo cual representa un avance significativo en la forma en que se gestionan los procesos de riesgo a nivel territorial. En este sentido, el principal aporte de la investigación radica en la formulación de un modelo integral de gestión de información, que no

solo mejora la organización de los datos, sino que los posiciona como un recurso estratégico para el desarrollo sostenible y la planificación territorial.

Es importante señalar que la investigación se desarrolló a nivel de diseño metodológico, por lo que no se incluyó la implementación ni la evaluación del sistema en un entorno operativo real. Si bien la propuesta presenta un alto grado de aplicabilidad, su implementación dependerá de factores institucionales como la disponibilidad de recursos tecnológicos y la capacitación del personal. Sin embargo, estas condiciones no limitan la validez del diseño, sino que plantean escenarios para su futura adopción. En consecuencia, las conclusiones del presente estudio deben interpretarse como contribuciones al nivel de diseño metodológico, cuya validación empírica queda planteada como línea de investigación futura.

Por ende, se proponen como líneas futuras de investigación la implementación piloto del sistema en la CDGRD, la evaluación de su impacto en los procesos de toma de decisiones y la incorporación de herramientas analíticas avanzadas que permitan profundizar en el análisis predictivo del riesgo. Estas proyecciones contribuirían a consolidar el sistema como un instrumento robusto para la gestión del riesgo y el desarrollo territorial.

La investigación evidencia que la sistematización de la información, combinada con el análisis geoespacial, constituye un elemento fundamental para fortalecer la gestión del riesgo, permitiendo avanzar hacia modelos más eficientes, integrados y orientados a la toma de decisiones basadas en evidencia.

10 Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de la información en la Coordinación Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Risaralda (CDGRD), así como a facilitar la implementación y aprovechamiento del sistema propuesto:

- Se recomienda iniciar la implementación del sistema diseñado (Survey123 + tablero geoespacial) mediante una prueba piloto en un grupo reducido de profesionales, con el fin de validar su funcionamiento en condiciones reales, ajustar aspectos operativos y facilitar su posterior adopción institucional. Esta acción permitirá transformar de manera efectiva el modelo actual de gestión de información hacia un esquema estructurado, automatizado y orientado al análisis.
- Se recomienda establecer protocolos institucionales que regulen el uso obligatorio del instrumento de captura digital y la estructura de la base de datos, garantizando la estandarización de la información desde su origen. Esto permitirá mejorar la calidad, consistencia y trazabilidad de los datos, evitando la reaparición de prácticas manuales que limitan su aprovechamiento.
- Se recomienda integrar el tablero de control geoespacial en los procesos de planificación, seguimiento y priorización de intervenciones, promoviendo una gestión del riesgo basada en evidencia. Su uso permitirá identificar zonas críticas, analizar tendencias y optimizar la asignación de recursos, fortaleciendo la capacidad institucional para responder de manera más eficiente a las dinámicas del territorio.

Referencias

- Aedla, Dr. P., Tripathi, Dr. P. K., Mandal, Dr. K., Sarada, D. V., Amitha, Dr. T., P, S. P. A., & Matta, Dr. R. A. (2025). GIS-BASED ANALYSIS OF DISASTER RISK REDUCTION STRATEGIES. *Journal of Applied Bioanalysis*, 11(2).
<https://doi.org/10.53555/jab.v11i2.208>
- AlAbdulaali, A., Asif, A., Khatoon, S., & Alshamari, M. (2022). Designing multimodal interactive dashboard of disaster management systems. *Sensors*, 22(11), 4292.
<https://doi.org/10.3390/s22114292>
- Al-Khudhairi, A. A., Shaban, A. H., & Al-Timimi, Y. K. (2025). Development of automatic detection of dust storms for MODIS satellite images over Iraq using ArcGIS Model Builder. *Iraqi Journal of Science*, 66(2), 942-954. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2025.66.2.29>
- Almasi, S., Bahaadinbeigy, K., Ahmadi, H., Sohrabei, S., & Rabiei, R. (2023). Usability evaluation of dashboards: A systematic literature review of tools. *BioMed Research International*, 2023, 9990933. <https://doi.org/10.1155/2023/9990933>
- Arias Ayquipa, F. M., Coacalla Castillo, C. E., & Ferro Caituiro, S. A. (2025). Gestión del riesgo de desastres y satisfacción de la población: estudio de caso en Perú. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 34(1 Supl.), 134-147.
<https://doi.org/10.15446/rcdg.v34n1supl.108119>
- Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Introducción a la metodología científica* (Sexta Edición). Editorial Episteme.
- Azizah, W. R., & Wijayanto, A. W. (2023). Design and implementation of an interactive visualization dashboard for monitoring the flood vulnerability and mapping. *Proceedings of The International Conference on Data Science and Official Statistics*, 2023(1), 218-232.
<https://doi.org/10.34123/icdsos.v2023i1.362>
- Banco Interamericano de Desarrollo & Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (s.f.). *Información para la gestión del riesgo de desastres: Estudio de caso Colombia*. BID-CEPAL-IDEA.
- Bier, V., & Gutfraind, A. (2019). Risk analysis beyond vulnerability and resilience - characterizing the defensibility of critical systems. *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.07313>
- Camacho Gómez, S. (2021). *La importancia de Data Analytics y su aplicación en la Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia [Ensayo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]*. Repositorio Institucional UMNG.

- Cardona, O. D. (2005). Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Informe técnico principal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) & Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Comunidad Andia. (2009). El conocimiento como hilo conductor en la gestión ambiental del riesgo en el departamento de Risaralda.
- Comunidad Andina. (2018). Glosario de términos y conceptos de la gestión del riesgo de desastres para los países miembros de la Comunidad Andina (Decisión 825). Lima, Perú.
- Congreso de Colombia. (18 de julio de 1997). Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 43.091.
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41.146.
- Congreso de Colombia. (24 de abril de 2012). Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 48.411.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). Documento CONPES 3920: Política Nacional de Explotación de Datos (Big Data). Departamento Nacional de Planeación.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (2019). Plan de Gestión Ambiental Regional de Risaralda PGAR 2020-2039: Anexo 2. Generalidades del territorio. CARDER.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (2024). Plan de Acción Cuatrienal 2024-2027: Risaralda un paraíso biodiverso en el corazón de Colombia. CARDER.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (29 de diciembre de 2017). Resolución No. 1723. Por la cual se actualizan y adoptan las determinantes ambientales para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial municipal en jurisdicción del departamento de Risaralda.
- El Congreso de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012—Gestor Normativo.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- Esri Colombia. (s.f.). Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica: Edición de estudiante.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Naciones Unidas.
https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2001). Marco de acción para la aplicación de la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD). Naciones Unidas.

Few, S. (2006). Information dashboard design: The effective visual communication of data. O'Reilly Media.

Gobernación de Risaralda & Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (2013). Plan Departamental de Gestión del Cambio Climático de Risaralda: Primera fase. Lineamientos estratégicos. Convenio Interadministrativo No. 480 de 2012.

Gobernación de Risaralda. (23 de julio de 2012). Decreto 664 de 2012. Por el cual se integra el Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres del Departamento de Risaralda.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta Edición). McGraw-Hill Education.

Hong, C., Park, S., Ju, K., & Lee, J. (2024). An open disaster information platform, methodology, and visualization for high-rise and complex facilities. *Buildings*, 14(12), 4047. <https://doi.org/10.3390/buildings14124047>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (17 de julio de 2023). Resolución 899 de 2023. Por medio de la cual se define la conformación y funcionamiento de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE.

Jerez-Ramírez, D. O., & Pinzón-de-Hijar, J. H. (2022). SIESGO: Sistema Integral para la Construcción Social del Riesgo. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 229-241. <https://doi.org/10.15359/rca.56-1.11>

Khan, S. M., Shafi, I., Butt, W. H., de la Torre Diez, I., López Flores, M. A., Castanedo Galán, J., & Ashraf, I. (2023). A systematic review of disaster management systems: Approaches, challenges, and future directions. *Land*, 12(8), 1514. <https://doi.org/10.3390/land12081514>

Luna Marín, V. (2023). Aplicación de los SIG en el análisis de riesgos de desastres generados por amenazas naturales y antrópicas: Una revisión bibliográfica [Trabajo de grado de especialización, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional UdeA.

Maksoud, T., Alkhawaga, A., & Mohamed, M. (2026). Optimal interpolation methods for predicting groundwater levels in Abu Dhabi Emirate using ArcGIS. *Scientific Reports*, 16(194), 1-18. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-29131-x>

Maskrey, A. (Comp.). (1993). Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

- McDaniel, P. N., & Ingram, U. (2024). Integrating ArcGIS Online and digital story mapping for active learning in systematic geography courses. *Journal of Geography in Higher Education*, 48(4), 648-678. <https://doi.org/10.1080/03098265.2023.2267461>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (26 de mayo de 2015). Decreto 1077 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. *Diario Oficial No. 49.523*.
- Montbrun, V. R., & Chacón, R. M. (2014). La reducción del riesgo ante desastres y la sostenibilidad urbana.
- Moran-González, M. R., & Mogro-Cepeda, Y. V. (2024). Implementación de sistemas de información geográfica en la planificación urbana inteligente. *Innova Science Journal*, 2(4), 1-14. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v2/n4/44>
- Naciones Unidas. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Naciones Unidas. (2026). Estadísticas de desastres y gestión del riesgo: Estado actual y perspectivas. <https://hdl.handle.net/11362/84902>
- Nascimento, C., Melo, J., Ferreira, A., Barbosa, I., & Carvalho, V. (2024). ArcGIS in action: developing applications with an innovative platform. *Diversitas Journal*, 9(1), 332-341. <https://doi.org/10.48017/dj.v9i1.2825>
- Oliveira, A., Fachada, N., & Matos-Carvalho, J. P. (2024). Data Science for Geographic Information Systems. *IEEE Xplore*. <https://doi.org/10.1109/YEF-ECE62614.2024.10624902>
- Pichardo Moya, L. O., Cruz Iglesias, R., Escobar Pino, A. L., Pena Alonso, E., & Pozo Águila, L. (2022). Visor de Mapas WEB en la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16(1), 30-45. <http://rcci.uci.cu>
- Presidente de la República de Colombia. (16 de mayo de 2022). Decreto 767 de 2022. Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Política de Gobierno Digital. *Diario Oficial*.
- Rivera González, O. D., & Rodríguez Van Gort, M. F. T. (2025). Gestión integral del riesgo y cartografía para la reestructuración urbana ante movimientos de remoción en masa, Álvaro Obregón, Ciudad de México, México. *Revista Cartográfica*, (110), 7-29. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i110.5903>
- Rodríguez, J. J. P., & Díaz, A. M. S. (2024). Caracterización de la Vulnerabilidad Social por Amenaza de Inundación en el Barrio San Carlos Ubicado en el Municipio de la Virginia, Risaralda. <https://repositorio.ucm.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f38e7c4-9b62-40fe-986f-71a466cd5366/content>

- Sanahuja Rodríguez, H. E. (1999). El daño y la evaluación del riesgo en América Central: Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica [Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica]. LARED.
- Sarango-Ordóñez, J. P. (2024). Contribuciones de los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación urbana sostenible. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 2(4), 1-15. <https://doi.org/10.70881/mcj/v2/n4/1>
- See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., Fritz, S., Kerle, N., Jiang, B., Laakso, M., Liu, H.-Y., Milčinski, G., Nikšič, M., Painho, M., Pöddör, A., Olteanu-Raimond, A.-M., & Rutzinger, M. (2016). Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(5), 55. <https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>
- Umana, A. U., Afrihyia, E., Appoh, M., Frempong, D., Akinboboye, O., Okoli, I., Umar, M. O., & Omolayo, O. (2022). Data-Driven Project Monitoring: Leveraging Dashboards and KPIs to Track Performance in Technology Implementation Projects. *Journal of Frontiers in Multidisciplinary Research*, 3(2), 35-48. <https://www.multidisciplinaryfrontiers.com>
- UNESCO. (Octubre de 2012). Desarrollo Sostenible / Patrimonio Mundial. *Patrimonio Mundial*, (65). ISSN 1020-4539.
- Unidad Nacional para la Gestion de Riesgo de Desastres. (2022). Plan Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres (Actualizacion). <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD/PNGRD-2022-Actualizacion-VF.pdf>
- Varela-Ledesma, N., Mulet-Deulofeu, E., & Rojas-Varela, L. (2021). Tecnología de gestión del riesgo por sequía para la toma de decisiones. *Ingeniería Industrial*, 42(1), 1-14.
- Vázquez Paulino, J. C., & Morales Bautista, E. M. (2019). Datos masivos geoespaciales para identificación de patrones de riesgo en la RNC (Publicación Técnica No. 540). Instituto Mexicano del Transporte.
- Velcu-Laitinen, O., & Yigitbasioglu, O. M. (2012). The Use of Dashboards in Performance Management: Evidence from Sales Managers. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 12, 39-58.
- Wilches-Chaux, G. (1988). La vulnerabilidad global. En *Los Desastres no son Naturales. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*.
- Xu, J., Wu, Y., Wang, S., Xu, Y., Du, C., Rohani, E. R., Tong, X., Wang, T., & Han, R. (2024). Predicting the potential distribution of *Arisaema heterophyllum* in China under current and future climate change based on ArcGIS and MaxEnt model. *Plant Biosystems*, 158(6), 1326-1334. <https://doi.org/10.1080/11263504.2024.2407813>

Yamin, L. E., Ghesquiere, F., Cardona, O. D., & Ordaz, M. G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: El caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial / Universidad de los Andes.

Zuluaga, D. P. J., & Castillo, A. M. M. (2024). CARACTERIZACIÓN DE LA CULTURA DE RIESGO EN ENTIDADES PÚBLICAS ALCALDÍAS DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA – COLOMBIA. AÑO 2024.