

Geoportal interoperable para la gestión territorial de servicios públicos domiciliarios en noroccidente de Caldas

Sebastian Camilo Londoño Chaverra

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Especialización en Tecnologías de la Información Geográfica (SIG)

Director (a):

Título (Ph.D., M.Sc., etc.) y nombre del director(a)

Codirector (a):

Título (Ph.D., M.Sc., etc.) y nombre del codirector(a)

Territorios Inteligentes y Sostenibles,

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica
Manizales, Año 2026

Resumen

La propuesta plantea el diseño de un GEOPORTAL interoperable que integre y estandarice las bases de datos geospaciales de entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios en Colombia. Parte del diagnóstico de una problemática estructural: la fragmentación de datos técnicos, jurídicos y operativos entre instituciones, que limita la planificación territorial, la respuesta ante emergencias y la toma de decisiones estratégicas. Esta dispersión impide relacionar variables clave como ubicación de usuarios, estado de micromedidores, cobertura de redes y condiciones socioeconómicas, afectando la eficiencia y equidad del servicio.

El objetivo general es desarrollar una infraestructura de datos espaciales (IDE) alineada con la normativa vigente en interoperabilidad, como el PNID y la Resolución MinTIC 460 de 2021, incorporando estándares abiertos, software libre y herramientas de análisis geoespacial avanzado. La metodología contempla cinco etapas: diagnóstico institucional mediante el Instrumento de Madurez de Capacidades (IMC), análisis normativo, diseño conceptual del geoportal, validación estratégica con escenarios simulados y aplicación de técnicas cualitativas y cuantitativas como entrevistas, encuestas y prototipado funcional.

Se espera que el geoportal contribuya a superar la desigualdad tecnológica entre municipios, revitalizar el uso de SIG en la gestión cotidiana, y fortalecer la gobernanza de datos. Los

resultados proyectados incluyen una arquitectura técnica funcional, mecanismos de trazabilidad y actualización continua, y un impacto positivo en la toma de decisiones operativas y estratégicas por parte de las empresas prestadoras. La propuesta se fundamenta en experiencias exitosas regionales y busca cerrar brechas en madurez analítica geoespacial.

Palabras clave: Interoperabilidad geoespacial, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Servicios públicos domiciliarios, Gobernanza de datos, Madurez institucional, Geoportal interoperable

Abstract

This proposal outlines the design of an interoperable geoportal aimed at integrating and standardizing geospatial databases from public utility service providers in Colombia. It is based on the diagnosis of a structural problem: the fragmentation of technical, legal, and operational data across institutions, which limits territorial planning, emergency response, and strategic decision-making. This dispersion prevents the correlation of key variables such as user location, meter status, network coverage, and socioeconomic conditions, directly affecting service efficiency and equity.

The main objective is to develop a Spatial Data Infrastructure (SDI) aligned with current interoperability regulations, including the National Spatial Data Infrastructure Plan (PNID) and Resolution MinTIC 460 of 2021. The proposal incorporates open standards, free software, and advanced geospatial analysis tools. The methodology includes five stages: institutional diagnosis using the DNP's Capacity Maturity Instrument (IMC), regulatory analysis, conceptual design of the geoportal, strategic validation through simulated scenarios, and the use of qualitative and quantitative techniques such as interviews, surveys, and functional prototyping.

The geoportal is expected to help overcome technological disparities among municipalities, revitalize the use of GIS in daily management, and strengthen data governance. Anticipated outcomes include a functional technical architecture, mechanisms for traceability and continuous updating, and a positive impact on operational and strategic decision-making by public utility

companies. The proposal draws on successful regional experiences and seeks to close gaps in institutional geospatial analytical maturity.

Keywords: Geospatial interoperability, Spatial Data Infrastructure (SDI), Geographic Information Systems (GIS), Public utility services, Data governance, Institutional maturity, Interoperable geoportal.

Contenido

1.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	11
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3	JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS		15
1.4	OBJETIVO GENERAL	15
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
ANTECEDENTES.....		17
REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL		19
REFERENTE TEÓRICO.....		23
EJE 1. INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDE).....		23
EJE 2. INTEROPERABILIDAD Y ESTÁNDARES OGC.....		23
EJE 3. GOBERNANZA DE DATOS GEOESPACIALES		24
EJE 4. GEOPORTALES PARA SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS		24
ANTECEDENTES HISTÓRICOS (SÍNTESIS).....		25
METODOLOGÍA.....		29
1.6	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	32
1.7	TIPO DE ESTUDIO.....	34
RESULTADOS ESPERADOS		35
IMPACTOS ESPERADOS.....		39
CRONOGRAMA.....		41
REFERENCIAS.....		43

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1	26
Figura 2.	33
Figura 3.	35

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1	27
Tabla 3	37
Tabla 4	39
Tabla 5	41

Lista de abreviaturas

Esta sección presenta los símbolos técnicos (letras latinas y griegas), subíndices, superíndices y abreviaturas utilizadas en el desarrollo del documento. Se incluyen únicamente aquellos elementos que aparecen en el contenido, garantizando precisión y pertinencia. La organización se realiza en orden alfabético, tomando como referencia la primera letra del símbolo o sigla, lo que facilita su consulta y trazabilidad. Esta práctica es común en documentos de ingeniería, geoinformación y planificación territorial, y puede considerarse opcional en otras disciplinas. Su inclusión responde a criterios de estandarización, claridad técnica y alineación con buenas prácticas de documentación institucional.

Abreviaturas

Abreviatura Término

API	Application Programming Interface
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
GIS	Geographic Information Systems
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IMC	Instrumento de Madurez de Capacidades
KML	Keyhole Markup Language
OGC	Open Geospatial Consortium
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PNID	Plan Nacional de Infraestructura de Datos
QGIS	Quantum Geographic Information System
SDI	Spatial Data Infrastructure
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SUI	Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios
TI	Tecnologías de la Información

Fragmentación geoespacial y necesidad de interoperabilidad en servicios públicos domiciliarios

Capítulo 1: Planteamiento del problema y justificación

La región de **Caldas** presenta bases de datos geoespaciales (SIG) dispersas, no estandarizadas y con bajo nivel de interoperabilidad. Esta situación limita la trazabilidad, la actualización y la consulta integrada de información territorial, afectando la capacidad de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios para tomar decisiones operativas y estratégicas. La ausencia de una infraestructura interoperable impide correlacionar variables clave como ubicación de usuarios, estado de micromedidores, cobertura de redes y condiciones socioeconómicas, lo que genera duplicidad de esfuerzos, inconsistencias en la información y baja eficiencia institucional.

En este contexto, se requiere el diseño de un **geoportal interoperable** que permita consolidar las bases SIG fragmentadas en un caso piloto dentro de la región, aplicando estándares abiertos y mecanismos de gobernanza de datos. Esta solución busca superar las brechas tecnológicas y normativas, garantizando la trazabilidad y la integración multientidad para fortalecer la gestión territorial y la prestación equitativa de los servicios públicos.

1.1 Descripción del área problemática

La fragmentación de bases de datos geoespaciales en la región de Caldas constituye una limitación estructural para la interoperabilidad institucional en el sector de los servicios públicos

domiciliarios. Esta problemática se manifiesta en la dispersión de información técnica, jurídica, operativa y territorial, que impide la construcción de sistemas integrados para la gestión eficiente, colaborativa y en tiempo real.

A nivel nacional, estudios como el **Índice de Madurez Analítica (IMA)** de Cala Analytics y el **Instrumento de Madurez de Capacidades (IMC)** del DNP evidencian brechas significativas en cultura de datos, gobernanza institucional y capacidad técnica para integrar información geoespacial en la toma de decisiones. Internacionalmente, experiencias como **Geovisión en Costa Rica** demuestran que es posible superar estas limitaciones mediante plataformas abiertas, interoperables y basadas en estándares OGC.

El proyecto se ubica en el contexto colombiano actual, caracterizado por desigualdades tecnológicas entre municipios, uso discontinuo de SIG y ausencia de mecanismos normativos efectivos para el intercambio de datos. La investigación se desarrolla en un ambiente institucional multientidad, con énfasis en zonas urbanas y rurales, y busca llenar vacíos operativos, normativos y analíticos mediante el diseño de un geoportal interoperable que fortalezca la gobernanza de datos y la gestión territorial.

1.2 Formulación del problema

La gestión territorial de los servicios públicos domiciliarios en la región de Caldas enfrenta una limitación estructural derivada de la desvinculación de bases de datos geoespaciales entre entidades públicas y privadas. Esta dispersión impide la interoperabilidad institucional, dificulta la planificación eficiente y restringe la capacidad de respuesta ante eventos críticos.

La ausencia de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) interoperable limita el cruce de variables clave como ubicación de usuarios, estado de micromedidores, cobertura de redes y condiciones socioeconómicas, afectando la equidad y sostenibilidad del servicio.

Pregunta de investigación reformulada: *¿Cómo diseñar un geoportal interoperable que integre y estandarice bases de datos geoespaciales de entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios en un caso piloto en la región de Caldas, conforme a estándares de interoperabilidad y gobernanza de datos?*

1.3 Justificación

- **Interés y motivaciones** La propuesta de diseñar un geoportal interoperable responde a una necesidad sentida por el investigador, la comunidad académica y las instituciones prestadoras de servicios públicos domiciliarios. Desde una perspectiva teórica, el proyecto busca profundizar en los enfoques de interoperabilidad geoespacial, gobernanza de datos y madurez institucional, integrando conceptos técnicos y normativos que han sido poco articulados en el contexto colombiano. En términos prácticos, la investigación pretende resolver una problemática concreta: la fragmentación de bases SIG entre entidades, que limita la eficiencia operativa y la equidad en la prestación de servicios.

- **Utilidad** Los resultados del proyecto beneficiarán directamente a las empresas de servicios públicos, entidades territoriales, organismos de planificación y comunidades usuarias. El geoportal permitirá mejorar la toma de decisiones operativas, técnicas y estratégicas mediante el acceso a información geoespacial integrada, actualizada y trazable. A nivel institucional,

fortalecerá la cultura de datos y la gobernanza digital. A nivel regional y nacional, contribuirá al desarrollo de infraestructuras interoperables alineadas con el **PNID**, la **Resolución MinTIC 460 de 2021**, la **Resolución 899 de 2023** y el **CONPES 3920**.

- **Novedad del problema o temática de investigación** La investigación aporta una perspectiva novedosa al abordar la interoperabilidad geoespacial desde una arquitectura técnica funcional, alineada con normativa vigente y experiencias internacionales exitosas como Geovisión (Costa Rica). Contribuye al conocimiento científico mediante el diseño de procedimientos susceptibles de estandarización, aplicables en entornos multientidad. Propone una solución a dificultades no resueltas, como la trazabilidad de datos, la articulación entre plataformas SIG y la gobernanza institucional. El proyecto generará nuevo conocimiento en el campo de las infraestructuras de datos espaciales, la analítica territorial y la gestión de servicios públicos, posicionando al geoportal como un nodo estratégico para la transformación digital del sector.

Objetivos

La presente propuesta parte del reconocimiento de una problemática estructural: la fragmentación de bases de datos geospaciales entre entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, que limita la interoperabilidad, la trazabilidad y la toma de decisiones basada en evidencia territorial. En este contexto, los objetivos del proyecto se formulan para responder directamente a esta necesidad, orientando el diseño metodológico y técnico del geoportal interoperable propuesto.

1.4 Objetivo general

Diseñar un geoportal interoperable que integre y estandarice las bases de datos geospaciales de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios en Colombia, fortaleciendo la gobernanza de datos, la trazabilidad y la toma de decisiones territorial inteligente, conforme a la normativa vigente en infraestructura de datos y estándares de interoperabilidad.

1.5 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado de madurez institucional y tecnológica en el manejo de datos geospaciales en Caldas

2. Identificar las principales brechas de fragmentación, actualización, trazabilidad e interoperabilidad de las bases SIG existentes.
3. Analizar los estándares técnicos y normativos aplicables al intercambio de datos geoespaciales.
4. Diseñar la arquitectura técnica y funcional del geoportal interoperable.
5. Construir un prototipo funcional que permita consultar, visualizar e integrar capas geográficas priorizadas.
6. Validar el prototipo mediante criterios de usabilidad, interoperabilidad, trazabilidad y utilidad para la toma de decisiones.

Antecedentes

Molina et al. (2005) tuvieron como objetivo analizar el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en municipios colombianos, encontrando una baja interoperabilidad entre sistemas locales y regionales. Su investigación concluyó que la fragmentación de datos limita la planificación territorial y la coordinación operativa, lo cual se relaciona directamente con el problema de tu estudio, ya que evidencia la necesidad de una infraestructura interoperable que articule información multientidad.

Palacios (1994) buscó identificar las limitaciones en la calidad y actualización de datos geográficos en Colombia. Su trabajo mostró que la abundancia de información no garantiza utilidad si no existe estandarización metodológica, lo que genera incompatibilidades y obsolescencia. Esta conclusión se vincula con tu propuesta, que plantea consolidar datos multifuente bajo estándares abiertos y procesos de actualización continua.

Fischer y Scholten (1996) orientaron su investigación hacia las capacidades analíticas de los SIG tradicionales, concluyendo que estos sistemas carecen de herramientas robustas para análisis predictivo y modelado espacial. La relación con tu proyecto es clara, pues tu propuesta busca superar estas limitaciones mediante una arquitectura que incorpore analítica avanzada y modelos de decisión territorial.

Campos-Vargas et al. (2015) presentaron la experiencia de Geovisión en Costa Rica, cuyo objetivo fue demostrar la viabilidad de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) abierta e

interoperable. Concluyeron que el uso de software libre y estándares OGC facilita el acceso y reutilización de datos por múltiples actores. Este antecedente se conecta con tu investigación al ofrecer un referente técnico y metodológico adaptable al contexto colombiano.

La Nota Económica (2023), al referenciar el Índice de Madurez Analítica (IMA) elaborado por Cala Analytics, evidenció que Colombia presenta un déficit en madurez analítica geoespacial con una puntuación de 46,1 sobre 100, por debajo del promedio latinoamericano. El objetivo de este estudio fue medir la capacidad institucional para integrar datos espaciales en la toma de decisiones públicas. La conclusión señala una baja articulación entre plataformas, talento humano y gobernanza de datos, lo cual refuerza la pertinencia de tu propuesta de geoportal interoperable.

Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2024) aplicó el Instrumento de Madurez de Capacidades (IMC) para evaluar la cultura de datos en entidades públicas. Su objetivo fue medir la capacidad institucional en gobernanza digital y gestión de información. El estudio concluyó que muchas entidades se encuentran en niveles iniciales o emergentes, sin cultura de datos ni gobernanza definida. Este hallazgo se relaciona directamente con tu investigación, que busca llenar este vacío mediante un modelo de gobernanza de datos alineado con el PNID y el marco ético del DANE.

Referente normativo y legal

Artículo 79 – Constitución Política de Colombia: Derecho a un ambiente sano y deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente.

Artículo 82 – Constitución Política de Colombia: Protección del espacio público y su destinación al uso común.

Artículo 365 – Constitución Política de Colombia: “El Estado tiene el deber de asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios

La Ley 152 de 1994, conocida como la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, tiene como objetivo regular los procesos de planificación en Colombia, estableciendo principios de coordinación, participación y eficiencia en la gestión pública. Esta normativa define la estructura y los instrumentos del Sistema Nacional de Planeación, orientando la articulación entre entidades nacionales y territoriales para garantizar la coherencia en el desarrollo económico, social y ambiental del país. En el contexto de los servicios públicos domiciliarios, la Ley 152 enfatiza la necesidad de contar con información confiable y actualizada para la formulación de planes, programas y proyectos. Su aplicación implica que las entidades deben coordinarse en la producción y uso de datos, lo cual se relaciona directamente con la problemática de fragmentación de bases geospaciales identificada en tu investigación.

Catastro de Suscriptores (Ordenado en el Decreto 302 del año 2000 incorporado en el Decreto 1077 de 2015).

Medir el nivel de satisfacción del usuario. Información obligada mediante **Resolución SSPD 48765** de 2010 y Resolución SSPD 2006130001229-5 del 18 de abril de 2006; su incidencia en PQRS le da trazabilidad con la Resolución CRA 906 de 2019 (PGR) compilada en la Resolución 943 de 2021.

Recolección de datos del servicio de aseo. Información obligada mediante Resolución **SSPD 48765 de 2010** y **Resolución SSPD 2006130001229-5 del 18 de abril de 2006.**

Daños y Soluciones. Guarda trazabilidad con fallas en el sistema contemplados en la Resolución **CRA 906 de 2019 (PGR)** compilada en la Resolución 943 de 2021.

Trazabilidad en lo referente a **Plan de emergencia y Contingencia para la prestación de servicios** públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo establecido con **la Resolución 0154 de 2014** y sus modificatorias y adicionalmente es un componente de la Resolución **CRA 906 de 2019 (PGR) compilada en la Resolución 943 de 2021.**

La Resolución 899 del 17 de julio de 2023, emitida por el IGAC, define la conformación y funcionamiento de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE). Este sistema gestiona, coordina y garantiza el acceso a la información geográfica de Colombia, clave para la ordenación del territorio. Puedes consultar el texto completo en la Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá y detalles adicionales en ICDE. Aspectos clave de la **Resolución 899 de 2023** Objeto Establece las reglas para la organización y operación de la ICDE como eje central de la información geográfica nacional.

Fundamento Se basa en facultades del IGAC, incluyendo el **Decreto 846 de 2021** y la **Ley 2294 de 2023 (Plan Nacional de Desarrollo)**.Consolida la gestión eficiente de datos espaciales para el país.

Referente teórico

Eje 1. Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)

Las IDE constituyen el fundamento técnico y conceptual para la integración y el intercambio de información geoespacial entre entidades públicas y privadas. Experiencias internacionales como **INSPIRE (2007)** en Europa y **Geovisión (Campos-Vargas, Mora-Zamora & Segura-Castillo, 2011–2014)** demuestran que los estándares abiertos del **Open Geospatial Consortium (OGC)** y plataformas como **GeoServer** y **QGIS** son esenciales para garantizar interoperabilidad, transparencia y acceso equitativo a los datos. En Colombia, la **Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)** y la **Resolución MinTIC 899 de 2023** establecen lineamientos técnicos para la interoperabilidad institucional, consolidando el marco normativo que sustenta el desarrollo del **Geoportal Interoperable**.

Eje 2. Interoperabilidad y estándares OGC

La interoperabilidad geoespacial permite que diferentes sistemas y entidades compartan información de manera eficiente. Autores como **Goodchild (1987–1992)** y **Openshaw (1990–1992)** sentaron las bases metodológicas del análisis espacial, mientras que **Anselin y Getis (1992)** introdujeron la estadística espacial como herramienta para interpretar patrones territoriales. El uso de estándares OGC (WMS, WFS, WCS) y metadatos ISO 19115 garantiza la compatibilidad entre plataformas y la trazabilidad de los datos. Estos principios son aplicados en el diseño del **Geoportal Interoperable**, que busca consolidar bases SIG fragmentadas y facilitar la correlación entre variables técnicas, socioeconómicas y ambientales.

Eje 3. Gobernanza de datos geospaciales

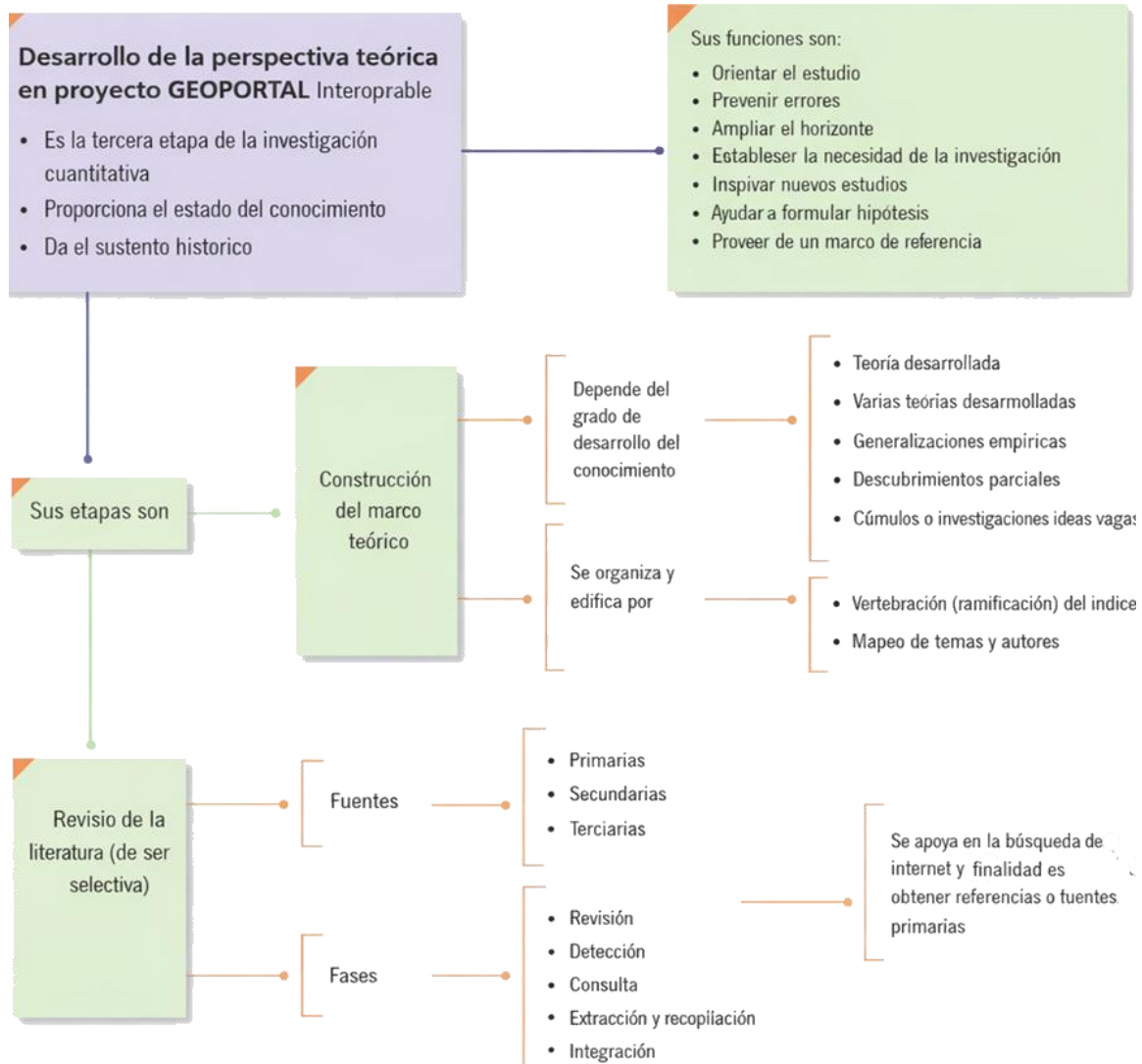
La gobernanza de datos implica la gestión ética, técnica y normativa de la información geoespacial. Estudios del **Banco Mundial (2021)**, la **CEPAL** y el **BID** destacan que la transformación digital del sector público depende de modelos de madurez organizacional y cultura de datos. En Colombia, el **Instrumento de Madurez de Capacidades (IMC)** del **DNP** y el **Índice de Madurez Analítica (IMA)** de **Cala Analytics (2023)** evidencian brechas en gobernanza, interoperabilidad y analítica avanzada. El **Geoportal Interoperable** se concibe como una herramienta para fortalecer la gobernanza de datos, promoviendo la trazabilidad, la actualización continua y la toma de decisiones basada en evidencia territorial.

Eje 4. Geoportales para servicios públicos domiciliarios

Los geoportales son plataformas que integran información geoespacial de múltiples fuentes para apoyar la gestión operativa y estratégica. Casos como **IDECA (Bogotá)** y **Geovisión (Costa Rica)** demuestran su impacto en la planificación urbana y la eficiencia institucional. El **Geoportal Interoperable** propuesto para la región de Caldas busca consolidar bases SIG dispersas entre prestadores de servicios públicos domiciliarios, integrando datos técnicos, jurídicos y socioeconómicos bajo estándares abiertos. Este enfoque se alinea con los objetivos de la **Agenda 2030** y los **ODS**, promoviendo sostenibilidad, equidad y modernización institucional.

Antecedentes históricos (síntesis)

Desde **John Snow (1854)** y **Roger Tomlinson (1963)** hasta **Howard Fisher (1965)** y **Jack Dangermond (1981)**, la evolución de los SIG ha transformado la cartografía en ciencia aplicada. Estos pioneros demostraron que la información espacial es clave para comprender fenómenos territoriales y tomar decisiones basadas en evidencia. Su legado sustenta el desarrollo del **Geoportal Interoperable**, que integra análisis espacial, interoperabilidad y gobernanza de datos en un marco contemporáneo.

Figura 1*Desarrollo de la perspectiva teórica*

Fuente: (Hernández, 2010)

Tabla 1*Papel del marco teórico en el estudio*

Antes de recolectar los datos	Después de recolectar los datos
Analizar la evolución histórica y normativa de los SIG y su aplicación en servicios públicos.	Explicar las diferencias y similitudes entre los resultados del GEOPORTAL y los modelos previos de interoperabilidad.
Identificar los métodos técnicos y legales aplicados para integrar bases SIG fragmentadas.	Interpretar los datos obtenidos sobre madurez institucional y eficiencia en la gestión territorial.
Revisar las respuestas existentes en estudios nacionales e internacionales sobre interoperabilidad y gobierno digital.	Ubicar los resultados dentro del marco de políticas públicas y estándares OGC.
Definir las variables espaciales, técnicas y organizacionales que deben ser medidas y observadas.	Construir teoría sobre gobernanza de datos y cooperación interinstitucional.
Determinar la mejor estrategia para recolectar información geoespacial multientidad.	Formular nuevas hipótesis sobre interoperabilidad y sostenibilidad digital.
Establecer los procedimientos para analizar datos espaciales y metadatos.	Consolidar lineamientos para replicar el modelo en otros sectores públicos.
Refinar el problema de fragmentación de datos y proponer hipótesis sobre su impacto.	Generar recomendaciones para fortalecer la cultura de datos y la analítica territorial.
Justificar la necesidad del estudio en el contexto de la transformación digital del Estado.	Evaluar el aporte del GEOPORTAL a la eficiencia institucional y la toma de decisiones.

Fuente: Adaptada (Hernández et al., 2010)

Metodología

La metodología del proyecto Geoportal Interoperable para consolidar bases SIG fragmentadas en prestadores de servicios públicos domiciliarios en la región de Caldas se plantea bajo un enfoque aplicado y descriptivo, orientado al diseño y validación de una solución tecnológica interoperable que responda a las necesidades institucionales y territoriales del caso piloto.

El proceso metodológico se organiza en cuatro fases, cada una alineada con los objetivos específicos del estudio y sustentada en el rigor técnico de la investigación geoespacial.

Fase 1. Diagnóstico de datos

Objetivo: Evaluar el estado actual de las bases SIG y el nivel de madurez institucional en el manejo de información geoespacial.

Procedimiento:

Aplicación del Instrumento de Madurez de Capacidades (IMC) del DNP.

Recolección de información mediante encuestas y entrevistas a responsables de sistemas de información.

Sistematización de resultados en matrices comparativas por entidad y sector.

Técnicas: análisis estadístico descriptivo y categorización de niveles de madurez.

Resultado esperado: caracterización del estado actual de la gobernanza de datos geoespaciales en el caso piloto.

Fase 2. Análisis normativo y técnico

Objetivo: Revisar la normativa vigente y los estándares aplicables a la interoperabilidad geoespacial.

Procedimiento:

Revisión documental de leyes, resoluciones y políticas públicas (Ley 152, CONPES 3920, Resolución MinTIC 460/2021, Resolución 899/2023).

Análisis comparativo con marcos internacionales (OGC, INSPIRE, IDEs latinoamericanas).

Técnicas: análisis de contenido y triangulación normativa.

Resultado esperado: marco regulatorio y técnico que oriente la construcción del geoportal interoperable.

Fase 3. Diseño y construcción del prototipo

Objetivo: Diseñar la arquitectura técnica y funcional del geoportal interoperable.

Procedimiento:

Definición de requerimientos funcionales y no funcionales.

Diseño de arquitectura basada en software libre (GeoServer, QGIS, PostgreSQL/PostGIS, Suite Google).

Implementación de estándares OGC (WMS, WFS, WCS) y metadatos ISO 19115.

Técnicas: modelado UML, diagramas de arquitectura y pruebas de integración.

Resultado esperado: prototipo funcional del geoportal interoperable que permita integrar y estandarizar bases SIG.

Fase 4. Validación funcional

Objetivo: Evaluar la utilidad y desempeño del prototipo en la toma de decisiones operativas y territoriales.

Procedimiento:

Pruebas piloto en entidades seleccionadas del caso piloto.

Evaluación de indicadores de eficiencia, trazabilidad y acceso a la información.

Validación mediante criterios de usabilidad e interoperabilidad.

Técnicas: análisis comparativo antes y después de la implementación, entrevistas de validación y estudios de caso.

Resultado esperado: evidencia sobre cómo la interoperabilidad mejora la eficiencia y equidad en la gestión territorial.

1.6 Enfoque metodológico

En este caso, se adopta un enfoque mixto, que combina lo cuantitativo y lo cualitativo:

- **Enfoque cuantitativo:**

Permite medir el nivel de madurez institucional en el uso de datos geoespaciales mediante instrumentos estandarizados como el **IMC del DNP**.

Facilita la identificación de brechas técnicas y normativas a través de indicadores, matrices comparativas y análisis estadístico.

Proporciona evidencia objetiva sobre la eficiencia y trazabilidad del flujo de información entre entidades.

- **Enfoque cualitativo:**

Se centra en comprender las prácticas institucionales y culturales relacionadas con la gobernanza de datos.

Utiliza entrevistas semiestructuradas, talleres participativos y análisis documental de políticas públicas para interpretar el contexto.

Permite captar percepciones, resistencias y oportunidades de mejora en la interoperabilidad multientidad.

- **Enfoque mixto:**

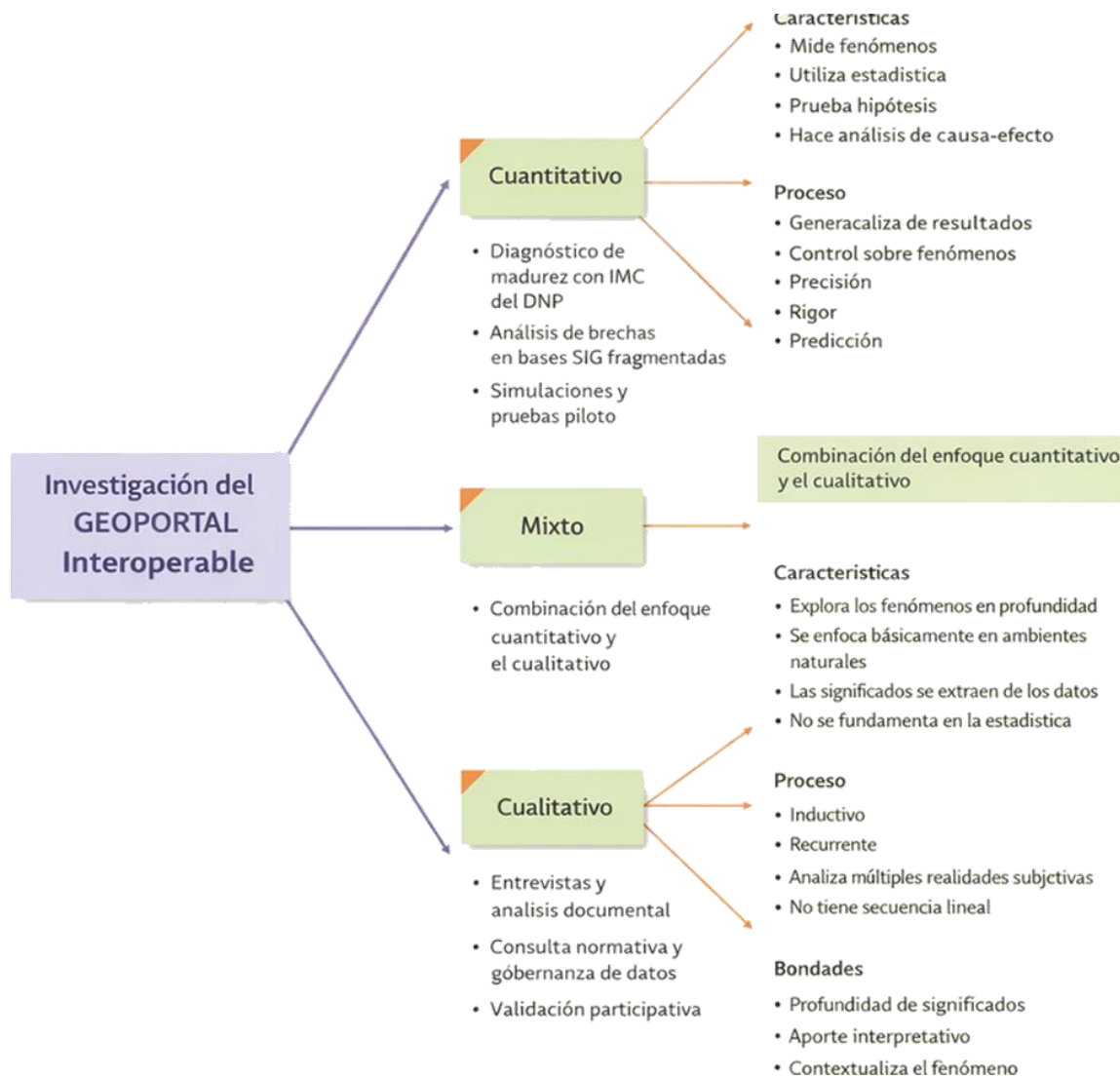
Integra los resultados cuantitativos y cualitativos para ofrecer una visión holística del problema.

Asegura que el diseño del geoportál interoperable se fundamente tanto en datos objetivos como en la comprensión de dinámicas institucionales.

Genera conocimiento aplicable y evidencia robusta para orientar la toma de decisiones estratégicas en servicios públicos domiciliarios.

Figura 2.

Enfoques de la investigación



Fuente: Hernández et al. (2010)

1.7 Tipo de estudio

El proyecto se clasifica como un **estudio aplicado, descriptivo y de desarrollo tecnológico**, orientado al diseño y validación de un prototipo funcional de geoportal interoperable.

No se busca establecer relaciones causa-efecto entre variables institucionales, sino **caracterizar la situación actual de fragmentación de bases SIG** en un caso piloto de la región de Caldas y proponer una solución tecnológica que permita integrar, estandarizar y optimizar el uso de datos geoespaciales.

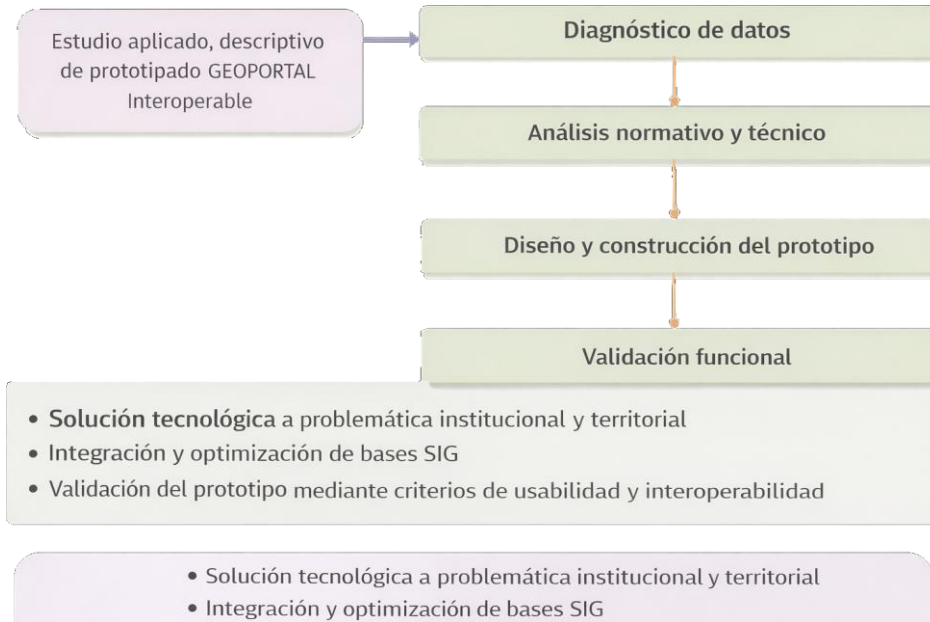
El estudio se centra en:

- **Aplicación práctica** de estándares de interoperabilidad y gobernanza de datos.
- **Desarrollo tecnológico** mediante la construcción de un prototipo de geoportal interoperable.
- **Validación funcional** del prototipo, evaluando criterios de usabilidad, interoperabilidad y utilidad para la toma de decisiones operativas y territoriales.

De esta manera, el proyecto se ubica en el nivel **aplicado y descriptivo**, aportando una solución concreta a una problemática institucional y territorial, sin pretender demostrar relaciones causales, sino **probar la viabilidad técnica y funcional** de la propuesta.

Figura 3.

Tipos de estudios



Fuente: Hernández et al. (2010)

Resultados Esperados

Los resultados y productos del proyecto geoportal interoperable se alinean directamente con los objetivos específicos y la metodología planteada. Cada resultado contribuye al fortalecimiento de la interoperabilidad, la gobernanza de datos y la toma de decisiones territorial inteligente.

Tabla 2 Resultados y productos esperados de la investigación

Objetivos	Resultados / productos esperados	Indicador	Beneficiario
Diagnosticar el nivel de madurez institucional en infraestructura de datos geospaciales (IMC – DNP).	Informe técnico de madurez institucional y caracterización de capacidades geospaciales.	Número de entidades evaluadas y nivel de madurez alcanzado.	Entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios.
Identificar los principales puntos de fragmentación en el flujo de información geoespacial.	Mapa de brechas técnicas, normativas y operativas del sistema de información geoespacial.	Cantidad de brechas identificadas y clasificadas.	Sector público y privado vinculado a la gestión territorial.
Analizar la normativa vigente en interoperabilidad,	Documento de análisis comparativo y marco regulatorio para interoperabilidad geoespacial.	Número de normas y estándares analizados y aplicados.	Ministerio TIC, DNP, y entidades territoriales.

Objetivos	Resultados / productos esperados	Indicador	Beneficiario
gobierno digital y estándares OGC.			
Diseñar la arquitectura técnica y funcional del geoportal interoperable.	Prototipo funcional del geoportal interoperable basado en software libre (GeoServer, QGIS, PostgreSQL/PostGIS).	Funcionamiento del prototipo y cumplimiento de estándares OGC.	Entidades públicas y usuarios técnicos del sistema.
Proponer mecanismos de gobernanza de datos.	Lineamientos de gobernanza para actualización, trazabilidad y calidad de la información compartida.	Número de políticas y protocolos definidos y validados.	Instituciones participantes y gestores de datos geospaciales.
Evaluar el impacto potencial del geoportal en la toma de decisiones.	Informe de impacto y simulaciones de eficiencia institucional y territorial.	Indicadores de mejora en trazabilidad, interoperabilidad y eficiencia operativa.	Gobierno nacional, entidades territoriales y ciudadanía.

Tabla 2

Tipología de productos de investigación

Productos	Subtipo de producto
Productos resultado de actividad de generación de nuevo conocimiento	- Artículo científico sobre interoperabilidad de datos geoespaciales en servicios públicos. - Capítulo de libro resultado de investigación sobre gobernanza de datos y madurez institucional. - Libro técnico sobre diseño del geoportal interoperable y su impacto en la gestión territorial. - Documento metodológico sobre aplicación del IMC del DNP en entornos geoespaciales.
Productos resultado de actividades de desarrollo tecnológico e innovación	- Software: prototipo funcional del geoportal interoperable basado en estándares OGC y software libre (GeoServer, QGIS, PostgreSQL/PostGIS-suite Google). - Innovación generada: modelo de interoperabilidad multientidad para servicios públicos domiciliarios. - Regulación técnica: propuesta de lineamientos y protocolos de gobernanza de datos geoespaciales. - Consultoría científica: asesoría técnica para implementación del geoportal en entidades públicas.
Productos resultado de actividades de apropiación social del conocimiento	- Estrategias pedagógicas: talleres de capacitación sobre interoperabilidad y uso de datos geoespaciales. - Generación de contenidos en CTel: guías metodológicas y boletines divulgativos sobre gobernanza de datos. - Eventos científicos: seminarios y presentaciones en congresos nacionales e internacionales. - Redes de conocimiento: articulación con IDECA, IGAC y MinTIC para fortalecer la interoperabilidad territorial.
Productos de formación del recurso humano para la CTel	- Trabajo de grado de maestría: investigación aplicada sobre interoperabilidad geoespacial. - Proyecto de I+D+I: desarrollo del geoportal interoperable como solución tecnológica. - Proyectos de extensión y responsabilidad social: transferencia de conocimiento a entidades territoriales. - Acompañamiento académico: asesorías en gobernanza de datos y estándares OGC para estudiantes y funcionarios públicos.

Fuente: MinCiencias (2021)

Impactos Esperados

El proyecto geoportal interoperable está diseñado para producir transformaciones profundas en el entorno institucional, académico y social, con efectos que se extienden en el corto, mediano y largo plazo. Según la tipología de **MinCiencias (2021)**, los impactos se organizan en las siguientes categorías:

Se sugiere la presentación de impactos como se representa en la Tabla 4.

Tabla 3

Impactos esperados de proyecto

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto	Indicador verificable	Supuestos
Académico	Corto (1–4)	Publicación de artículos y capítulos de libro sobre interoperabilidad geoespacial.	Disponibilidad de revistas y editoriales académicas interesadas en el tema.
Desarrollo tecnológico / innovación	Corto (1–4)	Prototipo funcional del geoportal interoperable implementado en entidades piloto.	Acceso a infraestructura tecnológica y compromiso institucional para pruebas.
Social	Mediano (5–9)	Mejora en la trazabilidad y transparencia de la gestión de servicios públicos.	Participación activa de entidades públicas y privadas en la interoperabilidad.

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto	Indicador verificable	Supuestos
Educativo	Corto (1–4)	Talleres de capacitación y guías metodológicas sobre gobernanza de datos.	Interés de universidades y centros de formación en incluir el tema en sus programas.
Simbólico / reconocimiento de grupos	Mediano (5–9)	Reconocimiento del proyecto en premios, congresos y redes de conocimiento.	Difusión adecuada y visibilidad nacional e internacional del proyecto.
Económico	Largo (10 o más)	Reducción de costos operativos por integración de datos y eficiencia en la gestión territorial.	Escalabilidad nacional del geoportal y sostenibilidad financiera.
Creación de redes de investigación	Corto (1–4)	Articulación con IDECA, IGAC, MinTIC y redes internacionales de IDE.	Voluntad de cooperación interinstitucional y continuidad de alianzas.
Organización	Mediano (5–9)	Implementación de lineamientos de gobernanza de datos en entidades públicas.	Adopción de protocolos y políticas institucionales derivadas del proyecto.

Cronograma

El cronograma se estructura en seis fases secuenciales, cada una con actividades específicas y duración definida:

Tabla 4

Cronograma del proyecto

<i>Actividades</i>	<i>Tiempo (meses)</i>
<i>Fase 1. Diagnóstico de madurez institucional</i>	<i>Meses 1–2</i>
<i>Aplicación del IMC del DNP, encuestas y entrevistas técnicas, sistematización de resultados.</i>	
<i>Fase 2. Identificación de puntos de fragmentación</i>	<i>Meses 3–4</i>
<i>Mapeo de flujos de información, análisis de brechas técnicas y normativas, elaboración del mapa de fragmentación.</i>	
<i>Fase 3. Análisis normativo y técnico</i>	<i>Meses 5–6</i>
<i>Revisión de normativas nacionales e internacionales, comparación de estándares OGC, construcción del marco regulatorio.</i>	
<i>Fase 4. Diseño de la arquitectura del geoportal</i>	<i>Meses 7–9</i>
<i>Definición de requerimientos, desarrollo del prototipo con software libre, integración de estándares OGC y metadatos ISO 19115.</i>	
<i>Fase 5. Propuesta de gobernanza de datos</i>	<i>Meses 10–11</i>

<i>Actividades</i>	<i>Tiempo (meses)</i>
<i>Diseño de políticas y protocolos, talleres participativos, consolidación de lineamientos de gobernanza multientidad.</i>	
<i>Fase 6. Evaluación del impacto</i>	<i>Meses 12–13</i>
<i>Pruebas piloto, simulaciones, análisis de resultados, elaboración del informe de impacto y recomendaciones.</i>	

Referencias

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2024). *Índice de Madurez Analítica (IMA)*. Bogotá: DNP.
- Comisión Europea. (2007). *Directiva INSPIRE: Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea*. Diario Oficial de la Unión Europea.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Lineamientos para la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)*. Bogotá: IGAC.
- MinTIC. (2020). *Resolución 460: Estándares de interoperabilidad para entidades públicas*. Bogotá: Ministerio TIC.
- IGAC. (2023). *Resolución 899: Lineamientos de interoperabilidad y gobierno digital para entidades públicas*. Bogotá: Ministerio TIC.
- CONPES 3920. (2018). *Política de Gobierno Digital*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Ley 152 de 1994. *Ley Orgánica del Plan de Desarrollo*. Congreso de la República de Colombia.
- Ley 388 de 1997. *Ordenamiento Territorial*. Congreso de la República de Colombia.
- IDECA. (2019). *Informe de interoperabilidad de datos geoespaciales en Bogotá*. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación.
- Naciones Unidas. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU.
- Banco Mundial. (2021). *Transformación digital en servicios públicos: retos y oportunidades*. Washington: World Bank.
- Esri. (2019). *GIS Interoperability and Open Standards*. Redlands: Esri Press.

- QGIS Development Team. (2022). *QGIS User Guide*. Open Source Geospatial Foundation.
- GeoServer. (2022). *GeoServer Documentation*. OSGeo Foundation.
- PostgreSQL Global Development Group. (2022). *PostgreSQL 14 Documentation*.

